

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
CURSO DE MESTRADO EM AGROECOLOGIA

ANNE CAROLINE BEZERRA DOS SANTOS

RESPOSTA FUNCIONAL E ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Ceraeochrysa*
everes* (BANKS) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) À *Maconellicoccus
***hirsutus* (GREEN) (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE)**

São Luís - MA
2020

ANNE CAROLINE BEZERRA DOS SANTOS

Engenheira Agrônoma

**RESPOSTA FUNCIONAL E ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Ceraeochrysa*
everes (BANKS) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) À *Maconellicoccus*
hirsutus (GREEN) (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE)**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agroecologia da Universidade Estadual do Maranhão, para a obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Orientadora: Profa. Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos

São Luís - MA
2020

Santos, Anne Caroline Bezerra dos.

Resposta funcional e aspectos biológicos de *Ceraeochrysa everes* (Banks) (Neuroptera: Chrysopidae) à *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae) / Anne Caroline Bezerra dos Santos. – São Luís, 2021.

84 f

Dissertação (Mestrado) – Curso de Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, 2021.

Orientador: Profa. Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos.

1.Controle biológico. 2.Crisopídeo. 3.Praga invasora. I.Título.

CDU: 632.937

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO MARANHÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO EM AGROECOLOGIA

ANNE CAROLINE BEZERRA DOS SANTOS

RESPOSTA FUNCIONAL E ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Ceraeochrysa*
everes* (BANKS) (NEUROPTERA: CHRYSOPIDAE) À *Maconellicoccus
***hirsutus* (GREEN) (HEMIPTERA: PSEUDOCOCCIDAE)**

Aprovada em: 16/10/2020

BANCA EXAMINADORA



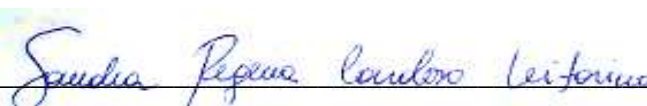
Profa. Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos (Orientadora)

Universidade Estadual do Maranhão – UEMA



Prof. Dr. Adriano Soares Rêgo

Universidade Estadual do Maranhão - UEMA



Profa. Dra. Sandra Regina Cardoso Vitorino

Universidade Federal do Piauí - UFPI

À minha amada e inesquecível mãe, MARIA VITÓRIA BEZERRA (*in memoriam*). Seus exemplos de perseverança, amor e de vida, serão sempre o meu norte.

Pelo carinho e amor sem medida...

DEDICO

Ao meu pai Francisco de Assis Santos, pelo amor incondicional e incentivo.

Ao meu filho Arthur Santos, por ser a alegria de minha vida.

E aos meus irmãos Franciane Santos e Felipe Santos, pelo amor e carinho.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Deus, por superar os momentos difíceis e pelos mais difíceis ainda, e sobretudo, por me ter permitido superar os desafios e concluir mais esta etapa de minha vida.

Ao meu pai, Francisco de Assis, que tudo faz por mim. Obrigada pai querido, pelo exemplo de ser humano que você é.

A minha irmã Franciane Santos e meu filho Arthur Santos, que estiveram todos os dias ao meu lado e por todos os sacrifícios que vocês fazem em prol de minhas conquistas, que sempre se tornam nossas.

A todos os meus familiares que não participaram intimamente deste projeto, mas foram simplesmente meus familiares, a vocês minha profunda gratidão.

A minha orientadora, Dra. Raimunda Nonata Santos de Lemos, por toda a orientação e ensinamentos ao longo deste período.

Ao pesquisador, Dr. Adriano Soares Rêgo, pela identificação dos crisopídeos e contribuição nas análises estatísticas. Sou imensamente grata a você.

À Universidade Estadual do Maranhão (UEMA) e ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia (PPGA), pela realização do Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao corpo docente do PPGA, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação, em especial Elimilton Brasil, Wallyson Araújo, Weydson Belo, Lorena Campos e Jéssica Freitas, pela convivência e aprendizado compartilhado ao longo desta jornada.

As amigas, Alberyca Stephany de Jesus, Marília Soares e Silmara de Aquino, pelo companheirismo nos momentos difíceis, confiança e alegria partilhados.

A todos os amigos do Laboratório de Entomologia da UEMA, pela convivência harmoniosa e momentos de descontração.

À Rayanne Cristine, secretária do Programa de Pós-Graduação, por estar sempre disponível para ajudar os estudantes do programa.

Ao colega Valdir Serra, pela imensa contribuição.

Ao Laboratório de Entomologia, pelo apoio na condução das minhas pesquisas.

E, finalmente, a todos que, direta e indiretamente, contribuíram para a concretização deste trabalho.

A todos, os meus sinceros agradecimentos!

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	11
RESUMO	12
ABSTRACT	13
<i>CAPÍTULO I</i>	14
INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO	14
1. INTRODUÇÃO GERAL	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 Aspectos biológicos das cochonilhas	16
2.1.1 <i>Maconellicoccus hirsutus</i>	18
2.2 Aspectos biológicos dos Crisopídeos	19
2.3 Controle biológico e resposta funcional	20
REFERÊNCIAS	23
<i>CAPÍTULO II</i>	29
<i>Ceraeochrysa everes</i> (Neuroptera: Chrysopidae) como potencial agente de controle biológico da cochonilha-rosada-do-hibisco <i>Maconellicoccus hirsutus</i> (Hemiptera: Pseudococcidae)....	30
Resumo	31
Abstract.....	32
Introdução.....	33
Material e Métodos.....	34
Resultados.....	39
Discussão.....	40
Conclusões.....	42
Agradecimentos.....	43
Referências	43
<i>CAPÍTULO III</i>	54
Aspectos biológicos de <i>Ceraeochrysa everes</i> (Banks) (Neuroptera: Chrysopidae) sobre <i>Maconellicoccus hirsutus</i> (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae).....	55
Resumo	56
Introdução.....	57
Material e Métodos.....	59

Resultados.....	64
Discussão.....	68
Agradecimentos.....	71
Referências.....	72
ANEXOS.....	78

LISTA DE FIGURAS

Capítulo II

- Fig. 1.** Número médio de ovos (A), primeiro (B) e segundo (C) instares de *Maconellicoccus hirsutus* consumidos por larvas de terceiro instar de *Ceraeochrysa everes* em relação a densidade de presas durante um período de 6 h.48

LISTA DE TABELAS

Capítulo II

Tabela 1. Parâmetros estimados da regressão logística da proporção dos estágios de desenvolvimento de <i>Maconellicoccus hirsutus</i> consumidos por larvas de <i>Ceraeochrysa everes</i>	52
Tabela 2. Estimativas médias (\pm erro padrão; EP) e intervalo de confiança (IC) para os parâmetros taxa de ataque (α) e tempo de manipulação (Th) de larvas de 3º instar de <i>Ceraeochrysa everes</i> alimentadas com ovos e ninfas (1º e 2º instares) de <i>Maconellicoccus hirutus</i>	53

Capítulo III

Tabela 1. Influência do tipo de recurso alimentar na duração e no tempo de desenvolvimento total (dias) de estádios imaturos de fêmeas adultas de <i>Ceraeochrysa everes</i> [$25\pm 2^\circ\text{C}$, 12h:12h (L:E) e $70\pm 10\%$ UR]	65
Tabela 2. Influência do tipo de recurso alimentar ofertado na fase larval sobre os períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e na longevidade de fêmeas adultas de <i>Ceraeochrysa everes</i> [$25\pm 2^\circ\text{C}$, 12h:12h (L:E) e $70\pm 10\%$ UR]	67
Tabela 3. Influência do tipo de recurso alimentar ofertado na fase larval sobre os parâmetros reprodutivos de fêmeas adultas de <i>Ceraeochrysa everes</i> [$25\pm 2^\circ\text{C}$, 12h:12h (L:E) e $70\pm 10\%$ UR]	67

RESUMO

Maconellicoccus hirsutus, é uma praga introduzida que ameaça a produção de frutas, olerícolas e plantas ornamentais no Brasil. Entre os inimigos naturais, os insetos predadores da família Chrysopidae têm se destacado em Programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP), devido seu potencial como predadores de populações de artrópodes fitófagos. Um dos crisopídeos nativos associados a *M. hirsutus* é *Ceraeochrysa everes*, que geralmente ocorre em abundância em diversos cultivos onde *M. hirsutus* se faz presente no Maranhão. Deste modo, objetivou-se avaliar o potencial de predação de *C. everes* (3º instar larval) em diferentes estádios de desenvolvimento de *M. hirsutus* por meio da realização de bioensaios de resposta funcional e estudar alguns aspectos biológicos desse predador. Foram feitas dez repetições para cada densidade da *M. hirsutus* oferecida ao predador, e o tipo de curva da resposta funcional foi determinado, por meio de regressão logística, da proporção de presas consumidas em função das densidades de presas oferecidas. A análise de regressão logística revelou uma resposta funcional tipo II ao se alimentar de ovos e ninfas (1º e 2º instares) de *M. hirsutus*. Foram avaliados comparativamente alguns parâmetros biológicos da história de vida de *C. everes* sobre influência de dois diferentes regimes alimentares (ninfas de 2º instar de *M. hirsutus* e ovos de *Anagasta kuehniella*). Larvas de primeiro, segundo e terceiro instares de *C. everes* foram confinadas com ninfas de segundo instar de *M. hirsutus* para avaliar o tempo de desenvolvimento de estádios imaturos, razão sexual, período de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição, incidência de oviposição, viabilidade de ovos, fecundidade (total e diária), fertilidade e longevidade de adultos do predador. Um tratamento adicional constituído por ovos de *A. kuehniella* foi ofertado aos instares larvais de *C. everes* como controle. A duração das fases larvais de *C. everes* foi maior quando o predador foi alimentado com ninfas de 2º instar de *M. hirsutus* em comparação ao tratamento controle. Apesar dos efeitos diferenciados dos tratamentos na biologia de imaturos de *C. everes*, foi observado uma taxa de sobrevivência de 82,5 e 100% quando ofertados ninfas de 2º instares de *M. hirsutus* e ovos de *A. kuehniella*, respectivamente. Conclui-se que *C. everes* tem um grande potencial para reduzir populações de *M. hirsutus*, e *C. everes* consegue predação, se desenvolver e reproduzir tendo como recurso alimentar ninfas de segundo instar de *M. hirsutus*, portanto, esse predador pode ser considerado um bom agente de controle biológico de populações dessa cochonilha exótica.

Palavras-chave: Controle biológico, Crisopídeo, Praga invasora.

ABSTRACT

Maconellicoccus hirsutus, is an introduced pest that threatens the production of fruits, vegetables and ornamental plants in Brazil. Among the natural enemies, the predatory insects of the Chrysopidae family have stood out in Integrated Pest Management Programs (MIP), due to their potential as predators of phytophagous arthropod populations. One of the native chrysopids associated with *M. hirsutus* is *Ceraeochrysa everes*, which usually occurs in abundance in several crops where *M. hirsutus* is present in Maranhão. Thus, the objective was to evaluate the predation potential of *C. everes* (3rd larval instar) at different stages of development of *M. hirsutus* through the performance of functional response bioassays and to study some biological aspects of this predator. Ten repetitions were made for each *M. hirsutus* density offered to the predator, and the type of the functional response curve was determined, through logistic regression, of the proportion of prey consumed as a function of the offered prey density. The logistic regression analysis revealed a type II functional response when feeding on eggs and nymphs (1st and 2nd instars) of *M. hirsutus*. Some biological parameters of *C. everes* life history were evaluated comparatively under the influence of two different diets (nymphs of the 2nd instar of *M. hirsutus* and eggs of *Anagasta kuehniella*). First, second and third instar larvae of *C. everes* were confined with nymphs of second instar of *M. hirsutus* to evaluate the time of development of immature stages, sex ratio, pre-oviposition period, oviposition, post-oviposition, incidence of oviposition, egg viability, fertility (total and daily), fertility and longevity of adult predators. An additional treatment consisting of *A. kuehniella* eggs was offered to the larval instars of *C. everes* as a control. The duration of the larval phases of *C. everes* was longer when the predator was fed nymphs of the 2nd instar of *M. hirsutus* compared to the control treatment. Despite the differentiated effects of treatments on the biology of immature *C. everes*, a survival rate of 82.5 and 100% was observed when nymphs of the 2nd instar of *M. hirsutus* and eggs of *A. kuehniella* were offered, respectively. It is concluded that *C. everes* has a great potential to reduce populations of *M. hirsutus*, and *C. everes* is able to prey, develop and reproduce having nymphs of second instar of *M. hirsutus* as a food resource, therefore, this predator can be considered a good biological control agent for populations of this exotic mealybug.

Keywords: Biological control, Invasive pest, Lacewing.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL E REFERENCIAL TEÓRICO

1. INTRODUÇÃO GERAL

As cochonilhas farinhentas são insetos fitófagos, cosmopolitas, altamente polípagos, que infestam cultivares de plantas em muitas regiões subtropicais e tropicais do mundo (SILVA-TORRES; OLIVEIRA; TORRES, 2013).

Dentre as cochonilhas farinhentas, destaca-se *Maconellicoccus hirsutus* (Green, 1908) (Hemiptera: Pseudococcidae), conhecida como cochonilha-rosada-do-hibisco, uma praga exótica (OLIVEIRA et al., 2018), invasora do sul da Ásia que possui mais de 350 espécies de plantas hospedeiras (GARCIA MORALES et al., 2016). *Maconellicoccus hirsutus* foi registrada pela primeira vez no Brasil em 2010, no Estado de Roraima, infestando mudas de hibisco (MARSARO JÚNIOR et al. 2013). Posteriormente, foi detectada nos Estados do Espírito Santo e Bahia em plantas de cacauzeiros e na região do Submédio do Vale do São Francisco em cultivos de videiras (CULIK et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2014), e no Maranhão foi registrada no ano de 2017, em folhas e frutos de acerola, ciriguela, ata e cupuaçu, nos municípios de Paço do Lumiar, São José de Ribamar e São Luís (RAMOS et al., 2018).

Durante a alimentação, as cochonilhas introduzem substâncias tóxicas nas plantas que causam má formação de folhas e frutos, crescimento apical e podem levar à senescência prematura das flores (TAMBASCO et al., 2000). Por este inseto viver em áreas protegidas nas plantas, como rachaduras das cascas, pecíolos e fendas, além da presença de uma grossa camada de cera no corpo, e ainda possuir ovos protegidos pela secreção filamentosa no ovissaco, são fatores que dificultam a ação de produtos químicos, portanto o controle desta praga se torna muito difícil (NOUREEN et al., 2016).

Alternativamente, o que vem sendo utilizado em alguns países é o controle biológico, que utiliza predadores e parasitoides para controle das cochonilhas (MARSARO JÚNIOR et al., 2013). Neste contexto, os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) conhecidos como bichos-lixeiros são insetos benéficos que atuam na regulação populacional de diversas ordens de insetos e grupos de ácaros fitófagos (ALBUQUERQUE; TAUBER; TAUBER, 2012). Estágios imaturos de Chrysopidae são vorazes, ativos e com excelente capacidade de busca, que se alimentam e consomem grande diversidade e elevado número de presas para completar seu desenvolvimento (VAN LENTEREN, 2012; ALBUQUERQUE; TAUBER; TAUBER, 2012). A grande plasticidade em se adequar a flutuações populacionais e a disponibilidade de suas presas tornam os crisopídeos eficientes predadores (MCEWEN; NEW; WHITTINGTON, 2001).

Crisopídeos são insetos da família Chrysopidae, que é composta por 1.413 espécies e subespécies distribuídos em 82 gêneros (OSWALD, 2019). Esta família é dividida em três subfamílias, e a maior, Chrysopinae, compreende 97% de suas espécies descritas (ADAMS; PENNY, 1987, BROOKS; BARNARD, 1990). O gênero *Ceraeochrysa* Adams (1982) compreende 63 espécies descritas (OSWALD, 2019), portanto o maior da tribo Chrysopini e o segundo maior da família (BROOKS; BARNARD, 1990).

O potencial dos inimigos naturais no controle biológico é comumente medido por meios de estudos de resposta funcional (SOLOMON, 1949; LAWS, 2017). A resposta funcional descreve a relação entre o número de presas atacadas por um predador (taxa de consumo em nível individual) em função da densidade da presa em um determinado período de tempo (SOLOMON, 1949). Assim, os modelos de resposta funcional permitem fazer descrições quantitativas a partir de padrões comportamentais de um predador quando este se depara com diferentes densidades de presas (HASSANPOUR et al., 2011; SUGAWARA; ULLAH; GOTOH, 2018; JUMBO et al., 2019).

Para o estabelecimento de programas de controle biológico o entendimento das interações predador-presa é fundamental. Desse modo, a resposta funcional de um predador é um dos fatores mais importantes na dinâmica populacional de sistemas predador-presa (HASSANPOUR et al., 2011). Logo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de predação de *C. everes* (3º instar larval) em diferentes estádios de desenvolvimento de *M. hirsutus* (ovo, 1º e 2º instares ninfais), por meio da realização de bioensaios de resposta funcional e estudar alguns aspectos biológicos desse predador.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos biológicos das cochonilhas

As cochonilhas pertencem à superfamília Coccoidea (Hemiptera: Sternorrhyncha) e atacam mais de 350 espécies de plantas hospedeiras, em 222 gêneros e 78 famílias botânicas, e podem ser pragas potenciais de muitas culturas importantes economicamente (GARCIA MORALES et al., 2016), como por exemplo folhas e frutos de *Annona muricata* L., *Annona squamosa* L., *Mangifera indica* L., *Pyrus communis* L. e *Spondias mombin* L. (LOPES et al., 2019).

Os pseudococcídeos caracterizam-se pela presença dos cerários, na extensão lateral do corpo, responsáveis por escretar uma camada fina de secreções de aparência farinhenta e, o

fluxo destas secreções pode ser observado em comprimento variável, dependendo da espécie (DOWNIE; GULLAN, 2004).

As cochonilhas expressam um grande dimorfismo sexual, as fêmeas adultas são neotênicas (assemelham-se às ninfas, mas são sexualmente maduras) e ápteras, com cabeça, tórax e abdômen fundidos e geralmente sésseis, possuem tamanhos e forma variáveis, mas normalmente são ovoides circulares ou alongadas com comprimento do corpo que varia entre 0,5 a 35 mm; pelos estiletos permanecem todo o tempo fixas à planta hospedeira (TRIPHEHORN; JOHNSON, 2011). As fêmeas possuem quatro ou cinco fases de desenvolvimento: ovo, dois ou três estágios imaturos (ninfas) e adulto; os ovos são colocados em uma cavidade sob seu corpo ou em uma camada de cera (ovissaco) que pode ser anexado ao seu corpo, ou podem ser armazenados no trato reprodutivo até os estágios jovens prontos para eclodir (SYSTEMATIC ENTOMOLOGY LABORATORY, 2014).

