



**DELANE PATEZ PORTO**

**POTENCIAL DE CRISOPÍDEOS COMO PREDADORES DO  
PSILÍDEO-DE-CONCHA *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera:  
Aphalaridae) EM EUCALIPTO**

**LAVRAS – MG  
2023**

**DELANE PATEZ PORTO**

**POTENCIAL DE CRISOPÍDEOS COMO PREDADORES DO PSILÍDEO-DE-  
CONCHA *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) EM EUCALIPTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Mestre.

Profa. Dra. Brígida Souza  
Orientadora

Profa. Dra. Rosangela Cristina Marucci  
Coorientadora

Dr. Alexandre dos Santos  
Coorientador

**LAVRAS-MG  
2023**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca  
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Porto, Delane Patez.

Potencial de crisopídeos como predadores do psílídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) em eucalipto. / Delane Patez Porto. - 2023.

60 p.

Orientador(a): Brígida Souza.

Coorientador(a): Rosangela Cristina Marucci, Alexandre dos Santos.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. Controle biológico. 2. Psílídeo-de-concha. 3. Chrysopidae. I. Souza, Brígida. II. Marucci, Rosangela Cristina. III. Santos, Alexandre dos. IV. Título.

**DELANE PATEZ PORTO**

**POTENCIAL DE CRISOPÍDEOS COMO PREDADORES DO PSILÍDEO-DE-  
CONCHA *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) EM EUCALIPTO**

**POTENTIAL OF CHRYSOPIDAE AS PREDATORS OF THE RED GUM LERP  
*Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) IN EUCALYPTUS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, área de concentração em Entomologia, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 23 de janeiro de 2023.

Dr. Renildo Ismael Félix da Costa IFNMG

Dr. Bruno Henrique Sardinha de Souza UFLA

Profa. Dra. Brígida Souza  
Orientadora

Profa. Dra. Rosangela Cristina Marucci  
Coorientadora

Dr. Alexandre dos Santos  
Coorientador

**LAVRAS-MG  
2023**

Dedico à minha família, em especial a meus pais, Delio Porto e Marizete Patez, que sempre estiveram comigo nessa jornada.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras e Departamento de Entomologia, pela oportunidade para a realização do mestrado;

Aos professores do Departamento de Entomologia, pelos ensinamentos;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

À toda equipe da empresa Celulose Nipo-Brasileira S/A (CENIBRA), pelo apoio durante a realizações dos experimentos, em especial, Caroline Abreu e Rinaldo Félix.

Ao Kaio Muniz, da Fazenda Alterosa, que teve a presteza em ajudar, enviando material para a realização dos experimentos;

À Profa. Dra. Brígida de Souza, pela orientação, confiança, carinho e apoio na realização do mestrado. Sinto-me sortuda por ter tido a oportunidade de tê-la como orientadora;

À Profa. Dra. Rosangela Cristina Marucci, pela coorientação, apoio e confiança, colaboração, sugestões e correções, que foram importantes para o desenvolvimento desse trabalho;

Ao Prof. Dr. Alexandre dos Santos do Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT) - Campus Caceres, pela coorientação, apoio e colaboração nas análises de dados;

Aos meus pais, Delio e Marizete, principalmente à minha mãe, pelo carinho, apoio e por ter me ensinado desde muito cedo a valorizar os estudos, por ansiar o conhecimento;

Às minhas irmãs, Gleicy e Carina, pela amizade e parceria. Especialmente à Carina, por ter sido minha companheira por todos esses anos em Lavras, desde a graduação, sempre juntas;

Às minhas amigas, Nívia e Marcela, que estiveram comigo em todos os momentos, deixando tudo mais fácil, e por todo o apoio. Com vocês, os dias se tornam mais divertidos e leves!

Aos meus amigos (as) Eliza, Gabriela, Francilene, Othon e Jason, por terem compartilhado tantos momentos, mesmo com a distância;

À Laodiceia Lopes, por partilhar tantos momentos bons durante nossas coletas em campo e pelos conhecimentos passados;

À querida técnica de laboratório, Elaine Aparecida, por todo apoio nos experimentos e momentos de descontração;

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização desse trabalho;

Meus sinceros agradecimentos.

## RESUMO

A produtividade dos cultivos de eucalipto é seriamente ameaçada por diversas pragas nativas e exóticas, dentre as quais ressalta-se o psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei*, que tem causado enormes perdas em sistemas florestais. No Brasil, é comum a ocorrência de crisopídeos em plantios de eucalipto, como a *Ceraeochrysa cubana* e *Chrysoperla externa*, porém, pouco se sabe sobre aspectos bioecológicos e comportamentais desses predadores associados ao psilídeo-de-concha. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento predatório dessas espécies de crisopídeos abundantes e frequentes nesses cultivos, bem como a capacidade predatória, resposta funcional e biologia de uma delas, quando disponibilizados ovos e cada um dos estádios de desenvolvimento do psilídeo. O comportamento foi estudado para o 1º, 2º e 3º instares de *C. externa*, por meio do monitoramento com o uso do software BORIS. Nesse estudo, ovos e ninfas de 1º, 2º e 3º, e 4º e 5º instar do psilídeo-de-concha foram ofertados às larvas dos crisopídeos. Esse ensaio foi conduzido a  $25\pm 1^\circ\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12h. A capacidade predatória, biologia e resposta funcional foram estudadas para *C. externa* alimentada com ovos e ninfas de *G. brimblecombei* e com ovos de *Ephestia kuehniella* como controle. O estudo da capacidade predatória foi conduzido com larvas de 2º e 3º instares de *C. externa* supridas com ninfas de 2º e 3º instares do psilídeo-de-concha ofertadas em folhas de eucalipto naturalmente infestadas. Para a biologia, larvas recém-eclodidas foram transferidas para recipientes contendo folhas de eucalipto infestadas naturalmente com ovos e ninfas de *G. brimblecombei*. A duração dos instares e fases do desenvolvimento do predador foram acompanhados até a emergência dos adultos. Ambos os experimentos foram realizados em temperatura ambiente ( $\sim 26^\circ\text{C}$ ) e fotofase de  $\sim 12$  horas. Para a resposta funcional, utilizaram-se larvas de 3º instar, com 24 horas após a ecdise, supridas com ovos de *G. brimblecombei*, nas densidades de 1, 2, 4, 8, 16 e 32 ovos por larva do predador. Esse experimento foi realizado a  $25\pm 1^\circ\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 h. Verificou-se que *C. externa* e *C. cubana*, em seus diferentes instares, apresentam parâmetros comportamentais diferentes e ambas conseguem se alimentar de ovos e de ninfas nos instares iniciais (1º, e 2º e 3º) do psilídeo-de-concha. O ciclo de vida de *C. externa* suprida com ovos e ninfas do psilídeo-de-concha mostrou que o psilídeo constitui-se em recurso alimentar adequado para esse crisopídeo. Larvas de terceiro instar de *C. externa* são eficazes no controle de ovos e ninfas de 1º, 2º e 3º instar do psilídeo-de-concha, especialmente em densidades mais baixas da praga. De uma forma geral, os resultados obtidos na presente investigação apontam *C. externa* como uma opção de agente biológico para o controle de ovos e instares iniciais de *G. brimblecombei* nos cultivos de eucalipto. Com relação a *C. cubana*, este estudo mostrou ser um potencial agente para o controle do psilídeo, sendo necessários mais estudos sobre esse predador.

**Palavras-chave:** Controle Biológico. Inimigo natural. Eucalipto. Pragas florestais. Psilídeo.

## GENERAL ABSTRACT

Several native and exotic pests, among which stands out the shell psyllid, *Glycaspis brimblecombei*, which has caused enormous losses in forest systems, seriously threaten the productivity of eucalyptus crops. In Brazil, the occurrence of green lacewings in eucalyptus plantations is common, such as *Ceraeochrysa cubana* and *Chrysoperla externa*, however, little is known about bioecological and behavioral aspects of predators associated with the Red-Gum-Lerp. Thus, the objective of this work was to evaluate the predatory behavior of two species of abundant and frequent green lacewings in these crops, as well as the predatory capacity, functional response and biology of one of them, when eggs and each of the stages of development of the psyllid are made. The behavior was studied for the 1st, 2nd and 3rd instars of *Chrysoperla externa* and *Ceraeochrysa cubana*, through monitoring with the use of Boris software. This study was carried out when exposed to eggs and nymphs of 1<sup>o</sup>, 2nd and 3rd, and 4th and 5th instar of the shell psilyde, maintained at  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , RH of  $70\pm 10\%$  and photophase of 12h. Predatory capacity, biology and functional response were studied for *C. externa* fed with eggs and nymphs of *G. brimblecombei* and with eggs of *Ephestia kuehniella* as control. The study of predatory capacity was conducted with larvae of 2<sup>o</sup> and 3<sup>o</sup> instares of *C. externa* supplied with nymphs of 2nd and 3rd Red Gum Lerp instars offered in naturally infested eucalyptus leaves. For biology, newly hatched larvae were transferred to containers containing eucalyptus leaves naturally infested with eggs and nymphs of *G. brimblecombei*. The duration of the instars and phases of the development of the predator were followed up until the emergence of the adults. Both experiments were carried out at room temperature ( $\sim 26^{\circ}\text{C}$ ) and photophase of  $\sim 12$  hours. For the functional response, 3rd instar larvae were used, with 24 hours after ecdysis, supplied with Eggs of *G. brimblecombei*, at densities of 1, 2, 4, 8, 16 and 32 eggs per larva of the predator. This experiment was carried out at  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ , RH of  $70\pm 10\%$  and photophase of 12 h. It was found that *C. externa* and *C. cubana*, in their different instars, present different behavioral parameters and both can feed on eggs and nymphs in the initial instars (1st, and 2nd and 3rd) of the Red Gum Lerp. The life cycle of *C. externa* supplied with eggs and nymphs of the Red Gum Lerp that the psillyd constitutes an adequate food resource for this green lacewings. Third-instar larvae of *C. externa* are effective in controlling eggs and nymphs of 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> and 3<sup>o</sup> instar of the Red Gum Lerp, especially at lower densities of the pest. In general, the results obtained in the present investigation point to *C. externa* as a biological agent option for the control of eggs and early instars of *G. brimblecombei* in eucalyptus crops. With regard to *C. cubana*, this study showed it to be a potential agent for the control of the psyllid, requiring further studies on this predator.