Os machos adultos são alados e possuem apenas um par de asas desenvolvido (raramente são ápteros), apresentam três pares de olhos simples, não têm peças bucais e não se alimentam, ao contrário das fêmeas, os machos adultos possuem clara divisão entre cabeça, tórax e abdômen que termina num prolongamento longo e estiliforme, as antenas dos machos têm de 10 a 25 segmentos, enquanto as fêmeas podem ter de 0 a 11 segmentos (TRIPHEHORN; JOHNSON, 2011).

As ninfas de primeiro instar são móveis e semelhantes em ambos os sexos e, apesar de sua capacidade de deslocamento ser restrita, devido a seu tamanho pequeno, podem se dispersar passivamente pelo vento, pela água, pelos animais e pelo homem; podem caminhar curtas distâncias sobre o solo até outras plantas hospedeiras vizinhas (FLANDERS, 1970).

O primeiro instar (*crawler*) serve como um agente de dispersão e localização de sítios de alimentação, enquanto que os machos têm função de disseminação do pool genético, porém, o vento é o maior dispersor das ninfas, que se deslocam por toda a cultura e entre culturas vizinhas (GRAVENA, 2003; GULLAN; MARTIN, 2003).

As cochonilhas podem ser encontradas sobre quase todas as partes do hospedeiro, que inclui folhas, troncos, galhos, raízes e frutos. Podem prejudicar a planta de forma direta, pela sucção da seiva e, de forma indireta, inoculando substâncias tóxicas que transmitem microrganismos, sendo que as fêmeas são as principais causadoras dos danos, e passam toda sua vida sobre a planta hospedeira (ZUCCHI; NETO; NAKANO, 1993). Além disso, o “*honeydew*” liberado pela cochonilha atrai formigas e propicia o desenvolvimento do fungo fumagina (*Capnodium* spp.), que reduz a fotossíntese e dificulta a respiração das plantas hospedeiras (GRAVENA, 2003).

As cochonilhas liberam secreções que são formadas pela mistura de três tipos de cera e outras substâncias, incluindo lipídios e resinas, que tem como função protegê-las contra a perda excessiva de água, condições de excesso de umidade, ataque de inimigos naturais e, até mesmo, exercer função sensorial (ROSS; SHUKER, 2008).

2.1.1 *Maconellicoccus hirsutus*

Maconellicoccus hirsutus (Green, 1908), popularmente conhecida como cochonilha-rosada-do-hibisco, é uma praga exótica (OLIVEIRA et al., 2018), invasora do sul da Ásia e tem uma distribuição em regiões subtropicais e tropicais do mundo (GARCIA MORALES et al., 2016). *Maconellicoccus hirsutus* tem sido registrada afetando mais de 350 espécies de plantas hospedeiras de 76 famílias botânicas (GARCIA MORALES et al., 2016).

No Brasil, *M. hirsutus* foi registrada pela primeira vez no ano de 2010, em plantas de *Hibiscus rosa-sinensis* L. (Malvaceae) no Estado de Roraima (MARSARO JUNIOR et al., 2013). E no Maranhão, a cochonilha rosada foi registrada no ano de 2017, em folhas e frutos de *Annona squamosa* L. (Annonaceae), *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), *Theobroma grandiflorum* Schum. (Malvaceae) e *Malpighia puniceifolia* L. (Malpighiaceae), nos municípios de Paço do Lumiar, São José de Ribamar e São Luís (RAMOS et al., 2018).

Durante a oviposição da *M. hirsutus*, as fêmeas secretam um ovissaco de cera branca de formato irregular, sobre o qual os ovos são depositados, e cada fêmea pode depositar menos de 100 a mais de 600 ovos ao longo de um período de cerca de uma semana, dependendo da espécie de planta hospedeira ou substratos alimentares (CHONG et al., 2008). Os ovos são inicialmente de cor laranja, tornando-se rosados na maturidade. Os machos adultos são de cor laranja, menores que as fêmeas, com um par de asas e dois filamentos caudais cerosos, não se alimentam, vivendo apenas alguns dias para acasalar (STIBICK, 1997).

Ninfas e fêmeas adultas de *M. hirsutus* ao se alimentarem injetam substâncias tóxicas, que reduzem o crescimento, causam enrolamento de folhas e encurtamento dos entrenós, o que aumenta a formação de novas brotações, queda ou deformação de flores e frutos e morte de plantas (KAIRO et al., 2000). Durante a alimentação *M. hirsutus* produz o “honeydew” e, deixa meio propício para o aparecimento da fumagina que vai reduzir a fotossíntese e a produção de frutos, e a cera branca produzida por essa cochonilha afeta também a comercialização de frutas e plantas ornamentais (KAIRO et al., 2000).

Dentre os inimigos naturais, os coccinelídeos estão entre os mais conhecidos. *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant, 1850 (Coleoptera: Coccinellidae) é nativo da Austrália e

tem sido utilizada comercialmente em muitos programas de controle biológico clássico de várias espécies de cochonilhas, principalmente *Planococcus citri* Risso, 1813 (Hemiptera: Pseudococcidae), afídeos e alguns psílídeos em todo o mundo (ROCHA et al., 2010; ROCHA et al., 2011, SANCHES; CARVALHO, 2011). Adicionalmente, insetos predadores conhecidos por crisopídeos ou bichos-lixeiros são grandes agentes de controle biológico de pragas, devido apresentarem uma ampla variedade de presas, distribuição global e busca eficaz, assim, são predadores generalistas eficientes de muitas pragas de insetos fitófagos (YE et al., 2015). Devido a esses aspectos, eles agora são recomendados como componentes de um programa de manejo integrado de pragas (NEHARE et al., 2004).

2.2 Aspectos biológicos dos Crisopídeos

Chrysopidae é a segunda maior família de Neuroptera com 1.413 espécies distribuídas em todos os continentes, exceto na Antártica (BROOKS; BARNARD, 1990; OSWALD, 2019). *Ceraeochrysa* Adams, 1982 (Neuroptera: Chrysopidae), o segundo gênero mais diverso dentre os Chrysopidae, agrupa cerca de 63 espécies (OSWALDO, 2019), das quais 33 são registradas no Brasil (MARTINS; MACHADO, 2020).

A família Chrysopidae tem se destacado em estudos voltados ao controle biológico de pragas, devido suas larvas serem vorazes, com grande capacidade de busca, resistência a inseticidas, alto potencial reprodutivo e alimentação de várias presas de corpo mole que são consideradas pragas de diferentes culturas (CARVALHO; SOUZA, 2000; FREITAS; PENNY, 2012).

As fêmeas colocam ovos esféricos depositados no topo de longos pedúnculos (NEUENFELDT; SCHEIBE, 2017) com comprimento que varia entre 0,7 e 2,3 mm, a coloração varia de amarelo a verde azulada quando ovipositado, mas torna-se escuro quando o embrião se desenvolve (FREITAS, 2001). Os ovos são do tipo campodeiforme que eclodem entre quatro e cinco dias, a uma temperatura de 25 °C, e passam por três ínstares antes de se transformarem em pupas (TAUBER et al., 2000, RAHMAN; HANDIQUE; ROY, 2017).

O aparelho bucal das larvas é constituído por mandíbulas e maxilas bem desenvolvidas que formam uma estrutura especializada que permite sugar o alimento (TAUBER; TAUBER; ALBUQUERQUE, 2009). Muitas espécies tem o hábito de carregar restos de suas presas sobre o dorso, comportamento usado para camuflagem, por isso são conhecidas populamente como bicho-lixeiro (PENNY, 2002). Após o término do desenvolvimento, crescimento e ganho de peso total, as larvas de terceiro instar tecem um casulo constituído por uma dupla estrutura mais

ou menos pronunciada apresentando uma fina camada de fios de seda externamente responsável por manter o casulo verdadeiro preso ao substrato e outra camada interna envolvendo a pré-pupa (CANARD; PRINCIPI, 1984; CANARD; VOLKOVICH, 2001). Os casulos são geralmente encontrados em plantas, dentro de folhas curvadas, sobre folhas ou em profundidades rasas em solos arenosos (CANARD; VOLKOVICH, 2001).

Posteriormente à fase de pupa ocorre a emergência do adulto que apresenta corpo delicado, olhos grandes iridescentes, tamanho médio, coloração verde, porém algumas espécies podem apresentar coloração avermelhada ou castanho-escuras (ALBUQUERQUE, 2009). A competição intraespecífica é reduzida pelas larvas e indivíduos adultos de Chrysopidae explorando diferentes habitats e recursos alimentares (SZENTKIRÁLYI, 2001; FREITAS, 2002). Os gêneros *Anomalochrysa* spp., *Atlantochrysa* spp. e *Chrysopa* spp. são carnívoros em todas as fases (BROOKS; BARNARD, 1990), a dieta da maioria dos crisopídeos adultos é glico-polinívora, alimentando-se de produtos de origem vegetal (pólen e néctar das plantas) e “*honeydew*” de insetos (substância açucarada excretada por alguns Sternorrhyncha) (PAPPAS et al., 2011).

2.3 Controle biológico e resposta funcional

A utilização irracional de inseticidas tem contribuído para que populações de inimigos naturais sejam eliminadas dos agroecossistemas, visto que esses produtos apresentam baixa seletividade aos organismos benéficos (PETROSKI; STANLEY, 2009).

O controle biológico é uma técnica aplicada para a redução da densidade de insetos-pragas por meio da ação de inimigos naturais (OKAMOTO; AMARASEKARE, 2012). Esse método é importante para proteção de plantas contra o ataque de artrópodes-pragas, sendo um processo eficaz, permanente e econômico (BERTI FILHO; MACEDO, 2011). Manter os inimigos naturais nos agroecossistemas é uma forma de evitar que insetos-pragas, alcancem níveis populacionais capazes de causar dano econômico às culturas (BERTI FILHO; CIOCIOLA, 2002; DEGRANDE et al., 2002). O controle biológico pode ser dividido em: controle biológico natural, controle biológico conservativo, controle biológico clássico e controle biológico aplicado (aumentativo) (VAN LENTEREN, et al, 2018).

O controle biológico natural, é um serviço ecossistêmico (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005) que de forma natural os organismos pragas são reduzidos por organismos benéficos. Isso ocorre em todos os ecossistemas do mundo sem

qualquer intervenção humana, e, em termos econômicos, é a maior contribuição do controle biológico para a agricultura (WAAGE; GREATHEAD, 1988).

No controle biológico conservativo, envolve a manutenção dos inimigos naturais nos agroecossistemas por favorecer ou fornecer condições de sobrevivência e reprodução e, conseqüentemente, aumentando sua efetividade, assim, essa estratégia envolve, portanto, o manejo do habitat, também denominado de “manipulação ambiental”, a qual compreende qualquer prática agrônômica que vise o aumento e preservação de inimigos naturais nos agroecossistemas (VAN LENTEREN et al., 2018).

O controle biológico clássico é definido pela importação e introdução intencional de inimigos naturais de outras regiões e países, para o local desejado com o intuito de controlar insetos-pragas a longo prazo (SANDA; SUNUSI, 2014).

No controle biológico aplicado, os inimigos naturais são criados massalmente para liberações em grandes quantidades (VAN LENTEREN et al., 2018). Existem duas formas de liberações: inundativas e inoculativas. A liberação inundativa envolve a liberação periódica de uma grande quantidade de inimigos naturais criados em laboratório, para a redução imediata da população de insetos-pragas, e é considerada medida corretiva (NAFIU; DONG; CONG, 2014; PARNELL et al., 2016). Na liberação inoculativa é liberado um pequeno número de inimigos naturais ainda quando a população de pragas é muito baixa, não permitindo que a praga chegue próxima do nível de dano econômico (NAFIU; DONG; CONG, 2014).

A eficiência de um predador sobre determinados tipos de presas pode ser avaliada por características comportamentais. A resposta funcional é definida como a relação entre a taxa de consumo do predador em função da densidade da presa em um determinado período de tempo (SOLOMON, 1949). Dessa forma, os modelos de resposta funcional permitem fazer descrições quantitativas a partir de padrões comportamentais de um predador quando este se depara com diferentes densidades de presas (SUGAWARA; ULLAH; GOTOH, 2018; JUMBO et al., 2019).

Respostas funcionais avaliam o comportamento alimentar de predadores, que podem ser influenciados por fatores como condições ambientais e diversas interações bioecológicas (por exemplo, tamanho, comportamento e densidade) entre predadores e presas (LAWS, 2017).

Existem três tipos de resposta funcional: o tipo I (linear) é observado principalmente em invertebrados aquáticos filtradores; o tipo II (hipérbole) é frequentemente observado em ampla gama de espécies de predadores, dentre os quais os insetos predadores e parasitoides; o tipo III (sigmoidal) é observado em predadores vertebrados e invertebrados (JULIANO, 2001; AUKEMA; RAFFA, 2004). Predadores que apresentam uma resposta positiva a densidade de

presas, ou seja, dependente da densidade (tipo III), podem ser considerados eficientes agentes de controle biológico (SARMENTO et al., 2007). No entanto, predadores que apresentam uma resposta funcional do tipo II também podem contribuir significativamente na regulação populacional de presas (JALALI; TIRRY; DE CLERCQ, 2010; JUMBO et al., 2019).

Tais modelos de resposta funcional propiciam avaliar dois parâmetros básicos na determinação da eficiência de um predador, o tempo de manipulação da presa (Th) e a taxa de sucesso na procura de presas (α). O tempo de manipulação consiste no tempo requerido por um predador para encontrar, matar e ingerir sua presa, enquanto a taxa de sucesso na procura de presas representa a eficácia de busca por uma determinada presa (SARMENTO et al., 2007; ATHHAN et al., 2010).

Vários trabalhos de resposta funcional com crisopídeos já foram publicados, como por exemplo, Fonseca, Carvalho e Souza (2000) estudando a resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) alimentada com cinco densidades de *Schizaphis graminum* (Rondani) tiveram como resultados uma resposta funcional do Tipo II para os três instares larvais desse predador. Hassanpour et al. (2011) avaliaram a resposta funcional de três instares larvais do crisopídeo, *Chrysoperla carnea* (Stephens), predando ovos e larvas de primeiro instar da lagarta do algodão, *Helicoverpa armigera* Hübner, e obtiveram como resultados que larvas de primeiro e segundo instares de *C. carnea* exibiram respostas funcionais do tipo II contra ambos os estágios de presa. No entanto, as larvas de terceiro instar de *C. carnea* apresentaram uma resposta funcional do tipo II às larvas de primeiro instar de *H. armigera*, mas uma resposta funcional do tipo III aos ovos. Mahzoum et al. (2020) estudando resposta funcional de larvas de *Chrysoperla carnea* alimentadas com ninfas de *Saissetia oleae* tiveram como resultados encontrados resposta funcional do Tipo II.

REFERÊNCIAS

- ADAMS, P. A.; PENNY, N. D. Neuroptera of the amazon basin. Part 1a. Introduction and chrysopini. **Acta Amazonica**, Manaus, v. 15, p. 413-479, 1987.
- 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, p. 594-631, 2012.
- ALBUQUERQUE, S. A. Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae). In: PANIZZU, A. R., PARRA, J. R. P. **Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas**, Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 969-1022, 2009.
- ATHHAN, R.; KAYDAN, M. B.; YARIMBATMAN, A.; OKUT, H. Functional response of the coccinellid predator *Adalia fasciatopunctata revelierei* to walnut aphid (*Callaphis juglandis*). **Phytoparasitica**, Holanda, Dordrecht, v. 38, p. 23-29, 2010.
- AUKEMA, B. H.; RAFFA, K. F. Does aggregation benefit bark beetles by diluting predation? Links between a group-colonization strategy and the absence of emergent multiple predator effects. **Ecological Entomology**, Pacific Forestry Centre, v. 29, p. 129-138, 2004.
- BERTI FILHO, E.; CIOCIOLA, A. I. Parasitoides ou predadores? Vantagens e desvantagens. In: PARRA, J. R. P. (eds); BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**, São Paulo, Manole, Cap. 3, p. 29-41, 2002.
- BERTI FILHO, E.; MACEDO, L. P. M. **Fundamentos de controle biológico de insetos praga**, Natal: IFRN Editora, p. 180, 2011.
- 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.; PRINCIPI, M. M. Life histories and behavior. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T. R. (eds). **Biology of Chrysopidae**, Boston, The Hague, p. 57-149, 1984.
- CANARD, M.; VOLKOVICH, T. A. Outlines of lacewing development. In: MCEWEN, P.; NEW, T. R.; WHITTINGTON, A. E. (eds). **Lacewings in the crop environment**, Cambridge University Press, London, p. 130-153, 2001.
- CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: BUENO, V. H. P. (eds). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Editora Universidade Federal de Lavras, Lavras, p. 91-109, 2000.
- CHONG, J. H.; RODA, A. L.; MANNION, C. M. Life history of the mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae), at constant temperatures. **Environmental Entomology**, Old Cutler Road, Miami, v. 37, n. 2, p. 323-332, 2008.
- COCK, M. J. W.; VAN LENTEREN, J. C.; BRODEUR, J.; BARRATT, B. I. P.; BIGLER, F.; BOLCKMANS, K.; CÔNSOLI, F. L.; HAAS, F.; MASON, P. G.; PARRA, J. R. P. Do

new access and benefit sharing procedures under the convention on biological diversity threaten the future of biological control? **BioControl**, v. 55, p. 99-218, 2010.

CULIK, M. P.; MARTINS, D. S.; ZANUNCIO JUNIOR, J. S.; FORNAZIER, M. J.; VENTURA, J. A.; PERONTI, A. L. B. G.; ZANUNCIO, J. C. The invasive hibiscus mealybug *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) and its recent range expansion in Brazil. **Florida Entomologist**, Vitória, Espírito Santo, v. 96, n. 2, p. 638-640, 2013.

DEGRANDE, P. E.; REIS, P.R.; CARVALHO, G.A.; BELARMINO, L.C. Metodologia para avaliar o impacto de pesticidas sobre inimigos naturais. In: PARRA, J. R. P. BOTELHO, P. S. M.; CORRÊA-FERREIRA, B. S.; BENTO, J. M. S. (eds). **Controle biológico no Brasil: parasitoides e predadores**. São Paulo: Manole, p. 71-94, 2002.

DOWNIE, D. A.; GULLAN, P. J. Phylogenetic analysis of mealybugs (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae) based on DNA sequences from three nuclear genes, and a review of the higher classification. **Systematic Entomology**, Califórnia, Estados Unidos, v. 29, p. 238–259, 2004.

EILENBERG, J.; HAJEK, A.; LOMER, C. Suggestions for unifying the terminology in biological control. **BioControl**, v. 46, p. 387–400, 2001.

FLANDERS, S. E. Observations on host plant induced behavior of scale insects and their endoparasites. **Canadian Entomologist**, Riverside, Miami, v.102, p. 913-926, 1970.

FONSECA, A. R.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, S. Functional response of *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) fed on *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n.2, p. 309-317, 2000.

FREITAS, S. de. O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas em laboratório. **Embrapa hortaliças**, Jaboticabal, p. 66, 2001.

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: parasitoides e predadores**. São Paulo, Editora Manole, p. 209-224, 2002.

FREITAS, S.; PENNY, N. D. Neuroptera. In: RAFAEL, J. A.; MELO, G. A. R.; CARVALHO, C. J. B.; CASARI, S. A.; CONSTANTINO, R. **Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia**. Ribeirão Preto: Holos Editora, p. 537-546, 2012.

GARCIA MORALES, M. et al. A Literature-based model of scale insect biology and systematics. **ScaleNet**. 2016. Disponível em: <<http://scalenet.info>>. Acesso em: 02 mai. 2019.

GRAVENA, S. Cochonilha Branca: descontrolada em 2001. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 24, n. 1, p. 71-82, 2003.

GULLAN, P. J.; MARTIN, J. H. Sternorrhyncha (jumping plant-lice, whiteflies, aphids and scale insects). **Encyclopedia of insects**, Amsterdã, Academic Press, p. 1079-1089, 2003.

- HASSANPOUR, M.; MOHAGHEGH, J.; IRANIPOUR, S.; NOURI-GANBALANI, G.; ENKEGAARD, A. Functional response of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) to *Helicoverpa armigera* (Lepidoptera: Noctuidae): Effect of prey and predator stages. **Insect Science**, Ardabil, Iran, v. 18, p. 217–224, 2011.
- JALALI, M. A.; TIRRY, L.; DE CLERCQ, P. Effect of temperature on the functional response of *Adalia bipunctata* to *Myzus persicae*. **BioControl**, Ghent, Bélgica, v. 55, p. 261–269, 2010.
- JULIANO, S. A. Non-linear curve fitting: predation and functional response curves. In: SCHEINER, S. M.; GUREVITCH, J. (eds). **Design and Analysis of Ecological Experiments**, New York, Chapman and Hall, p.178–196, 2001.
- JUMBO, L. O. V.; TEODORO, A. V.; RÊGO, A. S.; HADDI, K.; GALVÃO, A. S.; OLIVEIRA, E. E. The lacewing *Ceraeochrysa caligata* as a potential biological agent for controlling the red palm mite *Raoiella indica*. **PeerJ**, v.7, e7123, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.7717/peerj.7123>>. Acesso em: 23 out. 2019.
- KAIRO, M. T. K.; POLLARD, G. V.; PETERKIN, D. D.; LOPEZ, V. Biological control of the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera: Pseudococcidae) in the Caribbean. **Integrated Pest Management Reviews**, Bridgetown, Barbados, v. 5, n. 1, p. 241-254, 2000.
- LAWS, A. N. Climate change effects on predator-prey interactions. **Elsevier**. Current Opinion in Insect Science. Houston, Estados Unidos, v. 23, p. 28-34, 2017.
- LOPES, F. S. C.; OLIVEIRA, J. V.; OLIVEIRA, J. E. M.; OLIVEIRA, M. D.; SOUZA, A. M. Host plants for mealybugs (Hemiptera: Pseudococcidae) in grapevine crops **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 49, p. e54421, 2019.
- MAHZOUM, A. M.; VILLA, M.; MARÍN, J. B.; PEREIRA, J. A. Functional Response of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) Larvae on *Saissetia oleae* (Olivier) (Hemiptera: Coccidae): Implications for Biological Control. **Agronomy**, v. 10, n. 10, p. 1511, 2020.
- MARSARO JÚNIOR, A. L.; PERONTI, A. L. B. G.; PENTEADO-DIAS, A. M.; MORAIS, E. G. F.; PEREIRA, P. R. V. S. First report of *Maconellicoccus hirsutus* (Green, 1908) (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae) and the associated parasitoid *Anagyrus kamali* (Moursi, 1948) (Hymenoptera: Encyrtidae), in Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, Rio Grande do Sul, Brasil, v. 73, n. 2, p. 413-418, 2013.
- MARTINS, C. C.; MACHADO, R. J. P. 2020 Chrysopidae. In: **Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil**. <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/96><Acesso em 13 jan. 2021.
- MCEWEN, P. K.; NEW, T. R.; WHITTINGTON, A. E. Lacewings in the Crop Environment. **Cambridge University Press**, Londres, p. 546, 2001.
- MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and human well-being: synthesis**. Island Press, Washington, 2005.

NAFIU, B. S., DONG, H., CONG, B. Principles of Biological Control in Integrated Pest Management. **International Journal of Applied Research and Technology**, Shenyang, v. 3, n. 11, p. 104-116, 2014.

NEHARE, S. K., DEOTALE, V. Y., DEOTALE, R. O., DAWANE, P. N. Biology and predatory potential of *Mallada boninensis* (Okamoto) against sucking pests. **Journal of Soils and Crops**, v. 14, p. 427-432, 2004.

NEUENFELDT, M.; SCHEIBEL, T. Sequence identification, recombinant production, and analysis of the self-assembly of egg stalk silk proteins from lacewing *Chrysoperla carnea*. **Biomolecules**, Bayreuth, Germany, v. 7, p. 43, 2017.

NOUREEN, N.; HUSSAN, M. FATIMA, S.; GHAZANFAR, M. Cotton Mealybug Management: a review. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, Paquistão, v. 4, n. 4, p. 657-663, 2016.

OKAMOTO, K. W.; AMARASEKARE, P. The biological control of disease vectors. **Journal of Theoretical Biology**, Los Angeles, v. 309, n. 7, p. 47-57, 2012.

OLIVEIRA J. E. M.; LOPES, F. S. C.; OLIVEIRA, M. D.; PEREIRA, V. S.; FREITAS, M. T. S.; OLIVEIRA, J. V.; BALBINO, V. Q. Registro de ocorrência da cochonilha rosada *Maconellicoccus hirsutus* no Semiárido Brasileiro. In: **Congresso Brasileiro de Entomologia**, Goiânia: Sociedade Entomológica do Brasil, p. 25, 2014.

OLIVEIRA, J. E. M.; LOPES, F. S. C.; OLIVEIRA, J. V.; OLIVEIRA, M. D.; FREITAS, M. T. S.; BALBINO, V. Q. *Maconellicoccus hirsutus* (Green, 1908) (Hemiptera: pseudococcidae): exotic pest introduced on vine in the São Francisco valley. **Asian Academic Research Journal of Multidisciplinary**, v. 5, p. 30-38, 2018.

OSWALD, J. D. **LDL Neuropterida Species of the World**. In: ROSKOV, Y.; OWER, G., ORRELL, T.; NICOLSON, D.; BAILLY, N.; KIRK, P. M.; BOURGOIN, T.; DEWALT, R. E.; DECOCK, W.; NIEUKERKEN E. VAN; ZARUCCHI, J.; PENEV, L. (eds). 2019. Disponível em: <www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2019>. Acesso em: 15 jan 2020.

PAPPAS, M. L., E B.; KOVEOS, D. S. Chrysopid Predators and their Role in Biological Control. **Journal of Entomology**, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 301-26, 2011.

PARNELL, J. J.; BERKA, R.; YOUNG, H. A.; STURINO, J. M.; KANG, Y.; BARNHART, D. M.; DILEO, M. V. From the lab to the farm: na industrial perspective of plant beneficial microorganisms. **Front Plant Science**, v.7, e1110. 2016. Disponível em: <[doi:10.3389/fpls.2016.01110](https://doi.org/10.3389/fpls.2016.01110)>. Acesso em: 23 out. 2020.

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

PETROSKI, R. J; STANLEY, D. W. Natural compounds for pest and weed control. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Peoria, v. 57, n. 18, p. 8171-8179, 2009.

RAHMAN, A.; HANDIQUE, G.; ROY, E. S. Comparative biology, predation capacity and effect of an artificial diet on reproductive parameters of green lacewing *Mallada boninensis* (Neuroptera: Chrysopidae). **Agricultural and Forest Entomology**, Assam, Índia, v. 19, p. 418-423, 2017.

- RAMOS, A. S. J. C.; PERONTI, A. L. B.; KONDO, T. LEMOS, R. N. S. First record of *Crypticerya zeteki* (Cockerell, 1914) (Monophlebidae) in Brazil and *Maconellicoccus hirsutus* (Green, 1908) (Pseudococcidae) in the state of Maranhão. **Brazilian Journal of Biology**, Maranhão, Brasil, v. 78, p. 87–90. 2018.
- ROCHA, L. C. D.; CARVALHO, G. A.; MOSCARDINI, V. F.; REZENDE, D. T. Seletividade de inseticidas utilizados em cultura cafeeira para larvas de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 939-946, 2011.
- ROCHA, L. C. D.; CARVALHO, G. A.; MOURA A.P.; MOSCARDINI, V. F.; REZENDE, D. T.; SANTOS, O. M. Seletividade fisiológica de inseticidas utilizados em cultura cafeeira sobre ovos e adultos de *Cryptolaemus montrouzieri* Mulsant. **Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 77, n. 1, p. 119-127, 2010.
- ROSS, L.; SHUKER, D. M. Scale insects: Quick guide. **Current Biology**, v. 19, n. 5, 2008.
- SANCHES, N. F.; CARVALHO, R. S. Multiplicação do predador exótico *Cryptolaemus montrouzieri* como alternativa de controle biológico clássico para o controle da cochonilha exótica *Maconellicoccus hirsutus*. **Cadernos de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 1-5, 2011.
- SANDA, N.B.; SUNUSI, M. Fundamentals of biological control of pests. **International Journal of Central Banking**, Nigéria, v. 1, n. 6, p. 1-14, 2014.
- SARMENTO, R. A.; PALLINI, A.; VENZON, M.; SOUZA, O. F.; MOLINA-RUGAMA, A. J.; ADRIÁN JOSÉ; OLIVEIRA, C. L. Functional response of the predator *Eriopsis conexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to different prey types. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 50, p. 121-126, 2007.
- SILVA-TORRES, C. S. A.; OLIVEIRA, M. D.; TORRES, J. B. Host selection and establishment of striped mealybug, *Ferrisia virgata*, on cotton cultivars. **Phytoparasitica**, Recife, Pernambuco, v. 41, p. 31–40. 2013.
- SOLOMON, M. The natural control of animal populations. **The Journal of Animal Ecology**, Slough, Inglaterra, v. 18, n. 1, p. 1-35, 1949.
- STIBICK, J. N. L. **Pink hibiscus mealybug, new pest response guidelines**. United States Department of Agriculture, p. 104, 1997.
- SUGAWARA, R.; ULLAH, M. S.; HO, C-C.; GOTOH, T. Impact of temperature-mediated functional responses of *Neoseiulus womersleyi* and *N. longispinosus* (Acari: Phytoseiidae) on *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Biological Control**, Ami, Japão, v. 126, p. 26-35, 2018.
- SYSTEMATIC ENTOMOLOGY LABORATORY. **Scale insects: general information**. 2014.
- SZENTKIRÁLYI. Ecology and habitat relationships. In: MCEWEN, P.; NEW, T.; WHITTINGTON, A. E. (eds) *Lacewings in the Crop Environment*. **Cambridge University Press**, London. p. 82-115, 2001.

TAMBASCO, F. J.; LAN SÁ; NARDO, E. A. B.; TAVARES, M. T. Cochonilha rosada *Maconellicoccus hirsutus* (Verde): Uma praga de importância quarentenária já se encontra na Guiana Inglesa. **Floresta**, Rio Negro, Paraná, v. 30, n. 1-2, p. 85-93, 2000.

TAUBER, C. A.; de LEÓN, T.; PENNY, N. D.; TAUBER, M. J. The genus *Ceraeochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae) of America North of Mexico: larvae, adults, and comparative biology. **Annals of the Entomological Society of America**, São Paulo, v. 93, p. 1195–1221, 2000.

TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J.; ALBUQUERQUE, G. S. Neuroptera: (lacewings, antlions). In: (eds). **Encyclopedia of Insects**, São Paulo, p. 695-707, 2009.

TRIPLEHORN, C. A.; JOHNSON, N. F. **Introduction to the study of insects**. Estudos dos Insetos - tradução da 7ª edição de Borror and DeLong's. São Paulo, p. 809, 2011.

VAN LENTEREN, J. C. BOLCKMANS, K.; KOHL, J.; RAVENSBERG, W. J.; URBANEJA, A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **Biological Control**, São Paulo, v. 63, p. 39-59, 2018.

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

WAAGE, J. K.; GREATHEAD, D. J. Biological control: challenges and opportunities. **Philosophical Transactions of the Royal Society B. Biological Sciences**, Reino Unido, v. 318, p. 111–128, 1988.

YE, J., DAI, J., LI, J., LI, Z., LU, Y., HAN, S. ZENG, L. Development and reproduction of *Mallada basalis* (Neuroptera: Chrysopidae) on artificial diets. **Florida Entomologist**, v. 98, p. 1072–1076, 2015.

ZUCCHI, R. A.; NETO, S. S.; NAKANO, O. **Guia de identificação de pragas agrícolas**. Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, Brasil, p. 139, 1993.

CAPÍTULO II

**RESPOSTA FUNCIONAL DE *Ceraeochrysa everes* (BANKS) (NEUROPTERA:
CHRYSOPIDAE) À *Maconellicoccus hirsutus* (GREEN) (HEMIPTERA:
PSEUDOCOCCIDAE)**

Artigo redigido para submissão à PeerJ

1 *Ceraeochrysa everes* (Neuroptera: Chrysopidae) como potencial

2 agente de controle biológico da cochonilha-rosada-do-hibisco

3 *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae)

4

5 Anne Caroline Bezerra dos Santos¹, Raimunda Nonata Santos de Lemos¹

6

7 ¹*Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, São*

8 *Luís, Maranhão, Brazil*

9 *Autor correspondente:

DSc. Raimunda Nonata S. de Lemos

E-mail: rlemos@cca.uema.br

Phone: +55 98 9 9972-9504

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22 **Resumo**

23

24 *Maconellicoccus hirsutus*, é uma praga introduzida que ameaça a produção de frutas, olerícolas
25 e plantas ornamentais no Brasil. Os Chrysopidae têm se destacado em programas de controle
26 biológico em todo o mundo devido ao seu potencial como supressores de populações de
27 artrópodes fitófagos. Um dos crisopídeos nativos associados a *M. hirsutus* é *Ceraeochrysa*
28 *everes*, que geralmente ocorre em abundância em diversos cultivos onde a cochonilha-rosada-
29 do-hibisco se faz presente. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de predação de *C.*
30 *everes* (3º instar larval) em diferentes estádios de desenvolvimento de *M. hirsutus* (ovo, 1º e 2º
31 instares ninfais), utilizando bioensaios de resposta funcional. Foram feitas dez repetições para
32 cada densidade da *M. hirsutus* oferecida ao predador, e o tipo de curva da resposta funcional
33 foi determinado, por meio de regressão logística, da proporção de presas consumidas em função
34 das densidades de presas oferecidas. A análise de regressão logística revelou uma resposta
35 funcional tipo II, demonstrando que o número de ovos e ninfas (1º e 2º instares) de *M. hirsutus*
36 consumidos por larvas de 3º instar de *C. everes* aumentou gradualmente à medida que a
37 densidade de presas aumentou. Larvas de *C. everes* apresentaram elevada taxa de ataque sobre
38 o 1º instar ninfal de *M. hirsutus* em comparação aos demais tipos de presas ofertadas ao
39 predador. Em contraste, não houve diferença nos tempos de manipulação (T_h) quando o
40 predador se alimentou de ovos e ninfas (1º e 2º instares) de *M. hirsutus*. Os resultados deste
41 estudo indicam que *C. everes* tem potencial para reduzir populações de *M. hirsutus* e, portanto,
42 esse predador pode ser considerado um importante inimigo natural para ser utilizado em
43 programas de manejo ecológico dessa praga-alvo.

44

45 **Palavras-chave:** Controle biológico, Crisopídeos, Interação predador-presa, Praga invasora.

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55 **Abstract**

56

57 *Maconellicoccus hirsutus*, is an introduced pest that threatens the production of fruits,
58 vegetables and ornamental plants in Brazil. Chrysopidae have excelled in biological control
59 programs around the world due to their potential as suppressors of phytophagous arthropod
60 populations. One of the native chrysopids associated with *M. hirsutus* is *Ceraeochrysa everes*,
61 which usually occurs in abundance in several crops where the hibiscus rosacea is present. The
62 objective of this work was to evaluate the predation potential of *C. everes* (3rd larval instar) at
63 different stages of development of *M. hirsutus* (egg, 1st and 2nd nymph instars), using bioassays
64 of functional response. Ten repetitions were made for each *M. hirsutus* density offered to the
65 predator, and the type of functional response curve was determined, through logistic regression,
66 of the proportion of prey consumed as a function of the offered prey density. The logistic
67 regression analysis revealed a type II functional response, demonstrating that the number of
68 eggs and nymphs (1st and 2nd instars) of *M. hirsutus* consumed by 3rd instar larvae of *C. everes*
69 increased gradually as the prey density increased. Larvae of *C. everes* showed a high rate of
70 attack on the 1st nymph instar of *M. hirsutus* compared to the other types of prey offered to the
71 predator. In contrast, there was no difference in handling times (*Th*) when the predator fed on
72 eggs and nymphs (1st and 2nd instars) of *M. hirsutus*. The results of this study indicate that *C.*
73 *everes* has the potential to reduce populations of *M. hirsutus* and, therefore, this predator can
74 be considered an important natural enemy to be used in ecological management programs for
75 this target pest.

76

77 **Keywords:** Biological control, Lacewing, Predator-prey interaction, Invasive pest.

78

79

80

81

82

83

84

85

86 **Introdução**

87 *Maconellicoccus hirsutus* (Green, 1908) (Hemiptera: Pseudococcidae), conhecida como
88 cochonilha-rosada-do-hibisco, é uma praga exótica (Oliveira et al. 2018) invasora do sul da
89 Ásia, que tem distribuição em regiões tropicais e subtropicais (Garcia Morales et al. 2016).
90 *Maconellicoccus hirsutus* foi registrada pela primeira vez no Brasil em 2010, no Estado de
91 Roraima, em mudas *Hibiscus rosa-sinensis* L. (Malvaceae) (Marsaro Júnior et al. 2013) e no
92 ano de 2017, foi registrada no Estado do Maranhão, em folhas e frutos de *Theobroma*
93 *grandiflorum* Schum. (Malvaceae), *Spondias tuberosa* Arruda (Anacardiaceae), *Malpighia*
94 *punicifolia* L. (Malpighiaceae), *Annona squamosa* L. (Annonaceae) nos municípios de Paço
95 do Lumiar, São José de Ribamar e São Luís (Ramos et al. 2018).