**Keywords:** Biological Control. Natural enemy. Eucalyptus. Forest pests. Psillyd.



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Taxa de predação total (%) obtida para larvas de <i>C. cubana</i> e de <i>C. externa</i> durante 20 minutos de exposição a ovos e ninfas de 1°, 2° e 3°, e 4° e 5° instares do psilídeo-de-concha, <i>G. brimblecombei</i> . .....	30
<b>Figura 2.</b> Taxa de predação total (%) obtida para os três instares de <i>C. cubana</i> (2a) e de <i>C. externa</i> (2b), durante 20 minutos de exposição a ovos e ninfas de 1°, 2° e 3°, e 4° e 5° instares do psilídeo-de-concha, <i>G. brimblecombei</i> . .....	31
<b>Figura 3.</b> Taxa de predação total (%) obtida para larvas de <i>C. cubana</i> (3a) e de <i>C. externa</i> (3b), durante 20 minutos de exposição a ovos e ninfas de 1°, 2° e 3°, e 4° e 5° instares do psilídeo-de-concha, <i>G. brimblecombei</i> . .....	32
<b>Figura 4.</b> Tempo de ausência de deslocamento (segundos) obtido para os três instares de <i>C. cubana</i> (4a) e de <i>C. externa</i> (4b), durante 20 minutos de exposição a ovos e ninfas de 1°, 2° e 3°, e 4° e 5° instares do psilídeo-de-concha, <i>G. brimblecombei</i> . .....	33
<b>Figura 5.</b> Tempo de ausência de deslocamento (segundos) obtido para larvas de <i>C. cubana</i> (5a) e de <i>C. externa</i> (5b), durante 20 minutos de exposição a ovos e ninfas de 1°, 2° e 3°, e 4° e 5° instares do psilídeo-de-concha, <i>G. brimblecombei</i> . .....	34
<b>Figura 6.</b> Número de tentativas de apreensão da presa obtido para larvas de <i>C. cubana</i> e de <i>C. externa</i> , durante 20 minutos de exposição a ovos e ninfas de 1°, 2° e 3°, e 4° e 5° instares do psilídeo-de-concha, <i>G. brimblecombei</i> . .....	35
<b>Figura 7.</b> Número de tentativas de apreensão da presa obtido para cada instar de <i>C. cubana</i> (7a) e de <i>C. externa</i> (7b), durante 20 minutos de exposição a ovos e ninfas de 1°, 2° e 3°, e 4° e 5° instares do psilídeo-de-concha, <i>G. brimblecombei</i> . .....	35
<b>Figura 8.</b> Número de tentativas para levantar a concha do psilídeo-de-concha, <i>G. brimblecombei</i> , obtido para larvas de <i>C. cubana</i> e de <i>C. externa</i> , durante 20 minutos de exposição a ninfas de 2° e 3°, e 4° e 5° instares da presa. ....	37
<b>Figura 9.</b> Número de tentativas para levantar a concha do psilídeo-de-concha, <i>G. brimblecombei</i> , obtido para larvas de <i>C. cubana</i> (9a) e de <i>C. externa</i> (9b), durante 20 minutos de exposição a ninfas de 2° e 3°, e 4° e 5° instares da presa. ....	38
<b>Figura 10.</b> Número de tentativas para levantar a concha do psilídeo-de-concha, <i>G. brimblecombei</i> , obtido para larvas de <i>C. cubana</i> (10a) e de <i>C. externa</i> (10b), durante 20 minutos de exposição a ninfas de 2° e 3°, e 4° e 5° instares da presa. ....	38

<b>Figura 11.</b> Taxa de coleta de lixo (%) obtida para larvas de <i>C. cubana</i> , ao longo de 20 minutos de exposição a ovos e ninfas de 1º, 2º e 3º, e 4º e 5º instares do psilídeo-de-concha, <i>G. brimblecombei</i> . .....	40
<b>Figura 12.</b> Número de ninfas de 2º e 3º instar do psilídeo-de-concha, <i>G. brimblecombei</i> , consumidas por larvas de 2º e 3º instar de <i>C. externa</i> durante 24 horas. ....	42
<b>Figura 13.</b> Duração dos instares e fases do desenvolvimento (dias) de <i>C. externa</i> alimentada com ovos e ninfas de 1º, 2º, 3º, 4º e 5º instares do psilídeo-de-concha, <i>G. brimblecombei</i> . ..	43
<b>Figura 14.</b> Duração do desenvolvimento (dias) de ovo à adulto de <i>C. externa</i> alimentado exclusivamente com ovos de <i>E. kuehniella</i> (tratamento controle) e ovos e ninfas de 1º, 2º, 3º, 4º e 5º instares do psilídeo-de-concha, <i>G. brimblecombei</i> . ....	45
<b>Figura 15.</b> Curva da resposta funcional tipo II resultante do número de ovos do psilídeo-de-concha, <i>G. brimblecombei</i> , consumidos por larvas de 3º instar de <i>C. externa</i> durante 24 horas, em função do aumento da densidade da presa. ....	46

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1 O cultivo de eucalipto no Brasil.....	14
2.2 <i>Glycaspis brimblecombei</i> .....	15
2.2.1 Distribuição e danos.....	15
2.2.2 Descrição e bioecologia.....	17
2.3 Métodos de controle.....	18
2.3.1 Controle químico.....	18
2.3.2 Controle cultural.....	19
2.3.3 Controle biológico.....	20
2.4 Crisopídeos e o controle biológico.....	21
2.5 Biologia, comportamento e resposta funcional de crisopídeos.....	22
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3.1 Obtenção de <i>Glycaspis brimblecombei</i> .....	25
3.2 Obtenção de <i>Ceraeochrysa cubana</i> e <i>Chrysoperla externa</i> .....	25
3.3 Comportamento das larvas de <i>C. cubana</i> e <i>C. externa</i> durante a predação de ovos e ninfas do psilídeo-de-concha.....	25
3.4 Capacidade predatória de ninfas de <i>G. brimblecombei</i> por larvas de <i>C. externa</i> .....	27
3.5 Biologia de <i>C. externa</i> alimentada com <i>G. brimblecombei</i> .....	28
3.6 Resposta funcional de <i>C. externa</i> alimentada com ovos de <i>G. brimblecombei</i> .....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
5. CONCLUSÃO.....	48
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	49

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O cultivo de eucalipto visando a produção de celulose está sujeito ao ataque de insetos-praga, nativos e exóticos, com reflexos na redução de produtividade (WINGFIELD et al., 2008; WILCKEN, 2011; COSTA; ARALDI, 2014; WILCKEN et al., 2015). Pragas exóticas causam danos mais significativos, principalmente devido à ausência de inimigos naturais locais para regulação natural das populações. Entre as pragas de difícil manejo em plantações de eucalipto está o psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei* Moore, 1964 (Hemiptera: Aphalaridae), que pode atacar um grande número de espécies e clones híbridos de *Eucalyptus* (BRENNAN, 2001; HOLLIS, 2004).

Os danos causados por *G. brimblecombei* são decorrentes da sucção de seiva, tanto pelas ninfas como pelos adultos. As plantas atacadas apresentam as folhas cobertas por pequenas conchas cônicas, esbranquiçadas e cerosas, formadas pela secreção adocicada (honeydew) excretada por esses hemípteros e que, geralmente, estão associadas à produção da fumagina. Altas populações do psilídeo-de-concha em espécies ou clones de eucalipto suscetíveis causam desfolhamento, podendo ocasionar a queda de 20 a 30% das folhas e até 40% de mortalidade das plantas (LAUDONIA et al., 2014; FERREIRA-FILHO et al., 2015). Também há redução da área foliar ocupada pelas conchas, o que determina a redução da atividade fotossintética com prejuízos ao desenvolvimento da planta. Dahlsten (2005) salienta que a infestação do psilídeo-de-concha também pode favorecer o ataque de pragas secundárias e de patógenos oportunistas.

As conchas são estruturas que servem como abrigo para as ninfas do psilídeo ao longo do seu desenvolvimento, reduzindo o risco de dessecação, uma vez que mantém o ambiente interno mais úmido, e as protege de altas temperaturas bem como da ação de inimigos naturais (HODKINSON, 1974; BRENNAN, 1999). As ninfas permanecem a maior parte de seu desenvolvimento protegidas pela concha, que vai aumentando o diâmetro à medida que mudam de instar (PEREIRA, 2011).

Atualmente, a produção de celulose está atrelada à busca de certificações para atender à demanda do mercado internacional, o que implica na utilização de medidas sustentáveis e produtos com menor impacto ambiental e social. Dessa forma, para o manejo de pragas do eucalipto deve-se priorizar a integração de várias medidas de controle, com destaque para o uso de agentes biológicos, estratégia ambientalmente e economicamente viável, em contraste ao uso do controle químico de pragas (VAN LENTEREN; BUENO, 2003; VAN LENTEREN et al., 2018). Hoje, o controle biológico aplicado é uma realidade, o que se deve à evolução das

pesquisas, as quais têm viabilizado o registro de um número cada vez maior de agentes biológicos para serem utilizados em diferentes culturas.