96 As cochonilhas pertencentes ao grupo Pseudococcidae em geral são de difícil controle, por
97 apresentar o corpo coberto por cera, alto potencial reprodutivo e o hábito de se abrigar sob
98 cascas de plantas e raízes, assim, tornando complicado o monitoramento da praga em campo
99 (Ahmad et al. 2011).

100 Neste contexto, o controle biológico tem se caracterizado como uma alternativa promissora na
101 supressão de populações de pragas que causam danos econômicos em culturas agrícolas, com
102 destaque para o uso de insetos predadores e microrganismos (Bueno et al. 2012). Dentre estes,
103 insetos conhecidos como crisopídeos ou bichos-lixeiros (Neuroptera: Chrysopidae) são
104 predadores que desempenham um importante serviço ambiental no controle de pragas de
105 importância agrícola (Freitas 2001; Albuquerque 2012). Os crisopídeos têm-se destacado em
106 estudos voltados ao controle biológico de pragas, pois suas larvas são generalistas, vorazes,
107 com grande capacidade de busca por presas, alto potencial reprodutivo e resistência a vários
108 inseticidas (Carvalho & Souza 2000; Freitas & Penny 2012). Algumas espécies apresentam o
109 comportamento de carregar restos das presas e exúvias no dorso de seu corpo durante a fase

110 larval, como é o caso de representantes de *Ceraeochrysa* (McEwen, New & Whuttington
111 2001).
112 *Ceraeochrysa* Adams, 1982 (Neuroptera Chrysopidae) é o maior gênero de Chrysopini com
113 63 espécies válidas distribuídas no Novo Mundo (Oswaldo 2019), das quais 33 são registradas
114 no Brasil (Martins & Machado 2020).
115 A eficiência de um predador sobre determinados tipos de presas pode ser avaliada por
116 características comportamentais. A resposta funcional descreve a relação presente entre o
117 número de presas atacadas por um predador (taxa de consumo a nível individual) em função
118 da densidade da presa em um determinado período de tempo (Solomon 1949). Assim, os
119 modelos de resposta funcional permitem fazer descrições quantitativas a partir de padrões
120 comportamentais de um predador quando este se depara com diferentes densidades de presas
121 (Juliano 2001; Hassanpour et al. 2011; Sugawara et al. 2018; Jumbo et al. 2019). Neste
122 contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de predação de *C. everes* (3º instar
123 larval) em diferentes estádios de desenvolvimento de *M. hirsutus* (ovo, 1º e 2º instares ninfais)
124 em bioensaios de resposta funcional.

125

126 **Material e Métodos**

127 Obtenção e identificação de *M. hirsutus*

128 Folhas e frutos infestadas por *M. hirsutus* das plantas de *Abelmoschus esculentus* L. Moench e
129 *Hibiscus sabdariffa* L. foram obtidas nos polos de produção de hortaliças localizados no
130 Itapari (02° 50' 54" S e 44° 02' 94" W) em São José de Ribamar; na Pindoba (2° 51' S e 44° 09'
131 W) em Paço do Lumiar; e no Cumbique (02° 46' 49" S e 44° 14' 46" W) em Raposa,
132 Maranhão, Brasil. Todas as amostras foram acondicionadas em sacos de papel, devidamente
133 etiquetadas e identificadas por área de coleta. Posteriormente, a confirmação da identidade

134 taxonômica de *M. hirsutus* foi realizada no Laboratório de Entomologia da Universidade
135 Estadual do Maranhão (UEMA) pela Dr. Albéryca Stephany de Jesus Costa Ramos.
136

137 Estabelecimento da criação de manutenção de *M. hirsutus*
138 Após triagem e identificação, indivíduos adultos de *M. hirsutus* foram transferidos para frutos
139 de quiabos *Abelmoschus esculentus* L. Moench sadios previamente desinfestados e limpos
140 com solução de hipoclorito de sódio e água destilada. Em seguida, frutos de quiabos
141 infestados por *M. hirsutus* foram confinados no interior de uma gaiola de acrílico (35 cm de
142 comprimento e 30 cm de largura, 50 cm de altura), com tampa telada (organza). A gaiola foi
143 mantida na Sala de Criação de Insetos do Laboratório de Entomologia da UEMA sobe
144 temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, fotoperíodo de 12h:12h (L:E) e umidade relativa de $70\pm 10\%$.
145

146 Obtenção e identificação de *C. everes*
147 Adultos de *C. everes* (machos e fêmeas) foram capturados com auxílio de rede entomológica,
148 em plantas de *Abelmoschus esculentus* L. Moench e *Hibiscus sabdariffa* L. infestadas por *M.*
149 *hirsutus*, enquanto estádios imaturos (1º, 2º e 3º instares larvais) foram cuidadosamente
150 colocados no interior de tubos de ensaio (2 cm de diâmetro x 8 cm de comprimento) vedados
151 com chumaço de algodão na abertura anterior. No Laboratório de Entomologia da UEMA,
152 imaturos de *C. everes* foram confinados em placas de Petri de plástico (9 cm de diâmetro x
153 1,5 de profundidade) com ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) como
154 recurso alimentar e algodão umedecido com água destilada. Os espécimes adultos capturados
155 foram acondicionados no interior de gaiolas plásticas de 340 ml com tampa telada (organza) e
156 abertura lateral onde foi colocado um tubo de ensaio contendo água destilada fechado com
157 chumaço de algodão. Nas paredes laterais de cada gaiola foram colocadas tiras de Parafilm-
158 M®, fixadas com fitas adesivas transparentes, com dieta artificial à base de mel e levedura de

159 cerveja (1:1) (Batista et al. 2017). A troca da dieta artificial dos adultos e reposição dos ovos
160 de *A. kehniella* para as larvas foram realizadas a cada dois dias. Todos os ovos de *A.*
161 *kehniella*, utilizados como presa para *C. everes* foram adquiridos de insetário comercial
162 (PROMIP). Todas as placas de Petri e gaiolas de criação foram mantidas em câmaras de
163 incubação do tipo B.O.D. a $25\pm 2^{\circ}\text{C}$, sob um fotoperíodo de 12h:12h (L:E), e umidade relativa
164 de $70\pm 10\%$.

165 A confirmação da identidade taxonômica de *C. everes* foi realizada pelo Dr. Adriano Soares
166 Rêgo (Programa de Pós-Graduação em Agroecologia – PPGA/ UEMA). Os espécimes
167 identificados (espécimes “voucher”) foram preservados em tubos de ensaio imersos em álcool
168 (70%), alfinetados em caixas entomológicas e depositados na Coleção Entomológica Iraci
169 Paiva Coelho (CIPC) da UEMA.

170

171 Estabelecimento da criação de manutenção de *C. everes*
172 Adultos de *C. everes* foram sexados (machos e fêmeas) e colocados em gaiolas plásticas de 12
173 L (36 x 25 x 23 cm) com tampa telada (organza) e abertura lateral (9 cm de diâmetro) com
174 organza em forma de saco (5 cm) recobrimdo essa abertura para permitir manuseio dos
175 insetos. No interior da gaiola de manutenção foi colocado um copo plástico (100 mL)
176 contendo uma esponja de poliuretano flexível em seu interior e algodão hidrófilo na
177 extremidade anterior, ambos saturados com água destilada. Na parede lateral interna da gaiola
178 foram fixadas folhas de papel A4 branca para servir de substrato para a oviposição das fêmeas
179 de *C. everes*. Adicionalmente, fitas de Parafilm M® com dieta artificial à base de mel e
180 levedura de cerveja (1:1) foram aderidas por meio de fita adesiva no interior das gaiolas de
181 criação. Todas as gaiolas foram mantidas em sala de Criação de Insetos do Laboratório de
182 Entomologia da UEMA sob condições de temperatura, fotoperíodo e umidade relativa
183 descritos anteriormente.

184 Durante o período de oviposição das fêmeas, os ovos obtidos foram individualizados em
185 placas de Petri com tampa (9 cm de diâmetro x 1,5 de profundidade), algodão umedecido com
186 água destilada e ovos de *A. kuehniella ad libitum* para alimentação das larvas recém-
187 eclodidas. Os estágios de pré-pupa e pupa permaneceram nestas mesmas placas de Petri até a
188 emergência dos adultos. A partir da criação de manutenção, os crisopídeos foram
189 multiplicados em laboratório, sendo utilizados insetos da segunda geração (F2) para os
190 bioensaios.

191

192 Bioensaios de resposta funcional

193 Os experimentos de resposta funcional foram realizados com larvas de 3º instar de *C. everes*
194 sobre ovos e ninfas (1º e 2º instares) de *M. hirsutus*. Antes do início dos experimentos, as
195 larvas de *C. everes* foram individualizadas em tubos de ensaio (2 cm de diâmetro x 8 cm de
196 comprimento), fechados com chumaço de algodão e privadas de alimento por 12h.

197 O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dez repetições para cada
198 densidade da cochonilha-rosada-do-hibisco oferecida ao predador. As unidades experimentais
199 foram constituídas por arenas feitas com quiabos (*Abelmoschus esculentus*) cortados ao meio,
200 retirados as sementes e colocados no interior de placas de Petri (9 cm de diâmetro) cobertos
201 com uma mistura composta de 5% de ágar (ágar bacteriológico puro), 0,3% de metil parabeno
202 (Nipagim®) como fungicida e água destilada.

203 Uma área de 7,0 cm² foi aberta com o auxílio de um vazador expondo a área da epiderme do
204 quiabo que serviu de substrato e sítio alimentar para *M. hirsutus*. Os ovos e as ninfas foram
205 transferidos para as unidades experimentais com o auxílio de um pincel de pelo fino.

206 Posteriormente, as larvas de *C. everes* foram transferidas individualmente para as arenas com
207 as várias densidades de presas testadas. Para impedir a fuga dos crisopídeos confinados nas
208 arenas, foi utilizado filme plástico de PVC perfurado para selar cada unidade experimental.

209 Após 6h do início do experimento foi realizada a contagem dos ovos e ninfas de *M. hirsutus*
 210 remanescentes sob microscópio estereoscópico, sendo o consumo (mínimo e máximo)
 211 determinado pela diferença entre o número de presas fornecidas e remanescentes. Não houve
 212 reposição de presas durante o experimento. Todas as unidades experimentais foram mantidas
 213 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
 214 umidade relativa de $70\pm 10\%$.

215

216 Análises estatísticas

217 O tipo de curva da resposta funcional foi determinado, por meio de regressão logística, da
 218 proporção de presas consumidas em função das densidades de presas oferecidas, por meio do
 219 procedimento CATMOD (SAS INSTITUTE 2019) para determinar as significâncias dos
 220 coeficientes das regressões e o sinal do coeficiente linear. Inicialmente foi testado o modelo
 221 cúbico devido a sua capacidade de capturar todas as possíveis variações de resposta funcional.
 222 Os dados foram ajustados à função polinomial para determinação da resposta funcional
 223 (Juliano 2001):

$$224 \quad \frac{N_e}{N_0} = \frac{\exp(P_0 + P_1 N_0 + P_2 N_0^2 + P_3 N_0^3)}{1 + \exp(P_0 + P_1 N_0 + P_2 N_0^2 + P_3 N_0^3)} \quad (1)$$

225 onde N_e é o número de presas consumidas, N_0 é a densidade inicial de presas e P_1 , P_2 e P_3 são
 226 os coeficientes de interceptação linear, quadrático e cúbico, respectivamente, relacionados à
 227 inclinação da curva. Os sinais de P_1 e P_2 são usados para determinar o tipo de resposta
 228 funcional. O coeficiente linear, quando não significativo ($P > 0$) indica resposta funcional do
 229 tipo I. Quando o coeficiente linear é negativo e significativo ($P_1 < 0$), o predador exibe uma
 230 resposta funcional do tipo II. Quando o coeficiente linear é positivo ($P_1 > 0$) e o coeficiente
 231 quadrático é negativo ($P_2 < 0$), o predador exibe uma resposta funcional do tipo III (Juliano
 232 2001).

233 Como os experimentos foram conduzidos sem reposição de presas para resposta funcional, foi
234 usada a equação do predador aleatório (Rogers 1972; Juliano 2001) como uma descrição da
235 resposta funcional do tipo II e III:

$$236 \quad N_e = N_0 \{1 - \exp[\alpha(T_h N_e - T)]\} \quad (2)$$

$$237 \quad N_e = N_0 \{1 - \exp[(d + bN_0)(T_h N_e - T)/(1 + cN_0)]\} \quad (3)$$

238 em que N_e é número de presas consumidas, N_0 é a densidade inicial de presas, T é o tempo de
239 exposição (6 horas), α é a taxa de ataque, T_h é o tempo de manipulação e os coeficientes de α ,
240 b , c e d são constantes relacionadas à taxa de ataque.

241 Os parâmetros taxa de ataque (α), e o tempo de manipulação da presa (T_h), foram estimados
242 por regressão não linear empregando o método dos quadrados mínimos com o procedimento
243 PROC NLIN do SAS (SAS INSTITUTE 2019), de acordo com a metodologia descrita por
244 Juliano (2001), e comparados pelo intervalo de confiança a 95% de probabilidade.

245

246 **Resultados**

247 Os resultados das análises da regressão logística para larvas (3º instar) de *C. everes*
248 alimentadas com ovos e ninfas (1º e 2º instares) de *M. hirsutus*, indicaram resposta funcional
249 tipo II (coeficiente linear negativo e significativo) (Figs. 1A-1C; Tabela 1). O número de ovos
250 e ninfas de *M. hirsutus* consumidas por *C. everes* variou com o aumento da densidade de
251 presas (Figs. 1A-1C). O consumo médio de ovos e ninfas de 1º instar de *M. hirsutus* por *C.*
252 *everes*, foi maior nas densidades 200 e 250, respectivamente (Figs. 1A-1B). No entanto, o
253 pico de consumo de ninfas de 2º instar ($91,70 \pm 0,45$) de *M. hirsutus* foi observado na
254 densidade 100, com posterior ponto de inflexão da curva a partir da maior densidade de presas
255 (120) ofertadas ao predador (Fig. 1C).

256 A taxa de ataque (α) do terceiro instar larval de *C. everes* variou com o tipo de presa (Tabela
257 2). Larvas de *C. everes* apresentaram elevada taxa de ataque sobre o 1º instar ninfal de *M.*

258 *hirsutus* ($5,91 \pm 0,12$) em comparação aos demais tipos de presas ofertadas ao predador (Tabela
259 2). Contudo, não houve diferença nas taxas de ataque de *C. everes* a ovos e 2º instar ninfal de
260 *M. hirsutus* (Tabela 2). Ademais, não houve diferença nos tempos de manipulação (T_h)
261 quando o predador se alimentou de ovos e ninfas (1º e 2º instares) de *M. hirsutus* (Tabela 2).
262

263 **Discussão**

264 O potencial de inimigos naturais no controle de artrópodes fitófagos é comumente medido por
265 meios de estudos de respostas funcionais. (Jumbo et al. 2019; Silveira et al. 2020; Costa et al.
266 2020). No presente estudo é demonstrado o potencial de predação de *C. everes* (3º instar
267 larval) sobre os estádios de desenvolvimento da *M. hirsutus* (ovos, 1º e 2º instares ninfais). Os
268 resultados revelaram que larvas de 3º instar de *C. everes* exibiram respostas funcionais do tipo
269 II, independentemente do tipo de presa ofertada ao predador. Respostas funcionais do tipo II
270 são altamente relevantes, sobretudo quando as densidades de presas são baixas (Jumbo et al.
271 2019).

272 Para a eficiência da predação os fatores que podem influenciar é a densidade da presa e o
273 estágio de desenvolvimento do predador (Holling 1959; Costa et al. 2020). Predadores que
274 exibem resposta do tipo II evidenciam alta taxa de ataque para todas as densidades (Isikber
275 2005). No controle biológico acredita-se que o inimigo natural desejável é aquele que exhibe
276 maior taxa de ataque independente da densidade de presas, ou seja, predadores com resposta
277 funcional do tipo II (Obrycki & Kring 1998). Apesar dos predadores poderem apresentar três
278 tipos de respostas funcionais, o tipo II é o mais comum em insetos, incluindo os crisopídeos
279 (Holling 1959, Jumbo et al. 2019; Costa et al. 2020). Porém, alguns insetos predadores e
280 ácaros apresentam resposta funcional do tipo III (Menezes et al. 2017), em teoria, na
281 supressão de populações em programas de controle biológicos esses predadores são mais
282 eficientes do que aqueles com respostas do tipo II (Rockwood 2015), porque apresentam

283 comportamentos de predação positivos (Menezes et al. 2017). Segundo Garcia (1990), um
284 aumento na disponibilidade de presas pode levar o predador ao aumento no consumo, uma
285 vez que as oportunidades de encontro da presa serão maiores. No entanto, esse aumento é
286 limitado pela própria saciação do predador, ou seja, o predador não é capaz de consumir um
287 número adicional de presas após saciado.

288 As curvas de resposta funcional indicaram que a região do platô (densidade 120) foi atingida
289 apenas quando larvas de 3º instar de *C. everes* consumiram ninfas de 2º instar de *M. hirsutus*.

290 Este resultado indica que o predador estava saciado nessa densidade e não podia consumir
291 números adicionais de presas. Nos demais estádios de *M. hirsutus* não houve um ponto de
292 saturação no consumo de presas pelo predador. A variação no consumo consegue ser
293 explicada pelas diferentes características entre predador e presa (Hassanpour et al. 2011).

294 Considera-se que o tamanho do corpo do inseto desempenha um papel essencial nas
295 interações predador-presa (Thorp et al. 2018). Por exemplo, os primeiros instares dos insetos
296 predadores enfrentam mais dificuldades em atacar presas maiores, e os instares mais
297 desenvolvidos exibem habilidades predatórias elevadas quando se alimentam de presas
298 menores (Nordlund & Morrison 1990; De Roos et al. 2003). De fato, *C. everes* apresentou
299 elevada capacidade de predação nos estádios de ovo e 1º instar de *M. hirsutus* (Figs. 1-2).

300 Portanto, é razoável argumentar que indivíduos de *C. everes* no terceiro instar seriam capazes
301 de regular altas densidades populacionais de *M. hirsutus* do que outros instares larvais desse
302 predador. O terceiro instar larval de crisopídeos têm maior massa corporal, voracidade e,
303 portanto, necessitam de maiores requerimentos nutricionais (Hassanpour et al. 2011).

304 De acordo com Holling (1959), na predação o tempo de manipulação é um indicador
305 importante para um predador, devido fornecer uma forte indicação de eficácia e taxa de
306 consumo de presa. A taxa de ataque é outro indicador valioso que indica o sucesso de captura
307 do predador e tem grandes agentes biológicos (Ball et al. 2015). Neste estudo, o tipo de presa

308 afetou a taxa de ataque de *C. everes*. A taxa de ataque foi elevada quando larvas de 3º instar
309 de *C. everes* consumiram ninfas de 1º instar de *M. hirsutus* do que nos demais estádios da
310 presa, o que sugere que o predador pode apresentar uma preferência alimentar.
311 Proporcionalmente, ninfas de 1º instar de *M. hirsutus* sofreram 4,8 vezes mais ataques de *C.*
312 *everes* em comparação ao estágio de ovo de *M. hirsutus* e 8,20 vezes em comparação ao 2º
313 instar de *M. hirsutus*.
314 Investigações adicionais são necessárias para testar a preferência de presas (ovos, imaturos ou
315 adultos de *M. hirsutus*) e as taxas de sobrevivência de cada instar larval do predador sobre
316 cada fase de desenvolvimento da presa. Neste contexto, o potencial relativo de espécies
317 nativas de crisopídeos tem sido avaliado como agentes adicionais de controle biológico de
318 pragas exóticas (Tapajós et al. 2016). Por exemplo, os estádios imaturos de *Chrysoperla*
319 *externa* (Hagen) e *C. everes* foram confinados com ninfas (2º e 3º instares) e fêmeas adultas
320 de *Ferrisia dasyliirii* (Cockerell) e *Pseudococcus jackbeardsleyi* Gimpel & Miller (Hemiptera:
321 Pseudococcidae) para avaliar o desenvolvimento, sobrevivência e taxa de predação em
322 laboratório, e os resultados indicaram que os estados larvais de *C. externa* e *C. everes* (ambas
323 espécies nos 2º e 3º instares) predaram com sucesso as presas em todas as idades, e as ninfas
324 de 2º instar das cochonilhas favoreceram o pleno desenvolvimento dos crisopídeos,
325 independente da idade dos predadores (Tapajós et al. 2016).
326 Os resultados deste estudo permitiram ampliar o entendimento das maneiras pelas quais a
327 densidade de presas e o estágio de desenvolvimento do predador pode influenciar na
328 eficiência de predação.

329

330 **Conclusões**

331 *Ceraeochrysa everes* apresenta resposta funcional do tipo II, independente do tipo de presa
332 ofertado ao predador (ovos, 1º e 2º instares ninfais de *M. hirsutus*).

333 *Ceraeochrysa everes* apresenta elevada predação sobre ninfas de 1º instar de *M. hirsutus*.

334

335 **Agradecimentos**

336 À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão

337 da bolsa de estudo para a primeira autora. E a Fundação de Amparo à Pesquisa e ao

338 Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Maranhão (FAPEMA) pelo financiamento

339 desta pesquisa (Processo DCR-03310/16).

340

341 **Referências**

342 Albuquerque GS, Tauber CA, Tauber MJ. 2012. Green Lacewings (Neuroptera:

343 Chrysopidae): Predatory Lifestyle. In: Panizzi AR, Parra JRP (Ed.) *Insect Bioecology*

344 *and Nutrition for Integrated Pest Management*. Boca Raton: CRC Press, 594-631.

345 Ahmad F, Akram W, Sajjad A, Imran AU. 2011. Management practices against cotton

346 mealybug, *Phenacoccus solenopsis* (Hemiptera: Pseudococcidae). *International*

347 *Journal of Agriculture and Biology* 13: 547-552.

348 Ball S, Woodcock B, Potts SG, Heard M. 2015. Size matters: Body size determines functional

349 responses of ground beetle interactions. *Basic and Applied Ecology* 16:621-628 DOI

350 10.1016/j.baae.2015.06.001

351 Batista MC, Fonseca MCM, Teodoro AV, Martins EF, Pallini A, Venzon M. 2017. Basil

352 (*Ocimum basilicum* L.) attracts and benefits the green lacewing *Ceraeochrysa cubana*

353 Hagen. *Biological Control* 110: 98-106.

354 Bueno AF, Sosa-Gómez DR, Corrêa-Ferreira BS, Moscardi F, Bueno RCOF. 2012. *Inimigos*

355 *naturais das pragas da soja*. In: (Ed.). *Soja: manejo integrado de insetos e outros*

356 *artrópodes-pragas* 493-629.

- 357 Carvalho CF, Souza B. 2000. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: Bueno VHP.
358 (Ed.) *Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade*. Ufla,
359 Minas Gerais, Brasil 91-109.
- 360 Costa SS, Broglio SMF, Dias-Pini NS, Santos DS, Santos JM, Duque FJS, Saraiva WVA.
361 2020. Developmental biology and functional response of *Leucochrysa* (Nodita)
362 azevedoi fed with different prey. *Biocontrol Science and Technology* 30: 42-50
363 DOI: 10.1080/09583157.2019.1687644.
- 364 De Roos AM, Persson L, and McCauley E. 2003. The influence of size-dependent life-history
365 traits on the structure and dynamics of populations and communities. *Ecology Letters*
366 DOI 6:473-487. 10.1046/j.1461-0248.2003.00458.x.
- 367 Freitas S, Penny ND. 2012. Neuroptera. In: Rafael JA, Melo GAR, Carvalho CJB, Casari AS,
368 Constantino R. (Ed.) *Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia*. Holos Editora,
369 Ribeirão Preto, Brasil. 537-546 p.
- 370 Freitas S. 2001. Criação de crisopídeos (bicho lixeiro) em laboratório. Jaboticabal: Funep. 20
- 371 García Morales M, Denno BD, Miller DR, Miller GL, Ben-Dov Y, Hardy NB. 2016.
372 ScaleNet: a literature-based model of scale insect biology and systematics. DOI
373 10.1093/database/bav118. <http://scalenet.info>.
- 374 Garcia MA. 1990. Ecologia nutricional de parasitoides e predadores terrestres In: Panizzi AR,
375 Parra JRP (Ed.), *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de*
376 *pragas*. São Paulo, Manole, 359p.
- 377 Hassanpour M, Mohaghegh J, Iranipour S, Nouri-Ganbalani G, Enkegaard A. 2011.
378 Functional response of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) to *Helicoverpa*
379 *armigera* (Lepidoptera: Noctuidae): Effect of prey and predator stages. *Insect Science*
380 18: 217–224.

- 381 Holling CS. 1959. Some Characteristics of Simple Types of Predation and Parasitism1. *The*
382 *Canadian Entomologist* 91: 385-398.
- 383 Isikber AA, 2005. Functional Response of Two Coccinellid Predators, *Scymnus levaillanti*
384 and *Cycloneda sanguinea*, to the Cotton Aphid, *Aphis gossypii*. *Turkish Journal of*
385 *Agriculture and Forestry*, 29: 347-355.
- 386 Juliano SA. 2001. Non-linear curve fitting: predation and functional response curve. *Design*
387 *and Analysis of Ecological Experiment* 178-196.
- 388 Jumbo LOV, Teodoro AV, Rêgo AS, Haddi K, Galvão AS, Oliveira EE. 2019. The lacewing
389 *Ceraeochrysa caligata* as a potential biological agent for controlling the red palm mite
390 *Raoiella indica*. *PeerJ* 7: e7123.
- 391 Martins CC, Machado RJP. 2020 Chrysopidae. In: Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil.
392 <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/96><Acesso em 13 jan. 2021.
- 393 Marsaro Júnior AL, Peronti ALBG, Pentead-Dias AM, Morais EGF, Pereira PRVS. 2013.
394 First report of *Maconellicoccus hirsutus* (Green, 1908) (Hemiptera: Coccoidea:
395 Pseudococcidae) and the associated parasitoid *Anagyrus kamali* Moursi, 1948
396 (Hymenoptera: Encyrtidae), in Brazil. *Brazilian Journal of Biology* 73: 413-418.
- 397 McEwen PK, New TR, Whittington AE. 2001. Lacewings in the Crop Environment. London:
398 Cambridge University Press, 546.
- 399 Menezes KO, Fernandes MHA, Paz HHR, Souza AMS, Torres JB, Oliveira JEM. 2017.
400 Parasitismo da cochonilha-farinhenta *Planococcus citri* (Hemiptera: Pseudococcidae)
401 por *Coccidoxenoides perminutus* (Hymenoptera: Encyrtidae). *Revista Ceres* 64: 486-
402 491.
- 403 Nordlund DA, Morrison R. 1990. Handling time, prey preference, and functional response for
404 *Chrysoperla rufilabris* in the laboratory. *Entomologia Experimentalis et Applicata*
405 57:237-242 DOI 10.1111/j.1570-7458.990.tb01435.x.

- 406 Obrycki, JJ, Kring tj. 1998. Predaceous Coccinellidae in biological control. *Annual Review of*
407 *Entomology*, 43: 295-321.
- 408 Oliveira JEM, Lopes FSC, Oliveira JV, Oliveira MD, Freitas MTS, Balbino VQ. 2018.
409 *Maconellicoccus hirsutus* (Green, 1908) (Hemiptera: pseudococcidae): exotic pest
410 introduced on vine in the São Francisco valley. *Asian Academic Research Journal of*
411 *Multidisciplinary* 5: 30-38.
- 412 Oswald JD. LDL *Neuropterida Species of the World*. In: Roskov Y, Ower G, Orrell T,
413 Nicolson D, Bailly N, Kirk PM, Bourgoin T, Dewalt RE, Decock W, Nieukerken E,
414 Van Zarucchi J, Penev L. (Ed.). 2019. Disponível em:
415 <www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2019.> Acesso em: 15 jan 2020.
- 416 Ramos ASJC, Peronti ALBG, Kondo T, Lemos RNS. 2018. First record of *Crypticerya zeteki*
417 (Cockerell, 1914) (Monophlebidae) in Brazil and *Maconellicoccus hirsutus* (Green,
418 1908) (Pseudococcidae) in the state of Maranhão. *Brazilian Journal of Biology* 78:
419 87–90.
- 420 Rogers D. 1972. Random search and insect population models. *Journal of Animal Ecology* 41:
421 353-360.
- 422 SAS INSTITUTE. SAS/STAT User's guide. Cary, North Carolina. 2019.
- 423 Silveira EC, Reis PR, Siqueira MF, Toledo MA, Liska GR, Cirillo MA, 2020. Functional
424 response of *Euseius concordis* feeding on *Oligonychus ilicis* (Acari: Phytoseiidae,
425 Tetranychidae). *Experimental and Applied Acarology* DOI.org/10.1007/s10493-019-
426 00454-5
- 427 Solomon M. 1949. The natural control of animal populations. *The Journal of Animal Ecology*
428 18: 1-35.

- 429 Sugawara R, Ullah MS, Ho CC, Gotoh T. 2018. Impact of temperature-mediated functional
430 responses of *Neoseiulus womersleyi* and *N. longispinosus* (Acari: Phytoseiidae) on
431 *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). *Biological Control* 126: 26–35.
- 432 Rockwood LL. 2015. Introduction to Population Ecology, 2nd Edition.
- 433 Tapajós SJ, Lira, R, Silva-Torres CSA, Torres JB, Coitinho RLC. B. 2016. Suitability of two
434 exotic mealybug species as prey to indigenous lacewing species. *Biological control*
435 96: 93-100.
- 436 Thorp CJ, Alexander ME, Vonesh JR, and Measey J. 2018. Size-dependent functional
437 response of *Xenopus laevis* feeding on mosquito larvae. *PeerJ* DOI 6:e5813.
438 10.7717/peerj.5813.
- 439
- 440
- 441
- 442
- 443
- 444
- 445
- 446
- 447
- 448
- 449
- 450
- 451
- 452
- 453
- 454
- 455
- 456

Legenda das figuras

457

458

459 **Fig. 1.** Número médio de ovos (A), primeiro (B) e segundo (C) instares de *Maconellicoccus*
460 *hirsutus* consumidos por larvas de terceiro instar de *Ceraeochrysa everes* em relação a
461 densidade de presas durante um período de 6 h.

462

463

464

465

466

467

468

469

470

471

472

473

474

475

476

477

478

479

480

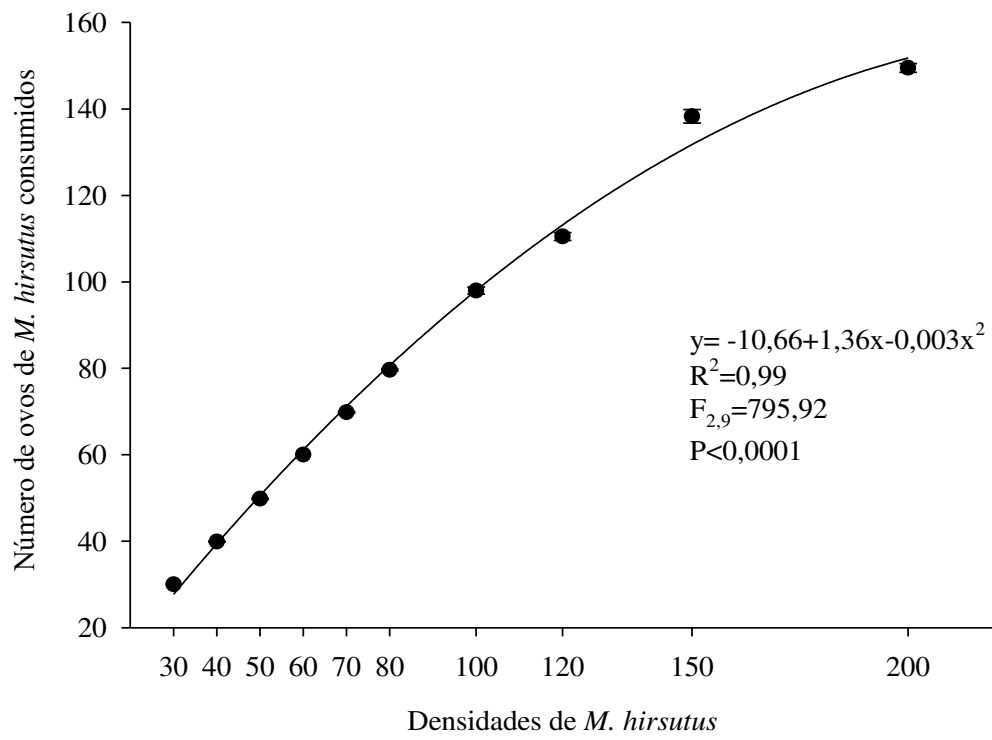
481

482

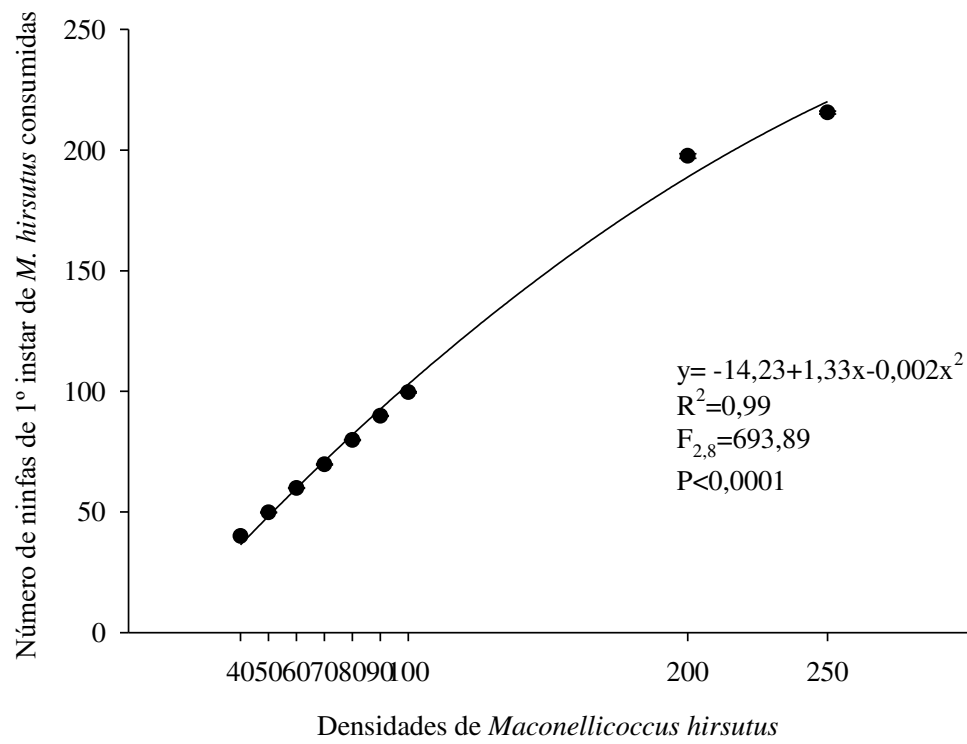
483

484

1A



1B



1C

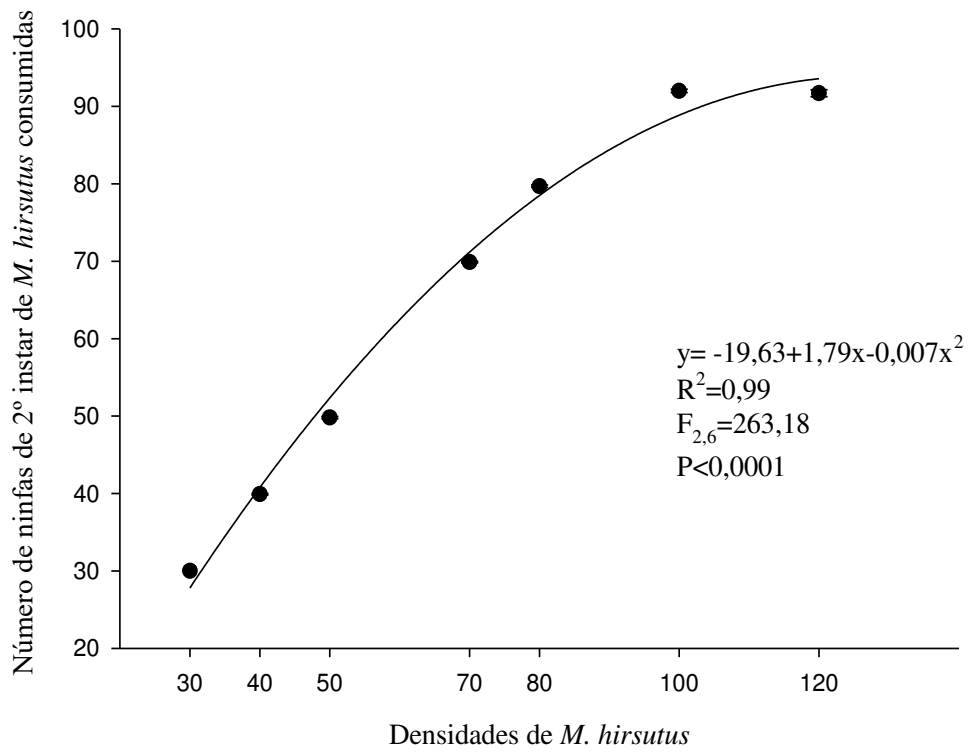


Tabela 1. Parâmetros estimados da regressão logística da proporção dos estágios de desenvolvimento de *Maconellicoccus hirsutus* consumidos por larvas de *Ceraeochrysa everes*.