A ampla distribuição e dispersão do psilídeo-de-concha nos diferentes estados brasileiros produtores de eucalipto, nortearam a introdução controlada do parasitoide ninfal *Psyllaephagus bliteus* Riek, 1962 (Hymenoptera: Encyrtidae). Esse microhimenóptero tem origem australiana e, inicialmente, foi introduzido na Califórnia e México, respectivamente em 2000 e 2002, com eficiência de até 80% de controle (SANTANA, 2005). Apesar do sucesso do estabelecimento do parasitoide em países da Europa, a infestação pelo psilídeo-de-concha se mantinha elevada sobre a folhagem durante o verão (IDE et al., 2006). No Brasil, esse parasitoide foi introduzido entre os anos de 2004 e 2006, tendo sido importado do México por meio da Comissão Nacional Florestal (CONAFLOR), como parte do Programa Cooperativo de Proteção Florestal do Instituto de Pesquisas e Ciências Florestais (PROTEF/IPEF) do Brasil (DE SA; WILCKEN; JUNQUEIRA, 2019). Porém, a população do parasitoide se encontrava em níveis baixos no campo, ao contrário da população do psilídeo (WILCKEN et al., 2010). Desde então, estão sendo realizados o monitoramento de *G. brimblecombei* e a criação e liberação desse parasitoide.

Grande diversidade de inimigos naturais têm sido observada em associação com as ninfas de *G. brimblecombei* em plantios de eucalipto no Brasil (FERREIRA FILHO et al., 2010; SILVA et al., 2010; DOMINGUES et al., 2022). Entre eles encontram-se várias espécies de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae), como *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) e *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861), as quais têm sido observadas com frequência nesses ambientes. As larvas de *C. cubana* têm o hábito de se cobrirem com quaisquer detritos que encontram aleatoriamente, um comportamento de defesa que lhes permite camuflar no ambiente e evitar o ataque de possíveis predadores. Esse comportamento lhes confere o nome comum de bicho lixeiro. Por outro lado, larvas de *C. externa* são conhecidas como larvas nuas por não se cobrirem com detritos (ADAMS; PENNY, 1985). Ambas são espécies nativas e com ampla distribuição na região Neotropical, sendo frequentes em plantios de eucalipto infestados pelo psilídeo-de-concha. A presença das conchas, que são compostas por ceras e açúcares (SÁNCHEZ, 2003), parece atrair os adultos de *C. externa*, cujas fêmeas ovipositam junto a elas. No entanto, pouco se sabe sobre a biologia, comportamento, resposta funcional e capacidade predatória desses predadores alimentando-se dos diferentes estágios de desenvolvimento do psilídeo-de-concha.

Dessa forma, existem diversas lacunas no conhecimento sobre a relação entre crisopídeos e essa praga, tais como: i) quais estágios do psilídeo-de-concha são mais vulneráveis ao ataque pelas larvas dos crisopídeos? ii) a alimentação exclusiva das larvas de crisopídeos com ovos e ninfas do psilídeo-de-concha permite seu desenvolvimento? iii) larvas de crisopídeos conseguem manusear a concha e regular a população do psilídeo-de-concha?

Esta proposta contempla estudos com *C. cubana* e *C. externa* visando contribuir para a obtenção de informações que possam alicerçar as recomendações desses crisopídeos como agentes de controle biológico do psilídeo-de-concha. Objetivou-se avaliar o comportamento de ambos os crisopídeos, bem como a capacidade predatória, biologia e resposta funcional de *C. externa* exposta aos diferentes estágios de *G. brimblecombei*.

## 2. REFERÊNCIAL TEÓRICO

### 2.1 O cultivo de eucalipto no Brasil

O eucalipto é uma espécie arbórea pertencente à família Myrtaceae, gênero *Eucalyptus*, que compreende, aproximadamente, 700 espécies, quase todas originárias da Austrália e da Tasmânia (BOLAND et al., 2006; DIAS; SIMONELLI, 2013). As espécies desse gênero são comuns e amplamente cultivadas no mundo (REJMÁNEK; RICHARDSON, 2019). Atualmente, são cultivados no entorno do Mar Mediterrâneo, no sul da África, América do Sul e Ásia, e constituem-se numa das mais importantes fontes comerciais de celulose (PAINE et al., 2011).

Há controvérsias sobre as datas e locais exatos onde ocorreram as primeiras introduções de eucalipto no Brasil. É certo, porém, que essas introduções foram feitas, inicialmente, com finalidades de paisagismo, barreiras quebra-ventos e para obtenção de óleos essenciais. Há relatos que os primeiros exemplares foram plantados no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, nos anos de 1825 e 1868 (JACOBS, 1981). Conforme Ferreira (2016), o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), por intermédio da Secção de Introdução de Plantas, estabeleceu o Programa de Introdução de Espécies e Variedades de Eucaliptos, revelando que, mesmo antes da criação do Horto de Jundiaí, pela ex-Companhia Paulista de Estradas de Ferro (CPEF), em 1904, os eucaliptos já eram cultivados no Estado em função de sua importância econômica.

Diversas espécies de eucalipto se adaptaram satisfatoriamente às condições edafoclimáticas brasileiras, apresentando boa produtividade e rentabilidade, sendo empregado para várias finalidades (MOTTA et al., 2010; BENIN, 2014; FRIGOTTO et al., 2020). O eucalipto se tornou uma das espécies florestais mais plantadas para fins produtivos, sendo um dos cultivos com maior disponibilidade de indicações e orientações técnicas. Atualmente, a produção de eucalipto tem grande importância comercial na economia do país. Segundo a Indústria Brasileira de Árvores (IBÁ), em 2021, o Brasil apresentou uma produtividade média de 38,9 m<sup>3</sup>/ha de madeira de eucalipto. A produtividade, contudo, depende de diversos fatores, como local de plantio, tratamentos culturais e insumos disponibilizados (IBÁ, 2022). De acordo com Cipriani (2013), a rentabilidade e a produtividade da cultura estão intimamente associadas. Boas produtividades são alcançadas quando são combinadas práticas silviculturais adequadas com material genético bem selecionado para a região (SCHÖNAU, 1984; BARROS & COMERFORD, 2002).

No entanto, as florestas de eucalipto estão sujeitas ao ataque de insetos-pragas oriundos de seu país de origem, como é caso do psilídeo-de-concha, *G. brimblecombei* (WILCKEN et al., 2003), do percevejo bronzeado, *Thaumastocoris peregrinus* Carpintero & Dellapé 2006 (Hemiptera: Thaumastocoridae), e da vespa-da-galha, *Leptocybe invasa* Fisher & La Salle, 2004 (Hymenoptera: Eulophidae) (LEMES; ZANUNCIO, 2016; KENIS et al., 2019), bem como de espécies nativas, como as formigas cortadeiras dos gêneros *Atta* e *Acromyrmex*, lepidópteros desfolhadores, tais como *Thyrintea arnobia* (Stoll, 1782) (Lepidoptera: Geometridae), *Eupseudosoma involuta* (Sepp, 1855) (Erebidae: Arctiinae), *Sarsina violascens* (Herrich-Schaeffer, 1856) (Lepidoptera: Lymantriidae) e besouros desfolhadores, como *Costalimaita ferruginea* (Fabricius, 1801) (Coleoptera: Chrysomelidae), entre outras, que estão associadas ao cultivo de eucalipto no Brasil.

Firmino-Winckler et al. (2009), estudando a biologia de *G. brimblecombei* em diferentes espécies de eucalipto, verificaram que *Eucalyptus camaldulensis*, *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus tereticornis* e o híbrido *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla* favorecem o desenvolvimento e reprodução desse psilídeo, sendo *E. camaldulensis* e *E. tereticornis* as mais suscetíveis; por outro lado, *Corymbia citriodora*, nas condições estudadas, apresentou efeito letal ao psilídeo, impossibilitando seu desenvolvimento logo no primeiro instar, sendo considerada como não hospedeira de *G. brimblecombei*.

## 2.2 *Glycaspis brimblecombei*

### 2.2.1 Distribuição e danos

O psilídeo-de-concha é um inseto que se dispersa com facilidade devido ao seu tamanho reduzido e por atacar uma ampla gama de espécies e clones híbridos de *Eucalyptus* propagados comercialmente, em especial, *E. camaldulensis* e *E. tereticornis*, mas, também, *E. blakelyi*, *E. brassiana*, *E. bridgesiana*, *E. camphora*, *E. dealbata*, *E. diversicolor*, *E. globulus*, *E. mannifera maculosa*, *E. nitens* e *E. side-roxylon* (BRENNAN et al., 2001; HOLLIS, 2004).

Esse inseto, foi detectado nos Estados Unidos em 1998 (BRENNAN et al., 1999). Desde então, a espécie foi encontrada em diferentes países, como no México, em 2000 (RAMIREZ, 2003; PAINE et al., 2006), Chile, em 2002 (OLIVARES et al., 2004), nas Ilhas Maurício (HOLLIS, 2004), Argentina (BOUVET et al., 2005), Equador (ONORE; GARA, 2007), Venezuela (ROSALES et al., 2008) e Peru (BURCKHARDT, 2008). Na Europa, foi relatado



em Portugal e na Espanha em 2007 (VALENTE, 2009), e na Itália, em 2010 (RAMIREZ, 2003; PAINE et al., 2006). Os registros mais recentes de invasões de *G. brimblecombei* estão na Etiópia, Nova Zelândia e Zâmbia (CHUNGU et al., 2017; YIRGU; ANJULO, 2019).

No Brasil, o primeiro registro de *G. brimblecombei* ocorreu em Mogi Guaçu, SP, em junho de 2003, atingindo mais de 80 municípios nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso do Sul e Paraná (WILCKEN et al., 2003). Posteriormente, sua ocorrência foi registrada para Santa Catarina (LUTINSKI, 2006), Rio Grande do Sul (OLIVEIRA et al., 2006), Bahia (MENEZES, 2008; MASSON, 2009), Pernambuco (BREDA et al., 2010), Maranhão e Piauí (SOLIMAN et al., 2012). Em 2011, as populações do psilídeo já eram encontradas em mais de 50 mil hectares de floresta e, em 2015, sua distribuição atingiu 15 estados brasileiros (WILCKEN et al., 2016), mas, nos dias atuais, a área infestada deve ser muito mais extensa.