Estádios de <i>M. hirsutus</i>	Parâmetros	3º instar larval de <i>C. everes</i>				Tipo RF
		Estimativa	DP	χ^2	<i>p</i>	
Ovo	Intercepto	24,71	3,38	53,61	<0,0001	II
	Linear	-0,45	0,08	35,88	<0,0001	
	Quadrático	3,06x10 ³	5,47 x10 ⁴	31,36	<0,0001	
	Cúbico	-6,91x10 ⁻⁶	1,27x10 ⁻⁶	29,54	<0,0001	
1º instar	Intercepto	53,93	3,34	260,37	<0,0001	II
	Linear	-0,99	0,06	251,43	<0,0001	
	Quadrático	5,97x10 ³	3,73 x10 ⁴	256,39	<0,0001	
	Cúbico	-1,00x10 ⁻⁵	7,15x10 ⁻⁷	252,17	<0,0001	
2º instar	Intercepto	15,88	2,93	29,27	<0,0001	II
	Linear	-0,50	0,17	18,67	<0,0001	
	Quadrático	6,58x10 ³	1,46 x10 ³	20,23	<0,0001	
	Cúbico	-3,00x10 ⁻⁵	5,84x10 ⁻⁶	23,80	<0,0001	

Tabela 2. Estimativas médias (\pm erro padrão; EP) e intervalo de confiança (IC) para os parâmetros taxa de ataque (α) e tempo de manipulação (T_h) de larvas de 3º instar de *Ceraeochrysa everes* alimentadas com ovos e ninfas (1º e 2º instares) de *Maconellicoccus hirsutus*.

Estádio de <i>C. everes</i>	Estádio de <i>M. hirsutus</i>	$\alpha \pm EP$ (95% IC)	$T_h \pm EP$ (95% IC)
	Ovo	1,223 \pm 0,105 b (1,016-1,431)	0,032 \pm 0,001 a (0,030-0,034)
3º instar larval	1º instar ninfal	5,913 \pm 0,120 a (2,710-7,214)	0,027 \pm 0,003 a (0,022-0,032)
	2º instar ninfal	0,721 \pm 0,181 b (0,361-1,081)	0,034 \pm 0,001 a (0,021-0,054)

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo intervalo de confiança (IC \pm 95%).

CAPÍTULO III

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DE *Ceraeochrysa everes* (BANKS) (NEUROPTERA:
CHRYSOPIDAE) SOBRE *Maconellicoccus hirsutus* (GREEN) (HEMIPTERA:
PSEUDOCOCCIDAE)**

Artigo redigido para submissão à *Comunicata Scientiae*

1 **Aspectos biológicos de *Ceraeochrysa everes* (Banks) (Neuroptera: Chrysopidae)**
2 **sobre *Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae)**

3

4 **Biological aspects of *Ceraeochrysa everes* (Banks) (Neuroptera: Chrysopidae) on**
5 ***Maconellicoccus hirsutus* (Green) (Hemiptera: Pseudococcidae)**

6

7 Anne Caroline B. dos SANTOS¹, Raimunda Nonata S. de LEMOS^{1*}

8

9 ¹*Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Universidade Estadual do*
10 *Maranhão, São Luís, Maranhão, Brasil*

11

12 *corresponding author: Raimunda Nonata S. de Lemos. Programa de Pós-Graduação em
13 Agroecologia, Universidade Estadual do Maranhão, Cidade Universitária Paulo VI, Tirirical, 65054-970,
14 São Luís, MA, Brazil. Phone: +55 98 9 9972-9504. E-mail: rlemos@cca.uema.br. ORCID: 0000-0003-4926-
15 5862

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26 **Resumo**

27 Objetivou-se com este trabalho avaliar comparativamente alguns parâmetros
28 biológicos da história de vida de *Ceraeochrysa everes* sob influência de dois
29 diferentes regimes alimentares: ninfas de 2º instar de *M. hirsutus* e ovos de *Anagasta*
30 *kuehniella*. Larvas de primeiro, segundo e terceiro instares de *C. everes* foram
31 confinadas com ninfas de segundo instar de *M. hirsutus* para avaliar o tempo de
32 desenvolvimento de estádios imaturos, razão sexual, período de pré-oviposição,
33 oviposição, pós-oviposição, incidência de oviposição, viabilidade de ovos,
34 fecundidade (total e diária), fertilidade e longevidade de adultos do predador. Um
35 tratamento adicional constituído por ovos de *A. kuehniella* foi ofertado aos instares
36 larvais de *C. everes* como controle. As ninfas de *M. hirsutus* consumidas foram
37 repostas diariamente, portanto a disponibilidade de presas foi mantida constante
38 ao longo do experimento. A duração dos estádios imaturos de *C. everes* foi maior
39 quando o predador foi alimentado com ninfas de 2º instar de *M. hirsutus* em
40 comparação ao tratamento controle. Apesar dos efeitos diferenciados dos
41 tratamentos na biologia de imaturos de *C. everes*, foi observada uma taxa de
42 sobrevivência de 82,5 e 100% quando ofertados ninfas de 2º instares de *M. hirsutus*
43 e ovos de *A. kuehniella*, respectivamente. Houve diferença no período de pré-
44 oviposição, oviposição, pós-oviposição e na longevidade de fêmeas testadas.
45 Concluímos que *C. everes* consegue preda, se desenvolver e reproduzir tendo
46 como recurso alimentar ninfas de segundo instar de *M. hirsutus*, portanto, esse
47 predador pode ser considerado um bom agente de controle biológico de
48 populações dessa cochonilha exótica.

49

50 **Palavras-chave:** biologia, cochonilha-rosada-do-hibisco, crisopídeos, praga
51 exótica.

52

53 **Introdução**

54 A cochonilha-rosada-do-hibisco, *Maconellicoccus hirsutus* (Green, 1908)
55 (Hemiptera: Pseudococcidae), é uma praga exótica (Oliveira et al., 2018), polífaga,
56 com mais de 300 espécies de plantas hospedeiras em 78 famílias e 224 gêneros
57 (García Morales et al., 2016), cuja distribuição compreende as regiões tropicais e
58 subtropicais do mundo (Silva-Torres et al., 2013; García Morales et al., 2016).

59 No Brasil, *M. hirsutus* foi primeiramente registrada no Estado de Roraima no
60 ano de 2010 (Marsaro Júnior et al., 2013). Posteriormente, essa cochonilha foi
61 detectada nos Estados do Espírito Santo, Bahia e região do Submédio do Vale do
62 São Francisco (Culik et al., 2013). No Maranhão, *M. hirsutus* foi registrada no ano de
63 2017, em folhas e frutos de *Annona squamosa* L. (Annonaceae), *Spondias tuberosa*
64 *Arruda* (Anacardiaceae), *Theobroma grandiflorum* Schum. (Malvaceae) e
65 *Malpighia puniceifolia* L. (Malpighiaceae), nos municípios de Paço do Lumiar, São
66 José de Ribamar e São Luís (Ramos et al., 2018).

67 Devido a *M. hirsutus* viver em áreas protegidas nas plantas, como pecíolos e
68 fendas, rachaduras das cascas, além da presença de uma grossa camada de
69 cera no corpo deste inseto e os ovos inseridos em ovisaco, são fatores que
70 dificultam a ação de produtos químicos, portanto o controle desta praga se torna
71 muito difícil (Kairo et al., 2000). Como alternativa ao uso de inseticidas, o uso de
72 inimigos naturais tem sido adotado no controle de cochonilhas farinhentas
73 (Marsaro Júnior et al., 2013). Em todo o mundo, foram relatados inimigos naturais

74 como os predadores, predominantemente distribuídos nas famílias de Chrysopidae
75 e Coccinellidae, e parasitoides himenópteros (Encyrtidae) que estão associados
76 com *M. hirsutus* (Chong et al., 2015; Peronti et al., 2016).

77 Os crisopídeos também conhecidos como bichos-lixeiros (Neuroptera:
78 Chrysopidae) são amplamente reconhecidos como predadores-chave de
79 artrópodes de corpo mole, especialmente pulgões, cochonilhas e psílídeos
80 (Albuquerque et al., 2012). Os crisopídeos têm se destacado em estudos voltados
81 ao controle biológico de pragas, pois suas larvas são vorazes, generalistas, com
82 grande capacidade de busca por presas, resistência a vários inseticidas e alto
83 potencial reprodutivo (Carvalho & Souza 2000; Freitas & Penny 2012). Dentre os
84 gêneros de Chrysopidae, *Ceraeochrysa* Adams, 1982 (Insecta: Neuroptera) é o
85 segundo mais diverso com cerca de 60 espécies (Freitas et al. 2009; Sosa & Freitas
86 2010), das quais 33 são registradas no Brasil (Martins & Machado 2020). Portanto,
87 estudos com *Ceraeochrysa* são de grande valia para o controle biológico de
88 pragas, pois seus representantes ocorrem em uma variedade de habitats e são
89 comumente associados a cultivos agrícolas (Albuquerque et al., 2001). Dado o
90 exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar comparativamente alguns
91 parâmetros biológicos de *C. everes* alimentados com ninfas de 2º instar de *M.*
92 *hirsutus* e ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) em
93 laboratório.

94

95 **Material e Métodos**

96 Obtenção e identificação de *M. hirsutus*

97 Folhas e frutos infestados por *M. hirsutus* das plantas de *Abelmoschus*
98 *esculentus* L. Moench e *Hibiscus sabdariffa* L. foram obtidas nos polos de produção
99 de hortaliças localizados no Itapari (02° 50' 54" S e 44° 02' 94" W) em São José de
100 Ribamar; na Pindoba (2° 51' S e 44° 09' W) em Paço do Lumiar; e no Cumbique (02°
101 46' 49" S e 44° 14' 46" W) em Raposa, Maranhão, Brasil. Todas as amostras foram
102 acondicionadas em sacos de papel, devidamente etiquetadas e identificadas por
103 área de coleta. Posteriormente, a confirmação da identidade taxonômica de *M.*
104 *hirsutus* foi realizada no Laboratório de Entomologia da Universidade Estadual do
105 Maranhão (UEMA) pela Dr. Albéryca Stephany de Jesus Costa Ramos.

106

107 Estabelecimento da criação de manutenção de *M. hirsutus*

108 Após triagem e identificação, indivíduos de *M. hirsutus* foram transferidos
109 para frutos de quiabos *Abelmoschus esculentus* L. Moench sadios previamente
110 desinfestados e limpos com solução de hipoclorito de sódio e água destilada. Em
111 seguida, frutos de quiabos infestados por *M. hirsutus* foram confinados no interior de
112 gaiola de criação (35 cm de comprimento e 30 cm de largura, 50 cm de altura),
113 feito de acrílico com tampa telada (organza). A gaiola de criação foi mantida na
114 Sala de Criação de Insetos do Laboratório de Entomologia da UEMA sob
115 temperatura de 25±2°C, fotoperíodo de 12h:12h (L:E) e umidade relativa de
116 70±10%.

117

118 Obtenção e identificação de *C. everes*

119 Adultos de *C. everes* (machos e fêmeas) foram capturados com auxílio de
120 rede entomológica, em plantas de *Abelmoschus esculentus* L. Moench e *Hibiscus*
121 *sabdariffa* L. infestadas por *M. hirsutus*, enquanto estádios imaturos (1º, 2º e 3º
122 instares larvais) foram cuidadosamente colocados no interior de tubos de ensaio (2
123 cm de diâmetro x 8 cm de comprimento) vedados com chumaço de algodão na
124 abertura anterior. No Laboratório de Entomologia da UEMA, imaturos de *C. everes*
125 foram confinados em placas de Petri de plástico (10 cm de diâmetro x 1,5 de
126 profundidade) com ovos de *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) como
127 recurso alimentar e algodão umedecido com água destilada. Os espécimes
128 adultos capturados foram acondicionados no interior de gaiolas plásticas de 340
129 ml com tampa telada (organza) e abertura lateral onde foi colocado um tubo de
130 ensaio contendo água destilada fechado com chumaço de algodão. Nas
131 paredes laterais de cada gaiola foram colocadas tiras de Parafilm-M®, fixadas com
132 fitas adesivas transparentes, com dieta artificial à base de mel e levedura de
133 cerveja (1:1) (Batista et al., 2017). A troca da dieta artificial dos adultos e reposição
134 dos ovos de *A. kehniella* para as larvas foram realizadas a cada dois dias. Todos os
135 ovos de *A. kehniella*, utilizados como presa para *C. everes* foram adquiridos de
136 insetário comercial (PROMIP). Todas as placas de Petri e gaiolas de criação foram
137 mantidas em câmaras de incubação do tipo B.O.D. a $25\pm 2^\circ\text{C}$, sob um fotoperíodo
138 de 12h:12h (L:E), e umidade relativa de $70\pm 10\%$.

139 A confirmação da identidade taxonômica de *C. everes* foi realizada pelo Dr.
140 Adriano Soares Rêgo (Programa de Pós-Graduação em Agroecologia – PPGA/
141 UEMA). Os espécimes identificados (espécimes "voucher") foram preservados em
142 tubos de ensaio imersos em álcool (70%), alfinetados em caixas entomológicas e
143 depositados na Coleção Entomológica Iraci Paiva Coelho (CIPC) da UEMA.

144 Estabelecimento da criação de manutenção de *C. everes*

145 Adultos de *C. everes* foram sexados (machos e fêmeas) e colocados em
146 gaiolas plásticas de 12 L (36 x 25 x 23 cm) com tampa telada (organza) e abertura
147 lateral (9 cm de diâmetro) com organza em forma de saco (5 cm) recobrimdo essa
148 abertura para permitir manuseio dos insetos. No interior da gaiola de manutenção
149 foi colocado um copo plástico (100 mL) contendo uma esponja de poliuretano
150 flexível em seu interior e algodão hidrófilo na extremidade anterior, ambos
151 saturados com água destilada. Na parede lateral interna da gaiola foram fixadas
152 folhas de papel A4 branca para servir de substrato para a oviposição das fêmeas
153 de *C. everes*. Adicionalmente, fitas de Parafilm M® com dieta artificial à base de
154 mel e levedura de cerveja (1:1) foram fixadas por meio de fita adesiva no interior
155 das gaiolas de criação. Todas as gaiolas foram mantidas em sala de Criação de
156 Insetos do Laboratório de Entomologia da UEMA sob condições de temperatura,
157 fotoperíodo e umidade relativa descritos anteriormente.

158 Durante o período de oviposição das fêmeas, os ovos obtidos foram
159 individualizados em placas de Petri com tampa (9 cm de diâmetro x 1,5 de
160 profundidade). Posteriormente, larvas recém-eclodidas foram individualizadas em
161 placas de Petri com ovos de *A. kuehniella ad libitum* e com algodão umedecido
162 com água destilada. Os estágios de pré-pupa e pupa permaneceram nestas
163 mesmas placas de Petri até a emergência dos adultos. A partir da criação de
164 manutenção, os crisopídeos foram multiplicados em laboratório, sendo utilizados
165 insetos da segunda geração (F2) para os bioensaios.

166

167 Aspectos biológicos de *C. everes* sobre *M. hirsutus*

168 Larvas de primeiro, segundo e terceiro instares de *C. everes* foram confinadas
169 com ninfas de segundo instar de *M. hirsutus* (n=24) para avaliar o tempo de
170 desenvolvimento de estádios imaturos, razão sexual, período de pré-oviposição,
171 oviposição, pós-oviposição, incidência de oviposição, viabilidade de ovos,
172 fecundidade (total e diária), fertilidade e longevidade de fêmeas adultas do
173 predador. Um tratamento adicional constituído por ovos de *A. kuehniella* foi
174 ofertado *ad libitum* aos instares larvais de *C. everes* como controle.

175 As unidades experimentais foram constituídas por placas de Petri (14 cm de
176 diâmetro por 1,5 cm de profundidade) sem tampa, dentro das quais foram
177 acondicionados seções de folhas de *Hibiscus sabdariffa* L. com pecíolos envolvidos
178 em algodão umedecido com água destilada para manter a turgidez das folhas e
179 evitar a morte das ninfas por falta de alimento e secagem das folhas. Em seguida,
180 ninfas de 2º instar de *M. hirsutus* foram colocadas no substrato foliar, depois as
181 placas de Petri foram vedadas com filme de plástico de Poli Cloreto de Vinila (PVC)
182 perfurados para permitir ventilação. No tratamento controle, os estádios imaturos
183 de *C. everes* foram alimentados *ad libitum* com ovos de *A. kuehniella* até o final do
184 período larval.

185 As larvas do predador foram monitoradas diariamente e registradas as datas
186 de mudanças de instares, pupação, mortalidade e emergência de adultos. As
187 ninfas de *M. hirsutus* consumidas foram repostas diariamente, portanto a
188 disponibilidade de presas foi mantida constante ao longo do experimento (n = 24).

189 No dia da emergência dos adultos de *C. everes* foi realizada a sexagem dos
190 crisopídeos e formação de casais. Em seguida, os casais foram acondicionados em
191 gaiolas plásticas de 340 ml com tampa telada (organza) e revestidas com papel
192 sulfite em seu interior. Cada gaiola tinha uma abertura lateral, onde foi colocado

193 um tubo de ensaio contendo água destilada fechado com chumaço de algodão
194 na abertura anterior. Os crisopídeos adultos foram alimentados com dieta artificial,
195 descrita anteriormente. A dieta artificial dos adultos e a água destilada foram
196 substituídas a cada dois dias. O substrato de oviposição (papel sulfite) foi substituído
197 diariamente e o número de posturas foram contabilizados. Todas as gaiolas foram
198 mantidas em câmaras de incubação do tipo B.O.D. sob temperatura de $25\pm 2^{\circ}\text{C}$,
199 fotoperíodo de 12h:12h (L:E) e umidade relativa de $70\pm 10\%$.

200 A viabilidade de ovos (fertilidade) foi avaliada ao longo do período de
201 oviposição das fêmeas de *C. everes* retirando-se amostras diárias de ovos em cada
202 gaiola de criação dos adultos. Todas as amostras de ovos foram acondicionadas
203 em placas de Petri de plástico com tampas (10 cm de diâmetro por 1,5 cm de
204 profundidade) forradas com filtro de papel e armazenadas em câmaras de
205 incubação do tipo B.O.D. no Laboratório de Entomologia da UEMA nas condições
206 de temperatura, fotoperíodo e umidade relativa descritas anteriormente.
207 Avaliações diárias eram realizadas para determinar o dia da eclosão e,
208 posteriormente, a fertilidade de ovos de *C. everes*.