Aliado à sua rápida disseminação, o psilídeo-de-concha tem chamado atenção do setor florestal mundial pelos danos causados aos plantios de eucaliptos nos diferentes países e, principalmente, por ser de difícil controle. O psilídeo prefere se alimentar em brotações e folhas novas, e vive gregariamente sobre folhas, ramos, brotos e/ou no interior de galhas formadas devido ao seu ataque. Além das galhas, os psilídeos são responsáveis pelos danos decorrentes da sucção de seiva, ocasionando o amarelecimento das folhas, o enrolamento e deformação do limbo foliar, superbrotamento e o típico secamento dos ponteiros, resultando em redução da área fotossintética e do crescimento das árvores (COSTA LIMA, 1942; HODKINSON, 1974; SALIBA, 2018). Ainda com relação aos danos, além da presença inicial das conchas e do secamento de ponteiros, há relatos de desfolha entre 20 e 30%. Árvores dominadas por conchas podem ter 100% de desfolha, sem possibilidade de recuperação (WILCKEN et al., 2003; SANTOS et al., 2021) e as perdas em produtividade podem atingir entre 10 e 15%, além de causar alta mortalidade em *E. camaldulensis* (WILCKEN et al., 2016).

Altas populações de *G. brimblecombei* também podem causar danos indiretos, como a fumagina, que interfere na absorção de fotoassimilados, depreciação do valor estético e aumento da suscetibilidade a outros organismos oportunistas (GALLO et al., 2002; RAMIREZ, 2003; SALIBA, 2018). Ao perfurar as folhas para se alimentar, esses insetos obtêm, principalmente, carboidratos, forçando a planta a aumentar a atividade metabólica de anabolismo, ou seja, há maior gasto energético para suprir a demanda gerada (LEITE; PASCHOLATI, 1995; FIRMINO, 2004; FAVARO, 2006). Para o controle do psilídeo de concha na cultura do eucalipto, podem ser empregados diferentes métodos, como o químico, utilização de plantas resistentes, controle biológico e silvicultural (OLIVEIRA, 2020).

### 2.2.2 Descrição e bioecologia

O gênero *Glycaspis* inclui 127 espécies, sendo a maioria delas associada a *Eucalyptus* spp. Os espécimes de *G. brimblecombei* se alimentam somente de eucalipto e sua infestação pode ser facilmente reconhecida pela secreção açucarada que se deposita formando estruturas cônicas esbranquiçadas, chamadas de conchas, as quais recobrem as ninfas (HALBERT et al., 2001; JERE et al., 2020). Os adultos diferem daqueles das demais espécies de psíldeos por apresentarem projeções na parte anterior da cabeça, denominadas cones genais, que possuem um tufo de cerdas no ápice (CIBRIÁN-TOVAR, 2001; DAHLSTEN, 2003; FAVARO, 2006; CABI, 2022).

Essa espécie possui dimorfismo sexual, sendo as fêmeas maiores que os machos, com, aproximadamente, 2 mm de comprimento. O corpo é verde-claro, por vezes com manchas amareladas (REGUIA; PERIS-FELIPO, 2013), as antenas são filiformes, com 10 antenômeros, a parte terminal do abdome é arredondada e possui uma protuberância por onde são colocados os ovos. A reprodução é sexuada e, nos machos, existem projeções na parte superior da extremidade abdominal chamadas de “fórceps”, que são utilizadas para imobilizar a fêmea durante a cópula (CIBRIÁN-TOVAR, 2001; SANTANA, 2005).

Os ovos são brilhantes e elípticos, com coloração inicial branca, tornando-se amarelo-alaranjados próximos à eclosão. A oviposição ocorre, preferencialmente, em folhas abertas, onde os ovos podem ser depositados em linha, agrupados ou individualizados, presos por um curto pedúnculo à superfície foliar. Em média, são ovipositados 119 ovos por fêmea (mínimo de 46 e máximo de 280), com período embrionário de seis a oito dias e fase imatura variando de 14 a 16 dias (DREISTADT; DAHLSTEN, 2001; SÁNCHEZ, 2002; RAMIREZ, 2003; FAVARO, 2006; ROSALES, 2008; FIRMINO-WINCKLER et al., 2009).

A fase jovem de *G. brimblecombei* apresenta cinco estádios ninfais, sendo as ninfas achatadas dorsoventralmente e com coloração variável entre amarelo pálido, alaranjado e marron-esverdeado (FIRMINO-WINCKLER et al., 2009; ALBERTO, 2016). As ninfas formam uma cobertura de coloração esbranquiçada e formato cônico que pode ser confeccionada na face abaxial ou adaxial das folhas, tornando a praga visível mesmo em baixas densidades populacionais. Essa cobertura, denominada concha, é composta por ceras e açúcares e é a característica que confere o nome comum, psíldeo-de-concha, atribuído a *G. brimblecombei* (SÁNCHEZ, 2003). As conchas são estruturas que servem como proteção para as ninfas durante toda a fase ninfal, reduzindo o risco de dessecação por manter o ambiente

interno mais úmido, protegê-las contra altas temperaturas e contra a ação de seus inimigos naturais (HODKINSON, 1974; BRENNAN, 1999; GRIMALDI et al., 2005). As ninfas permanecem a maior parte de seu desenvolvimento dentro da concha e aumentam seu diâmetro à medida que mudam de estágio (STIVANELLI et al., 2009; PEREIRA, 2011).

*Glycaspis brimblecombei* pode apresentar várias gerações durante o ano. Temperaturas entre 22°C e 26°C favorecem o desenvolvimento do psilídeo, e condições térmicas superiores ou inferiores limitam sua sobrevivência e reprodução (DAHLSTEN et al., 2003; FIRMINO et al., 2004). Firmino et al. (2009) verificaram que a duração do estágio ninfal variou de 12 a 22 dias, com a média de cada instar sendo próxima a 3 dias. O ciclo de vida completo da praga dura de 1 a 2 meses, dependendo da temperatura (PHILLIPS, 1992). No Brasil, o ciclo de ovo a adulto varia de 21 a 35,8 dias a 30°C e 18°C, respectivamente (FIRMINO et al., 2004).

## 2.3 Métodos de controle

### 2.3.1 Controle químico

Há anos, o controle químico tem sido uma das principais ferramentas dos programas de manejo de pragas, mas essa alternativa vem sendo repensada por envolver o uso de produtos altamente tóxicos e prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente. Além disso, não é seletivo, eliminando também inimigos naturais e demais artrópodes úteis, além de favorecer o aparecimento de pragas secundárias e selecionar as populações de pragas que apresentam resistência aos produtos inseticidas utilizados (PACHECO et al., 1990; MARQUES et al., 2004; PAINE, 2006).

O número de inseticidas registrados para a cultura de eucalipto é limitado, e o seu uso para o controle do psilídeo-de-concha é pouco estudado, sendo, esse método, considerado de baixa eficiência (HODDLE et al., 2003; FIRMINO, 2004). Os produtos sistêmicos são os mais recomendados e adequados, mas, têm custo elevado e necessitam de, no mínimo, três aplicações por ano devido ao seu efeito ser considerado temporário (WILCKEN et al., 2003; SÁ; WILCKEN, 2004). Além disso, é difícil de se determinar o momento adequado para o tratamento e a opinião frente aos resultados obtidos é variável (PAINE et al., 2006).

Atualmente, o inseticida sistêmico à base de acetamiprido (Mospilan WG®), do grupo químico dos neonicotinoides, e o inseticida de contato à base de etofenproxi (Safety®), do grupo químico éter difenílico, estão registrados para controle de *G. brimblecombei*. Ambos os

produtos são classificados como medianamente tóxico (AGROFIT, 2022). No entanto, no contexto florestal, o controle químico não é recomendado, por poder ser oneroso, pouco eficiente, de efeito temporário e causar distúrbios ambientais. Para o caso específico do psilídeo-de-concha, cujas ninfas têm pouca mobilidade e estão protegidas pelas conchas, o uso de inseticidas de contato não é recomendado (WILCKEN; COUTO; ORLATO; FERREIRA-FILHO, 2003). Esses insetos também possuem várias gerações por ano, têm facilidade de dispersão e, ainda, há risco de rápida reinfestação, com necessidade de um grande número de aplicações anuais (SANTANA et al., 2004).

### **2.3.2 Controle cultural**

Como métodos culturais são recomendadas medidas que diminuam o stress das plantas, como a poda, assim como o abate de árvores com alto grau de infestação. Boavida (2009) sugere, como medida preventiva, evitar plantar espécies de eucaliptos muito susceptíveis. A fertilização de árvores infestadas também deve ser evitada, pois o psilídeo-de-concha é atraído por compostos nitrogenados, provocando o aumento da sua reprodução e sobrevivência (OLIVARES et al., 2003).

Estudos mostraram que a fertilização utilizando a microssílica como fonte de silício foi capaz de reduzir o número de ovos e de ninfas do psilídeo-de-concha quando aplicada via foliar (OLIVEIRA, 2020). Além disso, estudos têm apontado que o silício solúvel está envolvido na defesa química induzida por meio do aumento da produção de enzimas de defesa ou da possível melhoria na liberação de voláteis responsáveis pela atração de inimigos naturais, contribuindo para o sucesso do controle biológico (REYNOLDS et al., 2009; BAKHAT et al., 2018).

Segundo Paine et al. (2006), práticas culturais, como mudanças na irrigação ou aplicação de azoto, são preventivas e devem ser aplicadas no início da infestação. Muitas vezes, a poda estimula o crescimento de nova folhagem, que é preferida por psilídeos para alimentação e oviposição. Assim, deve-se minimizar o corte de ramos terminais, optando-se por podar plantas logo acima dos ramos e nós (KABASHIMA et al., 2014).

### 2.3.3 Controle biológico

O Brasil vem apresentando um uso crescente de agentes biológicos para o controle de pragas (VAN LENTEREN et al., 2018; PARRA; COELHO, 2019; CROPLIFE, 2022). O controle biológico do psilídeo-de-concha tem sido realizado por meio da liberação de insetos predadores, parasitoides e fungos entomopatogênicos. Tem destaque o percevejo predador *Atopozelus opsimus* Elkins, 1954 (Hemiptera: Reduviidae), que consegue levantar a concha protetora das ninfas para se alimentar delas (DIAS, 2009; SANI et al., 2020; CORALLO et al., 2021), e o parasitoide *Psyllaephagus bliteus* Riek, 1962 (Hymenoptera: Encyrtidae), pequena vespa que consegue perfurar a concha para depositar seus ovos nas ninfas de *G. brimblecombei* (BERTI-FILHO et al., 2003; CARNIELLI, 2018). Entre os fungos, destacam-se *Beauveria bassiana* e *Metarhizium anisopliae* (DAL POGETT et al., 2011a; DAL POGETTO et al., 2011b), além daqueles do gênero *Cordyceps* (SOLIMAN et al., 2019; TEDESCO et al., 2020; KHUN et al., 2021).

No Brasil, ainda relatam-se outros inimigos naturais das ninfas de *G. brimblecombei* presentes em plantios de eucalipto, como várias espécies de crisopídeos e de joaninhas, por exemplo. Segundo Mehrnejad et al. (2006), o honeydew produzido por alguns hemípteros atrai parasitoides, coccinelídeos e crisopídeos que o utilizam como suplemento nutricional. A presença desse composto favorece o estabelecimento e permanência desses predadores no habitat (PURANDARE et al., 2012; LEROY et al., 2014). O melão que compõe a concha do psilídeo pode ter relação com a presença de inimigos naturais e funcionar como atrativo para os adultos e larvas de *C. externa*, promovendo o consumo das ninfas no local (CUELLO et al., 2019).

*Chrysoperla externa* é um predador que requer um tempo de desenvolvimento relativamente curto e possui altas taxas de sobrevivência e voracidade, características que o torna um forte candidato para programas de controle biológico de pragas (ALBUQUERQUE et al., 1994; PAPPAS et al., 2011; CUELLO et al., 2019; SOUZA et al., 2019). Além disso, o uso de crisopídeos em programas de Manejo Integrado de Pragas tornou-se mais comum por causa de sua tolerância relativamente ampla a vários inseticidas (PAPPAS et al., 2011; RIMOLDI et al., 2012).

## 2.4 Crisopídeos e o controle biológico

Os crisopídeos pertencem à família Chrysopidae, a segunda maior da ordem Neuroptera (BROOKS; BARNARD, 1990). Entre as mais de 5.800 espécies de neurópteros descritos, cerca de 1.415 pertencem a essa família, com representantes distribuídos em todos os continentes, com exceção da Antártida (OSWALD; MACHADO, 2018). Os crisopídeos são insetos holometábolos e os adultos diferem das larvas quanto aos hábitos alimentares, o que lhes confere grandes vantagens, já que exploram nichos ecológicos distintos, garantindo-lhes grande vantagem evolucionária (FREITAS, 2002).

No cenário agrícola, espécies de crisopídeos são os neurópteros predadores mais importantes (NUÑEZ, 1988), além de apresentarem outros aspectos relevantes que justificam seu uso em programas de controle biológico. Entre eles, se destacam o hábito polífago, podendo alimentar-se de uma grande diversidade de presas, a elevada capacidade reprodutiva, grande habilidade para locomoção nas plantas, alta capacidade de busca e facilidade de criação em laboratório (NUÑEZ, 1988; CARVALHO; SOUZA, 2009; PAPPAS et al., 2011; SOUZA et al., 2019). Esses insetos são inimigos naturais de vários artrópodes que, geralmente, atingem o *status* de praga nos mais diversos agroecossistemas. Suas larvas são predadores vorazes e capazes de consumir grandes quantidades de suas presas, entre as quais incluem-se ovos, lagartas, pulgões, cochonilhas, moscas-brancas, psilídeos, tripes, ácaros, dentre outros artrópodes (CARVALHO; SOUZA, 2009).

As espécies dos gêneros *Chrysoperla* e *Ceraeochrysa* são as mais estudadas quanto ao uso em programas de controle integrado de pragas devido ao elevado potencial predatório e grande facilidade de criação fora do ambiente natural, o que possibilita sua produção em grande escala (NUNES, 2014). Atualmente, *C. externa* está disponível comercialmente como agente biológico para o controle de afídeos (Hemiptera: Aphididae) e moscas-brancas (Hemiptera: Aleyrodidae) (MAPA, 2021); mas, apresenta amplo potencial de utilização para o controle de outros artrópodes-praga em diversas culturas de interesse econômico (SOUZA et al., 2008), como os psilídeos em cultivos de eucalipto (CUELLO et al., 2019).

No Brasil, *C. externa* está sendo comercializada pelas empresas JB Biotecnologia Ltda, Associação Mineira dos Produtores de Algodão (AMIPA) e Topbio – Insumos Biológicos, Indústria e Comércio Ltda (AGROFIT, 2022), e vários estudos vêm sendo desenvolvidos visando ao seu uso em programas de manejo de pragas em diversos cultivos agrícolas.

## 2.5 Biologia, comportamento e resposta funcional de crisopídeos

Os ovos dos crisopídeos possuem coloração amarelada a verde azulada quando recém-ovipositados, mas escurecem à medida que o embrião se desenvolve (FREITAS, 2002); possuem formato alongado elipsoidal, variando de 4 a 8 mm, e são colocados na extremidade de um pedicelo, cuja função é dificultar a predação. A eclosão varia entre três e seis dias, dentro da faixa ideal de temperatura para o seu desenvolvimento, sendo que, a 25°C, o período embrionário foi de 4,8 dias (SALAMANCA, 2011) e de 4,2 dias (RIBEIRO, 1988). Sendo animais pecilotérmicos, constatou-se uma redução no período de desenvolvimento com o aumento da temperatura, verificando-se uma duração média de 5,0 e 4,0 dias a 23,9 e 26,7°C, respectivamente (ALBUQUERQUE; TAUBER; TAUBER, 1994).

As larvas são campodeiformes, terrestres e apresentam aparelho bucal composto por mandíbulas e maxilas longas e afiadas que funcionam como uma pinça. Essa peças bucais se justapõem de modo a formar dois canais por meio dos quais o fluido corporal da presa é succionado (SOUZA, 1999). As larvas passam por três instares e, aquelas do gênero *Chrysoperla* são nuas, como é o caso de *C. externa*, as quais não acumulam lixo sobre o dorso (ADAMS; PENNY, 1985; LIRA; LUNA, 2006). Entretanto, as larvas de *Ceraeochrysa*, bem como de outros gêneros de crisopídeos, têm esse hábito e, por isso, são conhecidas como “larvas lixeiras”. Esse comportamento permite que se camuflem no ambiente que exploram e, assim, ficam protegidas contra o ataque de possíveis predadores. A fase larval dos crisopídeos dura cerca de 11 dias (SILVA; CARVALHO; SOUZA, 2002; SALAMANCA, 2011).

A fase de pré-pupa inicia-se após o completo desenvolvimento larval, quando a larva deixa de se alimentar e procura um abrigo (ou um suporte) para iniciar a confecção do casulo que irá protegê-la na fase de pupa. O casulo é tecido com fios de seda constituídos por uma substância mucoproteica secretada pelos túbulos de Malpighi e excretada pela abertura anal. A pupa tem cor verde e a emergência do adulto ocorre entre 10 e 14 dias (CANARD; PRINCIPI, 1984; ALBUQUERQUE et al., 1994; BOREGAS et al., 2003). Os adultos são delicados, têm os dois pares de asas membranosas e hialinas, com um complexo sistema de nervuras longitudinais e transversais, olhos grandes, de coloração iridescente, e antenas filiformes e longas (BROOKS; BARNARD, 1990). Os adultos representantes da maioria dos gêneros de Chrysopidae não são predadores e alimentam-se, especialmente, de pólen, néctar e honeydew (NEW, 2001).

Os crisopídeos são predadores generalistas, apresentam ciclo de vida relativamente curto e podem explorar habitats temporários. Essas características lhes proporcionam a

capacidade de colonizar, de forma natural, diversos agroecossistemas, onde suas populações podem se estabelecer mesmo na ausência do inseto-praga alvo do controle; e isso ocorre, principalmente, na época de floração, quando os adultos encontram recursos alimentares e as larvas se alimentam de outros artrópodes que habitam o mesmo ambiente (SCUDELER; NANYA; CONTE, 2009), incluindo ovos, larvas e pupas de co-específicos (COSTA; CARVALHO; SOUZA, 2003). Nesse contexto, esses insetos têm sido alvo da atenção de produtores e empresas que, aliados a pesquisadores na área, almejam conhecer sua efetividade como agentes de controle biológico (NEW, 1984; DUELLI, 2001; PENNY, 2002; CORRALES; CAMPOS, 2004; PINTO, 2019).

Entre os crisopídeos, espécies do gênero *Chrysoperla* têm sido as mais estudadas ao redor do mundo, e algumas delas são comercializadas para o controle de pragas em diversos cultivos. Esse gênero possui ao menos 36 espécies, sendo que, no Brasil, são registradas *C. externa*, *C. defreitasi* Brooks, 1994, *C. raimundoi* Freitas & Penny, 2001 e *C. genanigra* Freitas, 2003 (FREITAS, 2003). No Brasil, *C. externa* é a única espécie de Chrysopidae comercializada por empresas de bioinsumos. Trata-se de uma espécie Neotropical, predadora de artrópodes com tegumento facilmente perfurável por suas peças bucais, e que pode ser encontrada naturalmente associada a pulgões, moscas-brancas, cochonilhas e outros insetos sugadores que infestam uma diversa gama de espécies botânicas cultivadas (FREITAS, 2002; RESENDE et al., 2007; TAPAJÓS et al., 2016). Mas, pouco se sabe sobre o comportamento alimentar desses insetos quando alimentados com o psilídeo-de-concha.