209

210 Análise Estatística

211 Para avaliar o efeito do tipo de recurso alimentar na duração do primeiro
212 (n=40; ambos os recursos), segundo (n=40; ambos os recursos) e terceiro (n=40;
213 ambos os recursos) instares larvais, período pupal (*A. kuehniella*: n=40; *M. hirsutus*:
214 n=33), tempo de desenvolvimento (*A. kuehniella*: n=40; *M. hirsutus*: n=33), bem
215 como nos parâmetros reprodutivos e longevidade de adultos de *C. everes* (n=20),
216 foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC). A razão sexual foi
217 calculada por meio do teste de χ^2 ($P < 0,05$). Ademais, foi calculado o percentual

218 de ovos viáveis (fertilidade) ao longo do período de oviposição das fêmeas de *C.*
219 *everes*.

220 Os dados foram analisados previamente pelo teste de Kolmogorov-Smirnov
221 para avaliar a normalidade dos resíduos e pelo teste de Hurlley para testar a
222 homogeneidade das variâncias (homocedasticidade). No entanto, os dados não
223 atenderam os pressupostos das análises paramétricas sendo necessário utilizar o
224 Teste U de Mann-Whitney, não-paramétrico. As análises estatísticas foram
225 conduzidas no programa estatístico R (R 4.0.2, R DEVELOPMENT CORE TEAM 2020).

226

227 **Resultados**

228 A duração do 1º instar larval de *C. everes* (n=40) foi maior quando o predador
229 foi alimentado com ninfas de 2º instar de *M. hirsutus* ($6,80 \pm 0,08$ dias; média \pm desvio-
230 padrão) em comparação ao tratamento controle (ovos de *A. kuehniella*; $4,35 \pm 0,08$
231 dias) (U=0,00; Z=-8,04, P<0,001) (Tabela 1). Da mesma forma, ao se alimentar de
232 ninfas de 2º instar de *M. hirsutus* foi constatada maior duração do 2º instar larval de
233 *C. everes* ($8,05 \pm 0,18$ dias) em contraste ao controle ($3,75 \pm 0,07$ dias) (U=0,00; Z=-7,95,
234 P<0,001) (Tabela 1). O 3º instar larval de *C. everes* também apresentou maior
235 duração sob alimentação de ninfas de 2º instar de *M. hirsutus* ($9,05 \pm 0,14$ dias)
236 quando comparado ao tratamento controle ($4,48 \pm 0,08$ dias) (U=0,00; Z=-7,88,
237 P<0,001) (Tabela 1). O longo período pupal (pré-pupa e pupa) de imaturos de *C.*
238 *everes* sob dieta exclusiva de *M. hirsutus* ($13,88 \pm 0,10$ dias) foi superior ao observado
239 para a dieta padrão composta por ovos de *A. kuehniella* ($12,05 \pm 0,14$ dias) (U=59,00;
240 Z=-6,89, P<0,001) (Tabela 1). Adicionalmente, o desenvolvimento total de *C. everes*
241 (1º instar larval à emergência do adulto) foi maior quando estádios imaturos se

242 alimentaram de ninfas de 2º instar de *M. hirsutus* ($42,73 \pm 0,19$ dias) em comparação
 243 ao tratamento controle ($29,53 \pm 0,14$ dias) ($U=0,00$; $Z=-7,43$, $P<0,001$) (Tabela 1).

244 **Tabela 1.** Influência do tipo de recurso alimentar na duração e no tempo de desenvolvimento
 245 total (dias) de estádios imaturos de fêmeas adultas de *Ceraeochrysa everes* [$25 \pm 2^\circ\text{C}$, 12h:12h (L:E)
 246 e $70 \pm 10\%$ UR]

<i>C. everes</i>	Ovos de <i>A. kuehniella</i> (média ¹ ± EP ² , dias)	Ninfas de 2º instar de <i>M. hirsutus</i> (média ± EP, dias)
1º instar larval	$4,35 \pm 0,08$ (n=40) b	$6,80 \pm 0,08$ (n=40) a
2º instar larval	$3,75 \pm 0,07$ (n=40) b	$8,05 \pm 0,18$ (n=40) a
3º instar larval	$4,48 \pm 0,08$ (n=40) b	$9,05 \pm 0,14$ (n=40) a
Período pupal	$12,05 \pm 0,14$ (n=40) b	$13,88 \pm 0,10$ (n=33) a
Desenvolvimento		
total	$29,53 \pm 0,14$ (n=40) b	$42,73 \pm 0,19$ (n=33) a

247 ¹Diferentes letras minúsculas na mesma linha diferem estatisticamente de acordo com o teste de
 248 Kruskal-Wallis ($P<0,05$). Dados originais são apresentados. ²Erro-padrão

249 Apesar dos efeitos diferenciados dos tratamentos na biologia de imaturos de
 250 *C. everes*, foi observada uma taxa de sobrevivência de 82,5 e 100% quando
 251 ofertados ninfas de 2º instares de *M. hirsutus* e ovos de *A. kuehniella*,
 252 respectivamente. Não houve alteração da razão sexual esperada de 1:1 para
 253 crisopídeos ($\chi^2=4,92 \times 10^{-31}$, $gl=1$, $P>0,05$) sob influência dos regimes alimentares
 254 testados.

255 O tipo de recurso alimentar ofertado aos estádios imaturos de *C. everes*
 256 influenciou nos parâmetros reprodutivos de fêmeas adultas desse predador
 257 (Tabelas 2-3). Houve diferença no período de pré-oviposição ($U=0,00$; $Z=3,82$;
 258 $P<0,0001$), oviposição ($U=0,00$; $Z=-2,99$; $P<0,001$), pós-oviposição ($U=13$; $Z=-2,78$;
 259 $P<0,01$) e na longevidade ($U=0,00$; $Z=-3,76$; $P<0,0001$) de fêmeas testadas (Tabela

260 2). O período de pré-oviposição de fêmeas oriundas de imaturos cuja dieta foi
261 exclusiva de *M. hirsutus* foi cerca de 2,4 vezes superior ao valor obtido para fêmeas
262 cujas fases imaturas foram alimentadas com ovos de *A. kuehniella* (Tabela 2). No
263 entanto, a duração dos períodos de oviposição, pós-oviposição e longevidade
264 foram sempre superiores para fêmeas cuja história de vida larval teve como recurso
265 alimentar ovos de *A. kuehniella* como dieta exclusiva (Tabela 2). A incidência de
266 oviposição foi de 100% em todos os casais formados (Tabela 2). O tipo de recurso
267 alimentar promoveu diferenças na fecundidade total ($U=0,00$; $Z=-3,75$; $P<0,0001$),
268 fecundidade diária ($U=0,00$; $Z=-3,78$; $P<0,0001$) e na fertilidade de ovos (*M. hirsutus*
269 85,70% e *A. kuehniella* 96,07%) (Tabela 3). Fêmeas oriundas de imaturos cuja dieta
270 consistiu do consumo de ovos de *A. kuehniella* apresentaram maior fecundidade
271 (total e diária) e fertilidade (ovos viáveis) (Tabela 3).

272 **Tabela 2.** Influência do tipo de recurso alimentar ofertado na fase larval sobre os períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e na
 273 longevidade de fêmeas adultas de *Ceraeochrysa everes* [25±2°C, 12h:12h (L:E) e 70±10% UR]

	Período de pré-oviposição de <i>C. everes</i> (1média ± EP ² , dias)	Período de oviposição de <i>C. everes</i> (média ± EP, dias)	Período de pós-oviposição de <i>C. everes</i> (média ± EP, dias)	Longevidade de <i>C. everes</i> (média ± EP, dias)
<i>M. hirsutus</i>	10,30 ± 0,42 (n=10) a	17,20 ± 0,89 (n=10) b	24,70 ± 1,33 (n=10) b	51,80 ± 2,02 (n=10) b
<i>A. kuehniella</i>	4,60 ± 0,16 (n=10) b	41,20 ± 0,25 (n=10) a	30,00 ± 0,47 (n=10) a	75,80 ± 0,44 (n=10) a

274 ¹Diferentes letras minúsculas na mesma coluna diferem estatisticamente de acordo com o teste de Kruskal-Wallis (P<0,05). Dados originais são
 275 apresentados. ²Erro-padrão

276

277 **Tabela 3.** Influência do tipo de recurso alimentar ofertado na fase larval sobre os parâmetros reprodutivos de fêmeas adultas de *Ceraeochrysa everes*
 278 [25±2°C, 12h:12h (L:E) e 70±10% UR]

	Incidência de oviposição (%) (n ¹)	Fecundidade total (1média ± EP ² , ovos)	Fecundidade diária (média ± EP, ovos)	Fertilidade de ovos (%)
<i>M. hirsutus</i>	100 (10)	239,20 ± 22,35 (n=10) b	13,85 ± 0,84 (n=10) b	85,70
<i>A. kuehniella</i>	100 (10)	780,50 ± 5,64 (n=10) a	18,95 ± 0,12 (n=10) a	96,07

279 ¹Número de gaiolas com casais. ²Diferentes letras minúsculas na mesma coluna diferem estatisticamente de acordo com o teste de Kruskal-Wallis
 280 (P<0,05). Dados originais são apresentados. ²Erro-padrão

281

282 **Discussão**

283 Embora generalista, o crisopídeo *C. everes* contribuiu para o controle
284 biológico da cochonilha-rosada-do-hibisco *M. hirsutus* em condições de
285 laboratório.

286 *Ceraeochrysa everes* conseguiu predar e reproduzir sobre *M. hirsutus*
287 como presa, portanto, essa espécie de crisopídeo pode ser considerada um
288 bom agente de controle biológico de populações dessa cochonilha exótica.
289 Embora o presente estudo tenha ocorrido em experimentos de não-
290 preferência alimentar, *C. everes* apresentou um elevado potencial
291 reprodutivo quando alimentado com *M. hirsutus* indicando que este predador
292 é adaptado a tal presa. De fato, inimigos naturais selecionam as espécies de
293 presas nas quais podem obter elevado sucesso reprodutivo (Rana et al., 2002;
294 Wyckhuys et al., 2013).

295 No presente estudo, o desenvolvimento total (dias) de *C. everes* foi
296 maior quando os três instares larvais se alimentaram de ninfas de 2º instar de
297 *M. hirsutus* em contraste aos ovos de *A. kuehniella* ofertados como presas. A
298 duração (dias) de todos os estádios imaturos de *C. everes* (1º, 2º e 3º instares
299 larvais e período pupal) alimentados com dieta exclusiva de *M. hirsutus* foi
300 sempre superior aos resultados obtidos no tratamento controle. Resultados
301 semelhantes foram obtidos por Tapajós et al. (2016) ao estudarem o
302 desenvolvimento da larva neonata à emergência do adulto de *C. everes*
303 quando alimentados com ovos de *A. kuehniella* e de uma cochonilha exótica
304 *Ferrisia dasyliirii* (Cockerell) (Hemiptera: Pseudococcidae).

305 Cabe salientar que, apesar das características próprias de cada
306 espécie, também o tipo e qualidade do alimento ingerido pode influenciar o
307 tempo de desenvolvimento dos predadores (Pappas et al., 2007; Tapajós et
308 al., 2016). A duração da fase larval de crisopídeos pode ser reduzida quando
309 o predador se alimenta de presa de melhor qualidade nutricional (Panizzi &
310 Parra, 2009). Fato confirmado neste trabalho pelo desenvolvimento mais
311 rápido dos imaturos alimentados com ovos de *A. kuehniella*, considerado
312 alimento de alta qualidade para a criação massal de crisopídeos em
313 laboratório (Bortoli et al., 2006). Vale ressaltar que predadores quando em
314 contato pela primeira vez com determinadas presas, como é o caso da
315 espécie de cochonilha aqui estudada, comumente necessitam de certo
316 tempo para adaptação tanto no comportamento de predação desta nova
317 presa, como na utilização do conteúdo ingerido, especialmente para
318 predadores de digestão extra-oral como observado em larvas de crisopídeos
319 (Grenier & De Clercq, 2003). Desta maneira, pode-se esperar que *C. everes*
320 possa melhorar seu desempenho predando *M. hirsutus* em gerações futuras.

321 Os resultados encontrados corroboram com Bortoli & Murata (2011), que
322 avaliaram aspectos biológicos de *Ceraeochrysa paraguaria* Navás
323 (Neuroptera: Chrysopidae) empregando as cochonilhas *Selenaspidus*
324 *articulatus* Morgan (Hemipetra: Diaspididae) e *Praelongorthezia praelonga*
325 (Douglas) (Hemipetra: Ortheziidae), e concluíram que apenas a cochonilha *S.*
326 *articulatus* foi adequada para o desenvolvimento do predador obtendo uma
327 duração larval de 10,97 dias e viabilidade para 1º instar de 100%, 2º instar de
328 93,3% e 3º instar de 83,3%. Em contraste, Santa-Cecília et al. (1997)

329 constataram que larvas de *Ceraeochrysa cubana* Hagen (Neuroptera:
330 Chrysopidae) alimentadas com a cochonilha *Pinnaspis* sp. (Coccoidea:
331 Diaspididae) apresentaram duração de 20,5 dias e viabilidade para 1º instar
332 de 95%, 2º instar de 68,4% e 3º instar de 15,4%.

333 A qualidade de uma espécie de presa tem impacto direto no
334 crescimento, desenvolvimento e reprodução de insetos predadores. Presas de
335 alta qualidade nutricional promovem um rápido desenvolvimento e permite
336 que crisopídeos atinjam seu máximo potencial reprodutivo (Cuello et al., 2019).
337 Referente aos parâmetros da fase adulta, os resultados mostraram que a
338 oviposição, pós-oviposição, longevidade e fecundidade de *C. everes* foram
339 superiores quando alimentados de ovos de *A. kuehniella* em comparação a
340 *M. hirsutus*. Isto é explicado devido aos ovos de *A. kuehniella* serem ricos em
341 proteínas e lipídios, enquanto hemípteros são ligeiramente mais ricos em
342 carboidratos (Specty et al., 2003).

343 A dieta fornecida na fase larval do predador afetou a capacidade
344 diária e total de oviposição de *C. everes*. Rousset (1984), relatou que uma
345 dieta deficiente para larvas afeta significativamente a idade adulta do
346 predador, por causa da pré-vitelogênese, que acontece ao longo do estágio
347 pupal usando as reservas acumuladas no crescimento dos ovários. Bortoli et
348 al. (2009), ao estudarem os aspectos biológicos de *Ceraeochrysa cincta*
349 demonstraram que larvas e ovos das mariposas *Diatraea saccharalis*, *Sitotroga*
350 *cerealla* e *Anagasta kuehniella* fornecida durante a fase imatura do predador
351 não influenciou os parâmetros reprodutivos, exceto para as fêmeas oriundas
352 de larvas alimentadas com ovos de *A. kuehniella* que tiveram uma

353 longevidade maior que as demais. Em contraste, o presente trabalho provou
354 que houve diferença nos parâmetros de pré-oviposição, oviposição, pós-
355 oviposição, longevidade e fecundidade a depender do tipo de recurso
356 alimentar fornecido a *C. everes*.

357

358 **Conclusão**

359 *Ceraeochrysa everes* consegue predação, se desenvolver e reproduzir
360 tendo como recurso alimentar ninfas de segundo instar de *M. hirsutus*.
361 Portanto, esse predador pode ser considerado um bom agente de controle
362 biológico de populações dessa cochonilha exótica.

363

364 **Agradecimentos**

365 À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES)
366 pela concessão da bolsa de estudo para a primeira autora. Esta pesquisa foi
367 apoiada pelos projetos: FAPEMA UNIVERSAL (Processo -01327/18) e DCR/
368 FAPEMA/ CNPq (Processo DCR-03310/16).

369 **Conformidade com os padrões éticos**

370 **Declaração de conflito de interesse**

371 Os autores declaram não haver conflito de interesses.

372

373

374

375 **Referências**

- 376 Albuquerque, G.S., Tauber, C.A., Tauber, M.J. 2001. *Chrysoperla externa* and
377 *Ceraeochrysa* spp.: potential for biological control in the New World tropics
378 and subtropics. In: McEwen, P.K., New, T.R., Whittington, A.E. (ed.), *Lacewings*
379 *in the crop environment*. Cambridge University Press, Cambridge. p. 408-423.
- 380 Albuquerque, G.S., Tauber, C.A., Tauber, M.J. 2012. Green Lacewings
381 (Neuroptera: Chrysopidae): Predatory Lifestyle. In: Panizzi, A.R., Parra, J.R.P.
382 (ed.) *Insect Bioecology and Nutrition for Integrated Pest Management*. CRC
383 Press, Boca Raton, Flórida. p. 594-631.
- 384 Batista, M.C., Fonseca, M.C.M., Teodoro, A.V., Martins, E.F., Pallini, A., Venzon,
385 M. 2017. Basil (*Ocimum basilicum* L.) attracts and benefits the green lacewing
386 *Ceraeochrysa cubana* Hagen. *Biological Control* 110: 98-106.
- 387 Bortoli, S.A., Murata, A.T. 2011. Aspectos morfométricos de *Ceraeochrysa*
388 *paraguaria* (Navás, 1920) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com
389 diferentes presas. *Comunicata Scientiae* 2: 122–125.
- 390 Bortoli, S.A., Caetano, A.C., Murata, A.T., Oliveira, J.E.M. 2006. Desenvolvimento
391 e capacidade predatória de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera:
392 Chrysopidae) em diferentes presas. *Revista de Biologia e Ciência da Terra* 6:
393 145–152.

- 394 Bortoli, S.A., Murata, A.T., Brito, C.H., Narciso, R.S. 2009. Aspectos biológicos de
395 *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera, Crysopidae), em condições de laboratório.
396 *Revista de Biologia e Ciência da Terra* 9: 101-106.
- 397 Carvalho, C.F., Souza, B. 2000. Métodos de criação e produção de crisopídeos.
398 In: Bueno, V.H.P. (ed.) *Controle biológico de pragas: produção massal e*
399 *controle de qualidade*. Ufla, Minas Gerais, Brasil. p. 91-109.
- 400 Chong, J.H., Aristizábal, L.F., Arthurs, S.P. 2015. Biology and management of
401 *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) on ornamental plants.
402 *Journal of Integrated Pest Management* 6: 5.
- 403 Cuello, E.M., Andorno, A.V.C., Hernández C.M., López, S.N. 2019. Prey
404 consumption and development of the indigenous lacewing *Chrysoperla*
405 *externa* feeding on two exotic *Eucalyptus* pests. *Biocontrol Science and*
406 *Technology* 29: 1159-1171.
- 407 Culik, M.P., Martins, D.S., Zanuncio Junior, J.S., Fornazier, M.J., Ventura, J.A.,
408 Peronti, A.L.B.G., Zanuncio, J.C. 2013. The invasive hibiscus mealybug
409 *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) and its recent range
410 expansion in Brazil. *Florida Entomologist* 96: 638-640.
- 411 Freitas, S., Penny, N.D. 2012. Neuroptera. In: Rafael, J.A., Melo, G.A.R., Carvalho,
412 C.J.B., Casari, S.A., Constantino, R. (ed.) *Insetos do Brasil: diversidade e*
413 *taxonomia*. Holos Editora, Ribeirão Preto, Brasil. p. 537-546.