Uma outra espécie de crisopídeo que tem sido alvo da atenção dos pesquisadores é *C. cubana*. Segundo Sosa-Duque et al. (2021), o gênero *Ceraeochrysa* abriga em torno de 60 espécies, sendo apontado como o maior, e talvez o mais bem estudado na região Neotropical. O primeiro registro da espécie *C. cubana* foi realizado a partir de espécimes coletados em Cuba, cuja ocorrência estendeu-se para a América Central, em países como Nicarágua, Guatemala e Panamá, e para a América do Sul, com registro para o Brasil, Guiana e Bolívia (FREITAS et al., 2009). Essa espécie apresenta uma alta voracidade e está associada como agente de controle de afídeos, psilídeos, cochonilhas, ácaros e mosca-branca (CARVALHO; SOUZA, 2009; PAPPAS; BROUFAS; KOVEOS, 2011).

A eficiência potencial de um predador em relação a uma presa pode ser avaliada por características comportamentais. Uma delas é a resposta funcional, definida como a relação entre a taxa de consumo apresentada pelo 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 ele se depara com diferentes densidades de presas (SUGAWARA et al., 2018; JUMBO et al., 2019).

Conforme descrito por Holling (1959), existem três tipos de resposta funcional: Tipo I) refere-se ao crescimento linear da taxa de consumo de acordo com o aumento na densidade da presa, ou seja, o aumento na disponibilidade do recurso alimentar é acompanhado pelo aumento na predação; Tipo II) considera o tempo que os predadores levam para processar o alimento que consomem, isto é, a taxa de consumo aumenta de maneira proporcional à densidade de alimento e, então, o consumo diminui até se estabilizar; Tipo III) conhecido como curva S, no qual o consumo cresce de forma sigmoide devido ao aumento inicial do consumo, seguido de um decréscimo quando aumenta a densidade de presas.

Predadores que apresentam uma resposta positiva à densidade de presas, ou seja, o consumo é 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 et al., 2010; JUMBO et al., 2019).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Obtenção de *Glycaspis brimblecombei*

Exemplares de *G. brimblecombei* foram provenientes de ramos de eucalipto infestados, coletados em plantios na Fazenda Alterosa, em Pompeu – MG, durante os meses de julho e agosto de 2022. Os espécimes foram mantidos em laboratório, nos próprios ramos de eucalipto, a  $25\pm 1^\circ\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas, e utilizados para os testes de comportamento e resposta funcional. Nesse ambiente, o material durou, em média, 4 dias.

Para os ensaios de biologia e consumo, espécimes de *G. brimblecombei* foram obtidos a partir de ramos e folhas de eucalipto coletados nas áreas de plantio da empresa Celulose Nipo-Brasileira S/A (CENIBRA), em Belo Oriente – MG, nos meses de setembro e outubro de 2022. O material vegetal contendo os espécimes do psilídeo-de-concha foi armazenado em caixa térmica (isopor) mantida destampada, em temperatura ambiente ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ) e fotofase de 12 horas. Nesse ambiente, o material apresentou uma duração média de 2 dias.

#### 3.2 Obtenção de *Ceraeochrysa cubana* e *Chrysoperla externa*

Os espécimes de *C. externa* e *C. cubana* foram obtidos das criações mantidas no Laboratório de Controle Biológico com Entomófagos (LCBE), do Departamento de Entomologia (DEN), Universidade Federal de Lavras (UFLA), a  $25\pm 1^\circ\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas, conforme a metodologia proposta por Carvalho e Souza (2009).

#### 3.3 Comportamento das larvas de *Ceraeochrysa cubana* e *Chrysoperla externa* durante a predação de ovos e ninfas do psilídeo-de-concha

Esse bioensaio foi realizado com *C. cubana*, cuja larva é lixeira, e com *C. externa*, cuja larva é nua (não lixeira). O comportamento predatório das larvas de 1º, 2º e 3º instares de ambas as espécies foi monitorado quando expostos a ovos e a ninfas de 1º, 2º, 3º, 4º e 5º instar do psilídeo-de-concha. Devido à dificuldade de se obter ninfas com idade padronizada em campo, para esse teste agruparam-se aquelas de 2º e 3º instares e de 4º e 5º instares, de modo que os tratamentos foram os seguintes: i) ovo; ii) 1º instar; iii) 2º e 3º instar; iiiii) 4º e 5º instar. Utilizou-se o “Software” Boris v.7.12.2 (FRIARD, GAMBA, 2016) que permite acompanhar o

comportamento dos insetos em tempo real. Para a separação dos instares do psilídeo-de-concha, seguiu-se a proposição de Stivanelli (2009), a qual considera que, à medida que as ninfas se desenvolvem e passam de um estágio para outro, as respectivas conchas se sobrepõem, podendo-se inferir que o tamanho da concha esteja associado com o estágio ninfal do psilídeo. Os instares de ambas as espécies de crisopídeos foram determinados a partir da eclosão e, posteriormente, pela presença das exúvias por ocasião da mudança para o 2º e 3º estádios.

As larvas dos crisopídeos foram mantidas em jejum de 3 horas antes de serem transferidas para placas de Petri (6 x 1,5 cm) contendo os ovos ou as ninfas do psilídeo-de-concha nos seus distintos estádios. A definição desse tempo de jejum baseou-se em testes preliminares, os quais demonstraram o interesse das larvas por predarem o psilídeo, sem que, todavia, estivessem famintas ao ponto de não apresentarem as reais respostas conforme os tratamentos. Para que o tempo de jejum pudesse ser cumprido, a cada 20 minutos uma larva foi privada de acessar os ovos de *Ephestia kuehniella* Zeller, 1879 (Lepidoptera: Pyralidae), os quais lhes estavam sendo disponibilizados como recurso alimentar. O monitoramento foi realizado durante os primeiros 20 minutos após a liberação de cada uma das larvas na placa. Realizaram-se 20 repetições para cada combinação predador-presa.

No monitoramento foram determinados: 1) atividade de predação (captura, alimentação e soltura dos restos corporais da presa), 2) ausência de deslocamento, e 3) número de tentativas de apreensão da presa. Para *C. cubana*, foi adicionado uma quarta variável de importância para esse predador, a “coleta de lixo”, uma vez que a larva utiliza restos da presa para composição do “lixo”.

As análises foram feitas através do software RStudio (R CORE TEAM, 2022). Para todos os parâmetros avaliados procedeu-se o ajuste de modelos lineares generalizados mistos (GLMM), usando-se a distribuição de erros mais adequada a cada variável (Crawley, 2012). Para a atividade de predação, utilizou-se a distribuição de erros Binomial, enquanto que, para a ausência de deslocamento e tentativas de apreensão da presa, aplicou-se a distribuição Binomial negativa. Para a variável “coleta de lixo”, empregou-se a distribuição Binomial. Inicialmente, foram ajustados modelos lineares generalizados mistos completos e, posteriormente, apenas as variáveis significativas foram adotadas no modelo final, quando significativo, se comparado ao modelo nulo ( $\chi^2$ ;  $p < 0,05$ ). Em seguida, os modelos finais foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e, se significativo, realizou-se o contraste de médias marginais (Least-square means) entre os efeitos fixos testados pelo teste de Tukey, com o intervalo de confiança (IC) de 95% (Tüzün et al., 2017).

Com base nos resultados dos bioensaios sobre o comportamento de *C. externa* e de *C. cubana*, estudou-se a capacidade predatória, biologia e resposta funcional de *C. externa*, espécie que apresentou maior potencial para reduzir as populações de imaturos do psilídeo-de-concha.

### **3.4 Capacidade predatória de ninfas de *Glycaspis brimblecombei* por larvas de *Chrysoperla externa***

A capacidade predatória foi estudada para larvas de 2º e 3º instares de *C. externa* frente a ninfas de 2º e 3º instares do psilídeo-de-concha, sob condições térmicas (~26 °C) e de fotoperíodo (~12 horas) naturais. A temperatura local do laboratório foi aferida 5 vezes ao dia, nos seguintes horários: 06:00, 09:00, 12:00, 15:00 e 18:00 horas, registrando-se a seguinte variação: mínima de 23,1 °C, máxima de 28,9 °C e média de 26 °C, UR de 60±10%. Para isso, foi utilizado um Termohigrômetro Digital - HM-01.

Folhas de eucalipto infestadas pelo psilídeo e provenientes de coletas em campo foram encaminhadas ao laboratório para triagem e contabilização das ninfas antes de serem ofertadas para as larvas de 2º e 3º instares do predador. Para a obtenção das larvas nesses estádios de desenvolvimento, ovos de *C. externa* com idade padronizada foram individualizados em tubos de vidro (2,5 x 8,5 cm) vedados com filme plástico PVC e, após eclodirem, as larvas foram alimentadas com ovos de *E. kuehniella*. Ao passarem para o 2º e 3º instares, foram transferidas para placas de Petri (10 x 2 cm) contendo folíolos de eucalipto infestados com ninfas de 2 e 3º instar do psilídeo-de-concha, fornecidos em número superior à capacidade de consumo do predador, conforme resultados obtidos em ensaios preliminares. Decorridas 24 horas das liberações das larvas do crisopídeo, as ninfas não predadas foram contabilizadas sob microscópio estereoscópico e, por diferença, determinou-se o número de ninfas consumidas. Utilizou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com 20 repetições para cada tratamento.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 20 repetições para cada instar de *C. externa*. Avaliou-se o número de ninfas de 2º e 3º instar do psilídeo-de-concha predadas pelas larvas de 2º e 3º instar do crisopídeo. As análises foram feitas através do software RStudio (R CORE TEAM, 2022). Para o consumo médio de presas em 24 horas procedeu-se o ajuste de modelos lineares generalizados mistos (GLMM) usando-se a distribuição de erros de Poisson. Foi inicialmente ajustado um modelo linear generalizado misto completo e posteriormente, apenas as variáveis significativas foram adotadas no modelo final, quando significativo, se comparado ao modelo nulo ( $\chi^2$ ;  $p < 0,05$ ). Em seguida, o modelo final

foi submetido a Análise de Variância (ANOVA) e, se significativo, realizou-se o contraste de médias marginais (Least-square means) entre os efeitos fixos testados pelo teste de Tukey, com o intervalo de confiança (IC) de 95% (Tüzün et al., 2017).

### 3.5 Biologia de *Chrysoperla externa* alimentada com *Glycaspis brimblecombei*

O desenvolvimento das larvas de *C. externa* foi avaliado utilizando-se, indiscriminadamente, ovos e ninfas de *G. brimblecombei* como dieta alimentar. Para isso, ovos do predador, com idade embrionária padronizada, foram individualizados em tubos de vidro (2,5 x 8,5 cm) vedados com filme plástico PVC (Policloreto de Vinila) e mantidos em sala com temperatura ambiente (~26 °C e fotofase de ~12 horas), de modo a aproximar das condições verificadas em campo. Após a eclosão, as larvas foram transferidas para recipientes plásticos (6,1 x 10 cm) contendo folhas de eucalipto infestadas naturalmente com ovos e ninfas de *G. brimblecombei* e disponibilizados em número superior à capacidade de consumo das larvas, conforme testes realizados preliminarmente. As folhas de eucalipto foram substituídas a cada 48 h. Como tratamento controle utilizaram-se ovos de *E. kuehniella*, presa alternativa corriqueiramente utilizada na criação das larvas do crisopídeo e, na fase adulta, os insetos foram alimentados com a dieta à base de levedo de cerveja e mel (1:1) (CARVALHO; SOUZA, 2009).

O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com 50 repetições. As observações foram realizadas diariamente, desde a eclosão até a emergência dos adultos, avaliando-se a duração e viabilidade de cada instar, das fases de larva, pré-pupa e pupa, e do período de larva a adulto. Após a emergência avaliou-se a razão sexual.

Foram utilizados modelos lineares generalizados mistos (GLMM), onde a variável explicativa foi a fonte alimentar (ovos de *E. kuehniella* e ovos e ninfas de *G. brimblecombei*) e as variáveis respostas foram os parâmetros biológicos avaliados para *C. externa*. Foram inicialmente ajustados modelos lineares generalizados mistos completos e, posteriormente, apenas as variáveis significativas foram adotadas no modelo final, quando significativo, se comparado ao modelo nulo ( $\chi^2$ ;  $p < 0,05$ ). Em seguida, os modelos finais foram submetidos a Análise de Variância (ANOVA) e, se significativo, realizou-se o contraste de médias marginais (Least-square means) entre os efeitos fixos testados pelo teste de Tukey, com o intervalo de confiança (IC) de 95% (Tüzün et al., 2017). As análises foram feitas através do software RStudio (R CORE TEAM, 2022).

### **3.6 Resposta funcional de *Chrysoperla externa* alimentada com ovos de *Glycaspis brimblecombei***

A resposta funcional de *C. externa* foi estudada utilizando-se larvas de 3º instar, com 24 horas após a ecdise, supridas com ovos de *G. brimblecombei*, a  $25\pm 1^\circ\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 h. As larvas permaneceram sem alimentação por uma hora antes do início do teste (GARZÓN et al., 2015).

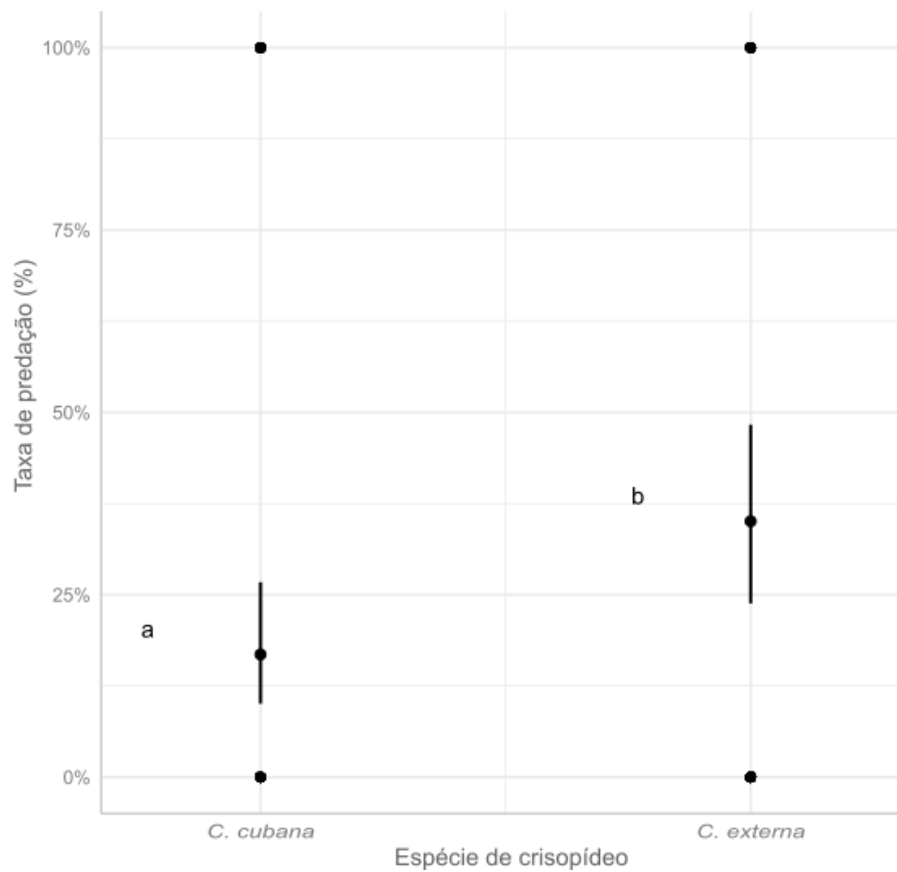
O experimento foi conduzido em placas de Petri (15 x 1,5 cm) contendo folhas de eucalipto infestadas por ovos do psilídeo-de-concha, disponibilizados nas densidades de 1, 2, 4, 8, 16 e 32 ovos por larva do predador, como sugerido por Dami et al. (2018). As placas foram vedadas com plástico PVC dotado de microporos. As avaliações foram realizadas após 24 horas do início do experimento sendo contabilizados os ovos não consumidos pelas larvas em cada densidade estudada. Os tipos de resposta funcional foram determinadas conforme Holling (1959).

A resposta funcional foi estudada em delineamento experimental inteiramente casualizado com 20 repetições para cada densidade de presa. As análises foram feitas com o uso do software RStudio (R CORE TEAM, 2022). O tipo de resposta funcional foi determinado conforme o ajuste da curva que melhor representou o número médio de psilídeos consumidos em função da densidade de presa ofertada. Para isso empregou-se o pacote “Frair” (PRITCHARD et al., 2017).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

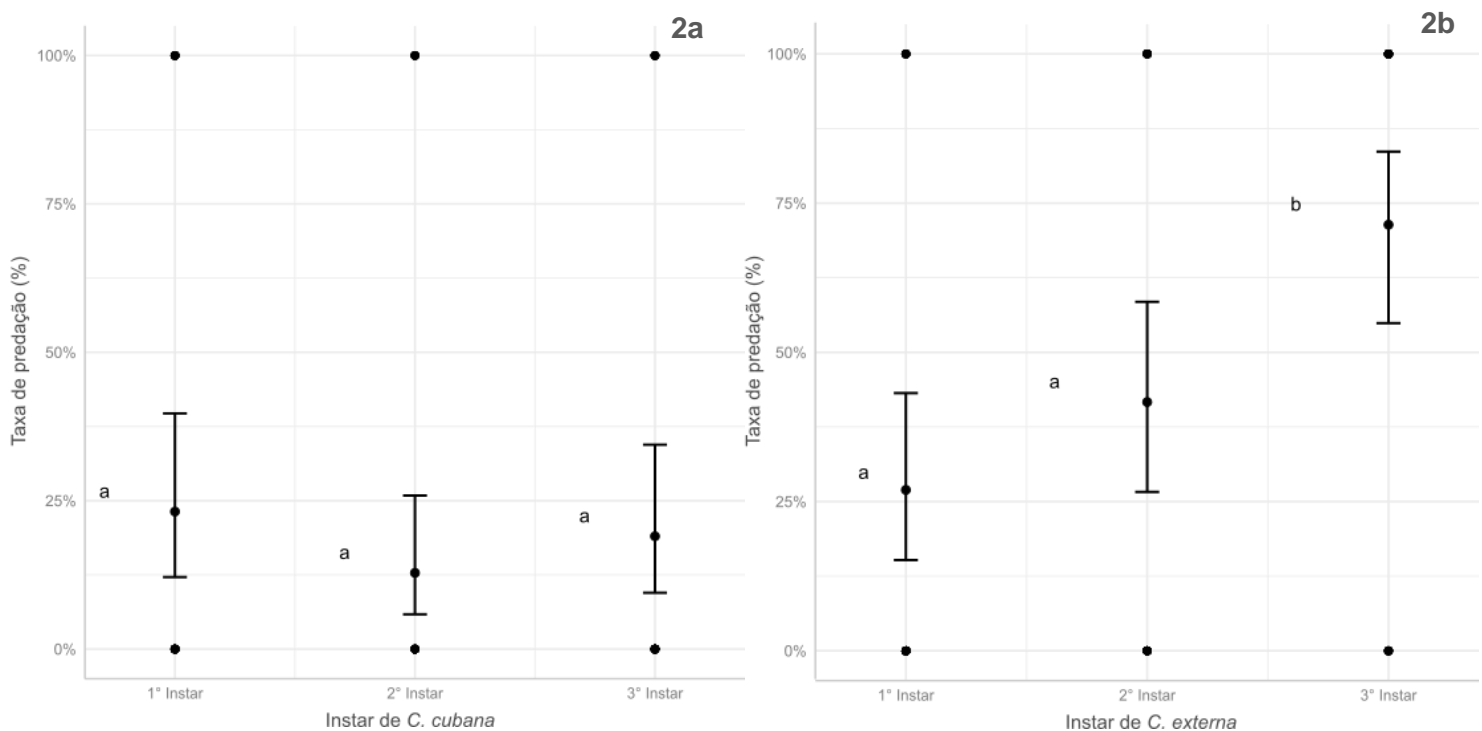
### 4.1 Comportamento das larvas *Ceraeochrysa cubana* e *Chrysoperla externa* durante a predação de imaturos do psilídeo-de-concha

Constatou-se diferença significativa entre *C. cubana* e *C. externa* ( $\chi^2 = 18.18$ , d.f. = 1,  $p < 0,0001$ ) com relação ao comportamento predatório exibido pelas larvas durante o período de confronto com a presa. A primeira espécie apresentou menor taxa de predação (25%) em relação à segunda (42%) (Figura 1).