- 414 Freitas, S.; Penny, N. D.; Adams, P. A. 2009. A revision of the New world genus
415 *Ceraeochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae). *Proceedings of the California*
416 *Academy of Sciences*, 60: 503-610.
- 417 García Morales, M., Denno, B.D., Miller, D.R., Miller, G.L., Ben-Dov, Y., Hardy, N.B.
418 *ScaleNet: A literature-based model of scale insect biology and systematics*.
419 2016. Database, *The Journal of Biological Databases and Curation*, Oxford
420 University Press.
421 [https://academic.oup.com/database/article/doi/10.1093/database/bav118/](https://academic.oup.com/database/article/doi/10.1093/database/bav118/2630093)
422 [2630093](https://academic.oup.com/database/article/doi/10.1093/database/bav118/2630093) <Acesso em 18 Dez. 2020>.
- 423 Grenier, S., De Clercq, P. 2003. Comparison of artificially vs. naturally reared
424 natural enemies and their potential for use in biological control. In: Van
425 Lenteren, J.C. (ed.) *Quality Control and Production of Biological Control*
426 *Agents: Theory and Testing Procedures*. CABI Publishing, Wallingford, Inglaterra.
427 p.115–131.
- 428 Kairo, M.T.K., Pollard, G.V., Peterkin, D.D., Lopez, V. 2000. Biological control of
429 the hibiscus mealybug, *Maconellicoccus hirsutus* Green (Hemiptera:
430 Pseudococcidae) in the Caribbean. *Integrated Pest Management Reviews* 5:
431 241-254.
- 432 Marsaro Júnior, A.L, Peronti, A.L.B.G, Penteado-Dias, A.M, Morais, E.G.F.,
433 Pereira, P.R.V.S. 2013. First report of *Maconellicoccus hirsutus* (Green, 1908)
434 (Hemiptera: Coccoidea: Pseudococcidae) and the associated parasitoid

- 435 *Anagyrus kamali* Moursi, 1948 (Hymenoptera: Encyrtidae), in Brazil. *Brazilian*
436 *Journal of Biology* 73: 413-418.
- 437 Martins, C.C.; Machado, R.J.P. 2020 Chrysopidae. In: Catálogo Taxonômico da
438 Fauna do Brasil. <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/96> <Acesso em
439 13 Jan. 2021.
- 440 Oliveira, J.E.M., Lopes, F.S.C., Oliveira, J.V., Oliveira, M.D., Freitas, M.T.S., Balbino,
441 V.Q. 2018. *Maconellicoccus hirsutus* (Green, 1908) (Hemiptera:
442 pseudococcidae): exotic pest introduced on vine in the São Francisco valley.
443 *Asian Academic Research Journal of Multidisciplinary* 5: 30-38.
- 444 Panizzi, A.R., Parra, J.R.P. 2009. *Bioecologia e nutrição de insetos: base para o*
445 *manejo integrado de pragas*. Embrapa Soja, Distrito Federal, Brasil. p. 1164.
- 446 Pappas, M.L.; Broufas, G.D., Koveos, D.S. 2007. Effects of various prey species
447 on development, survival and reproduction of the predatory lacewing
448 *Dichochrysa prasina* (Neuroptera: Chrysopidae). *Biological Control* 43: 163-170.
- 449 Peronti, A.L.B.G., Martinelli, N.M., Alexandrino, J.G., Marsaro-Júnior, A.L.,
450 Penteado-Dias, A. M., Almeida, L.M. 2016. Natural enemies associated with
451 *Maconellicoccus hirsutus* (Hemiptera: Pseudococcidae) in the state of São
452 Paulo, Brazil. *Florida Entomologist* 99: 21-25.
- 453 R Development Core Team. 2020. R: a language and environment for statistical
454 computing. *R foundation for statistical computing*, <http://www.R-project.org>.
455 Vienna, Austria.

- 456 Ramos, A.S.J.C, Peronti, A.L.B.G., Kondo, T., Lemos, R.N.S. 2018. First record of
457 *Crypticerya zeteki* (Cockerell, 1914) (Monophlebidae) in Brazil and
458 *Maconellicoccus hirsutus* (Green, 1908) (Pseudococcidae) in the state of
459 Maranhão. *Brazilian Journal of Biology* 78: 87–90.
- 460 Rana, J.S, Dixon, A.F.G., Jarosik, V. 2002. Costs and benefits of prey
461 specialization in a generalista insect predator. *Journal of Animal Ecology* 71:
462 15–22
- 463 Rousset, A. 1984. Reproductive physiology and fecundity. In: Canard, M.,
464 Seméria, Y.; NEW, T.R. *Biology of Chrysopidae*. W. Junk Publishers, Boston,
465 Estados Unidos. p. 116- 129.
- 466 Santa-Cecília, L.V.C., Souza, B., Carvalho, C.F. 1997. Influência de diferentes
467 dietas em fases imaturas de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen) (Neuroptera:
468 Chrysopidae). *Anais da Sociedade Entomológica do Brasil* 26: 309–314.
- 469 Silva-Torres, C.S.A., Oliveira, M.D., Torres, J.B. 2013. Host selection and
470 establishment of striped mealybug, *Ferrisia virgata*, on cotton cultivars.
471 *Phytoparasitica* 41: 31–40.
- 472 Sosa, F., Freitas, S. 2010. New Neotropical species of *Ceraeochrysa* Adams
473 (Neuroptera: Chrysopidae). *Zootaxa* 2562: 57-65.
- 474 Specty, O., Febvay, G., Grenier, S., Delobel, B., Piotte, C., Pageaux, J.F.,
475 Guillaud, J. 2003. Nutritional plasticity of the predatory ladybeetle *Harmonia*

- 476 axyridis (Coleoptera: Coccinellidae): Comparison between natural and
477 substitution prey. *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 52: 81–91.
- 478 Tapajós, S.J., Lira, R., Silva-Torres, C.S.A., Torres, J.B., Coitinho, R.L.C.B. 2016.
479 Suitability of two exotic mealybug species as prey to indigenous lacewing
480 species. *Biological Control* 96: 93-100.
- 481 Wyckhuys, K.A.G., Lu, Y., Morales, H., Vazquez, L.L., Legaspi, J.C., Eliopoulos,
482 P.A., Hernandez, L.M. 2013. Current status and potential of conservation
483 biological control for agriculture in the developing world. *Biological Control* 65:
484 152-167.

ANEXOS

A. Normas para publicação à Revista PeerJ

- Manuscript document formats:

Use line numbers; 2.5cm margin on all edges; 12 point Times font for readability; 'Normal' style for text, 'Heading' styles for headings; Do not use 'unusual' document styles/templates (e.g. 'Normal (Web)'); Left justify all text to the left margin. Do not 'full width' justify.

- Abstract Guidance

No more than approx. 500 words (or 3,000 characters); Self-contained and concisely describe the reason for the work, methodology, results, and conclusions. Uncommon abbreviations should be spelled out at first use. Do not include footnotes or references.

-Introduction

Describe the field and explain why this review is needed.

Explain relevance to readers in the field, and associated areas.

- Materials & Methods Guidance

Methods should be described with sufficient detail & information to replicate. Explain how you ensured comprehensive and unbiased coverage of the literature.

-Results

All statistical results should be fully reported, including the test that was performed, the corresponding test statistic, degrees of freedom, the exact p-value (not, e.g. " $p < 0.05$ "), and effect sizes. For uploaded statistical figures, where appropriate, we recommend that you overlay bar graphs with scatter plots showing individual data points, or use another method to show the distribution of the data, such as boxplots, violin plots, etc.

- Discussion

Start with the most important findings first.

Link your results to any previous studies and how they add value and/or why results differ from what was previously demonstrated.

What are the strengths and weaknesses/limitations and/or unexpected outcomes of the study results? Any inconclusive results?

- Conclusions

Conclusions must be well stated, linked to original research question and limited to supporting results.

- Acknowledgements

Should not be used to acknowledge funders – funding will be entered online in the declarations page as a separate Funding Statement and appear on the published paper. As a matter of courtesy, we suggest you inform anyone whom you acknowledge.

- References

For three or fewer authors, list all author names (e.g. Smith, Jones & Johnson, 2004). For four or more, abbreviate with 'first author' et al. (e.g. Smith et al., 2005).

Multiple references to the same item should be separated with a semicolon (;) and ordered chronologically.

References by the same author in the same year should be differentiated by letters (Smith, 2001a; Smith, 2001b).

Cite articles accepted for publication as 'in press'. Include in reference section and upload as a Supplemental file.

Cite work unpublished, in preparation or under review as 'unpublished data'. Supply the author's first initial and surname, and the year of the data collection, in the text citation and do not include the citation in the reference section. Example: (A Castillo, 2000, unpublished data).

Avoid referencing personal communications. Reference as 'pers. comm.', including the first initial and surname, and year. Example: (A Castillo, 2000, pers. comm.).

The Reference Section

Journal reference format: List of authors (with initials). Publication year. Full article title. Full title of the Journal, volume: page extents. DOI (if available).

Example journal reference:

Smith JL, Jones P, Wang X. 2004. Investigating ecological destruction in the Amazon. *Journal of the Amazon Rainforest* 112:368-374 DOI: 10.1234/amazon.15886.

Gray Literature (e.g. patents, technical reports from agencies or research groups, working papers, white papers, preprints etc.) described thoroughly: Authors. Page/paper title. Publication date. Publisher name. URL (access date). Identification (e.g. patent or series) numbers.

Example gray literature references:

Boettiger C. 2013. knitcitations: citations for knitr markdown files. Available at <https://github.com/cboettig/knitcitations> (accessed 10 July 2012)

Dorch B. 2012. On the Citation Advantage of linking to data. hprints. Available at <http://hprints.org/hprints-00714715> (accessed 5 July 2012)

Example book reference:

James FY. 2010. Understanding corn and wheat. Oxford: Oxford University Press.

Example book excerpt:

Smith PG. 2011. Behavior in ants. In: Jones HY, ed. Insect behavior in the Andes. Berlin: Springer Verlag, 101–200.

Example thesis:

Blair HJ. 1989. Structural modifications of the fern genus *Lecanopteris* (Polypodiaceae). D. Phil. Thesis, Cambridge University.

Example webpage:

Johnson S. 2010. Italian Plants. Available at <http://www.italianplants.com> (accessed 22 March 2011).

Example abstract:

Thomas D, Scharfenecker U, Schiltmeyer B. 2006. Low potential for drug-drug interaction of lacosamide. [Abstract 2.235] *Epilepsia* 47(Suppl 4): 200.

- Figures patterns

Please upload as separate files (i.e. do not embed in manuscript).

'Figure' refers to graphs, charts, line drawings and photographs.

Lower quality images may be accepted for review, but these must be replaced with high-quality (300dpi) images on resubmission.

Include figure numbers in filenames e.g. 'Figure 1.png'.

Titles are required for all figures (legends are optional):

- Table patterns

Table 1 appears first in the text, and first cited.

Table 2 appears second, and the next cited after Table 1. etc...

Cite tables in text as 'Table 1', 'Table 2' etc.

Include units in column and row headings, in parentheses.

Tables must fit in a single 21.6 x 28 cm page with 2.5 cm margins.

Place footnotes below the table; these may be used to explain abbreviations.

B. Normas para publicação à Revista Comunicata Sciense

O manuscrito pode ser submetido tanto em português quanto em Inglês, ficando este obrigado a ser vertido para o idioma inglês após seu aceite final. Os trabalhos devem ser encaminhados em páginas com o formato A4 (210 x 297 mm), folhas e linhas numeradas continuamente, em espaçamento duplo, fonte Century Gothic, tamanho 12 e margens de 2 cm. O máximo de páginas será de 30 para artigos e 10 para notas científicas, incluindo tabelas, figuras e ilustrações, que devem vir posicionadas imediatamente abaixo de sua chamada no texto e possuir legendas breves e explicativas.

O artigo científico quando submetido em português deverá conter os seguintes tópicos: Título; Resumo; Palavras-chave; Introdução; Material e Métodos; Resultados e Discussão; Conclusões e Referências. Quando submetido em inglês o artigo deverá apresentar: Abstract; Keywords; Introduction; Material and Methods; Results and Discussion; Conclusions; References.

Título: Em português e em inglês (negrito), digitados com somente a primeira letra da sentença em maiúsculo e centralizados. Devem ser concisos e indicar o conteúdo do trabalho. Evitar termos não significativos como “estudo”, “exame”, “análise”, “efeito”, “influência”, “avaliação” etc. Não ultrapassar 100 caracteres com espaços.

Abstract: Deve conter entre 200 e 250 palavras, em um só parágrafo. Cada frase deve ser uma informação e não apresentar citações. Os artigos não devem conter o resumo em português.

Keywords: São em número mínimo de três e máximo de cinco, devem estar em letra minúscula, em ordem alfabética e separadas por vírgula. Não devem estar contidas no título e devem refletir a ideia central do manuscrito. Apenas os nomes científicos devem vir em itálico. Não incluir palavras-chave em português. Obs.: Pelo menos duas (2) keywords deverão constar na Agrovoc (<http://aims.fao.org/standards/agrovoc/functionalities/search>).

Introdução: Deve conter no máximo 450 palavras. Explicação concisa, na qual são estabelecidos brevemente o problema, sua pertinência, relevância e os objetivos do trabalho.

Material e Métodos: Devem apresentar sequência lógica da descrição do local, do período de realização da pesquisa, dos tratamentos, dos materiais e das técnicas utilizadas, bem como da estatística utilizada na análise dos dados. Na descrição dos métodos usados, referenciar corretamente os métodos já publicados. Nos trabalhos que envolvam animais ou organismos

geneticamente modificados deverá constar o número do protocolo de aprovação do Comitê de Bioética e/ou de Biossegurança.

Resultados e Discussão: Apresentar clara e objetivamente os principais resultados encontrados, em texto corrido ou mediante ilustrações. Interpretar os resultados no trabalho de forma consistente e evitar comparações desnecessárias. Discutir somente os resultados obtidos no trabalho.

Obs.: A seção Resultados e Discussão poderá ser apresentada separadamente.

Conclusões: As conclusões devem estar apoiadas nos dados da pesquisa executada.

Agradecimentos: Quando pertinente, deverá ser incluído antes das referências, neste tópico pode se indicar os financiamentos da pesquisa bem como outros tipos de colaboração que auxiliaram o desenvolvimento da mesma.

Citações e Referências: No texto, as referências deverão ser citadas por autor e ano, conforme o exemplo para um autor “(Henze, 2012)”, dois autores “(Henze & Brown, 2012)”, três ou mais autores “(Henze et al., 2012)”, “... conforme afirmaram Henze et al. (2012)”. O termo “et al.” não deve vir em itálico. As referências citadas deverão ser apresentadas em um tópico Referências no fim do texto deverão e apresentadas em ordem alfabética, conforme os formatos abaixo:

Artigo completo: Tian, G., Kolawole, G.O. 2004. Comparison of various plant residues as phosphate rock amendment on Savanna soils of West Africa. *Journal of Plant Nutrition* 27: 571-583.

[Autor Ano. Título. *Periódico (itálico)* Volume: Página inicial-Página final.]

Livro: Bollag, J.M., Stozky, G. 2000. *Soil biochemistry*. Marcel Dekker, New York, USA. 519 p.

[Autor Ano. Título (*itálico*). Editora, Cidade, País. Total de páginas p.]

Capítulo de livro: Mizrahi, Y., Nerd, A. 1999. Climbing and columnar cacti: new arid land fruit crops. In: Janick, J. (ed.) *Perspectives on new crops and new uses*. ASHA Press, Alexandria, USA. p. 358-366. [Autor do capítulo. Ano. Título do capítulo. In:

Autor Livro. *Título do Livro (itálico)*. Editora, Cidade, País. Total de páginas p.]

Tese ou dissertação: Lobo, J.T. 2018. *Bioestimulantes no cultivo da mangueira cv. Kent no submédio do Vale do São Francisco*. 67f. (Dissertação de Mestrado) – Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, Brasil. [Autor Ano. *Título (itálico)*. Total folhas f. (Tese ou Dissertação) - Instituição, Cidade, País.]

Referência On line: FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2018.

<http://apps.fao.org/><Acesso em 10 Fev. 2019> [Autor Título. Ano. Endereço eletrônico<Acesso em Data (dia mês abreviado. Ano>]

Obs: [Autor] - Os autores são separados por vírgula, sobrenome (somente a primeira letra maiúscula) seguido das iniciais (maiúsculas) e não possuem espaço entre si.

[Sobrenome, Inicial do primeiro nome. Inicial do nome do meio.] Não serão aceitas referências de trabalhos publicados em anais eventos, comunicações pessoais, artigos no prelo e apud. Recomenda-se uma média de 25 referências. As tabelas e figuras devem ser autoexplicativas, em Fonte Century Gothic, tamanho 10, numeradas com algarismos arábicos, inseridas após suas chamadas com o título abaixo para figuras e acima para tabelas.

Tabelas: Não usar linhas verticais. As linhas horizontais devem ser usadas para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma no final da tabela. Cada dado deve ocupar uma célula distinta. Não usar negrito ou letra maiúscula no cabeçalho. As tabelas deverão ser autoexplicativas. O título recebe inicialmente a palavra Tabela, seguida pelo número de ordem em algarismo arábico e ponto (Ex.: Tabela 1.), em negrito. O título da tabela deve ser formatado justificado. Ao final do título não deve conter ponto final. Deve-se evitar títulos muito longos e abreviações. Não são aceitos quadros.

Figuras: Deve ser mencionada no texto como Figura (por extenso) e refere-se a qualquer ilustração constituída ou que apresente linhas e pontos: desenho, fotografia, gráfico, fluxograma, esquema etc. Os desenhos, gráficos e similares devem ser feitos em preto e branco ou coloridos. Os títulos recebem inicialmente a palavra Figura, seguida do número de ordem em algarismo arábico (Ex.: Figura 1.), em negrito. Chama-se a atenção para as proporções entre letras, números e dimensões totais da figura: caso haja necessidade de redução, esses elementos também são reduzidos e podem ficar ilegíveis. Tanto as tabelas quanto as figuras devem vir o mais próximo possível, após sua chamada no texto. As figuras não devem apresentar bordas.

Após o aceite final do trabalho, os autores serão solicitados a enviar as figuras em arquivos individuais (arquivo suplementar, acima de 300 doi com uma das seguintes extensões (.tif, .jpg ou .bmp), com no máximo 2Mb de tamanho por arquivo.