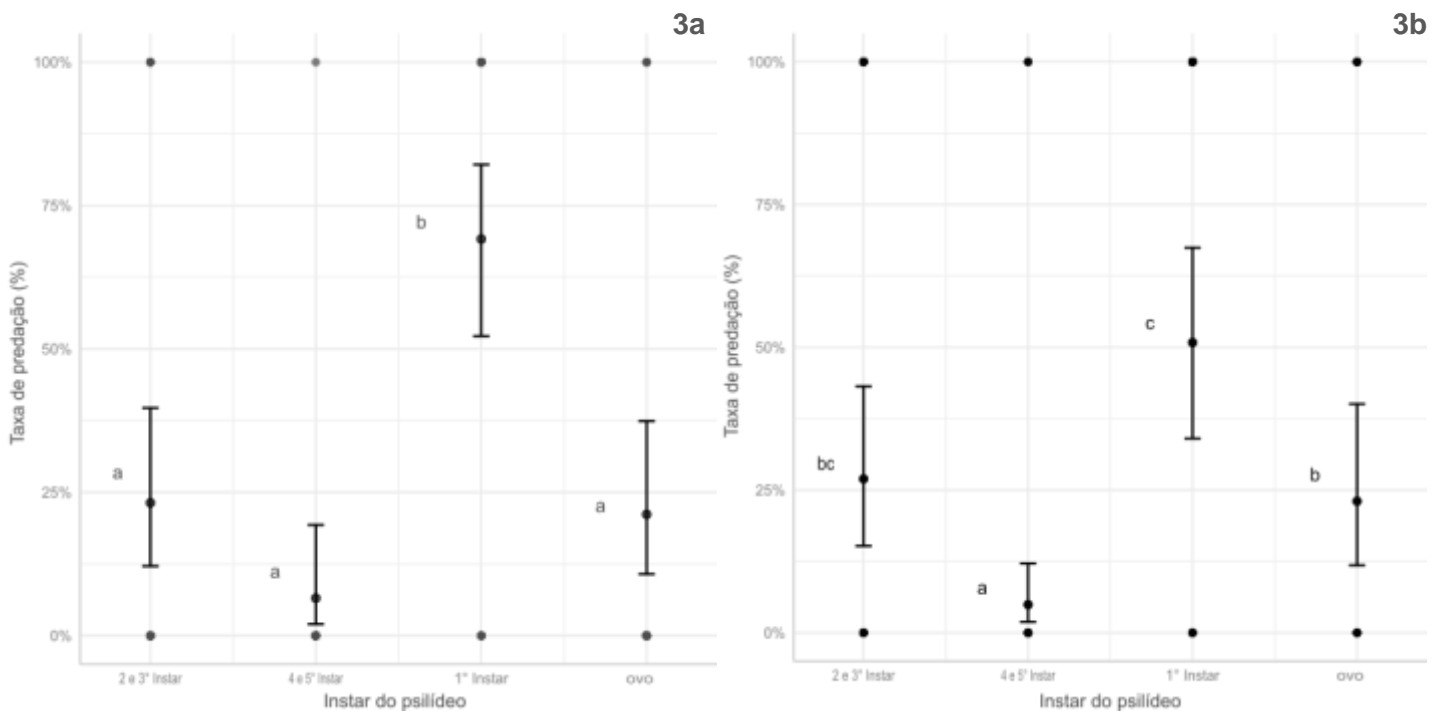
**Figura 1.** Taxa de predação total (%) obtida para larvas de *Ceraeochrysa cubana* e de *Chrysoperla externa* durante 20 minutos de exposição a ovos e ninfas de 1°, 2° e 3°, e 4° e 5° instares do psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei*.

Com relação à taxa de predação obtida para cada espécie de crisopídeo separadamente, não houve diferença entre os três instares de *C. cubana* ( $\chi^2 = 2,81$ , d.f = 2,  $p = 0,2453$ ) (Figura 2a), mas houve diferença no consumo em função do instar do psilídeo disponibilizado para essa espécie ( $\chi^2 = 46,01$ , d.f = 3,  $p < 0,00001$ ) (Figura 3a). Já para *C. externa*, houve diferença entre os instares do crisopídeo ( $\chi^2 = 22,63$ , d.f = 2,  $p < 0,0001$ ) (Figura 2b) e o estágio de desenvolvimento do psilídeo disponibilizado ao predador ( $\chi^2 = 34,26$ , d.f = 3,  $p < 0,0001$ ) (Figura 3b).



**Figura 2.** Taxa de predação total (%) obtida para os três instares de *Ceraeochrysa cubana* (2a) e de *Chrysoperla externa* (2b), durante 20 minutos de exposição a ovos e ninfas de 1°, 2° e 3°, e 4° e 5° instares do psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei*.





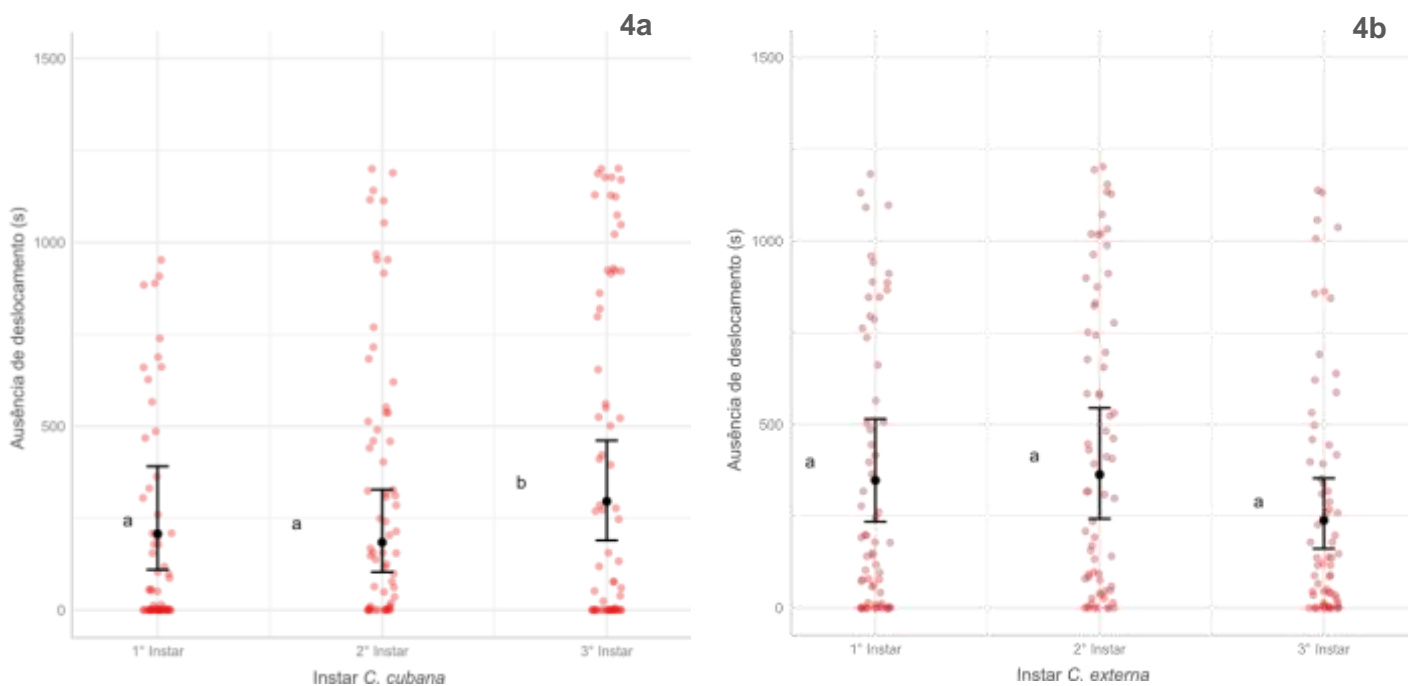
**Figura 3.** Taxa de predação total (%) obtida para larvas de *Ceraeochrysa cubana* (3a) e de *Chrysoperla externa* (3b), durante 20 minutos de exposição a ovos e ninfas de 1º, 2º e 3º, e 4º e 5º instares do psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei*.

O 3º instar das larvas de *C. externa* foi o que predou maior número de espécimes de psilídeos-de-concha, mostrando a maior voracidade desse predador nesse estágio de desenvolvimento (Figura 2b). Com relação à predação de ovos e ninfas no 1º, 2º e 3º, e 4º e 5º instares do psilídeo-de-concha, verificou-se que o 1º instar da presa foi o mais predado, independentemente da espécie de crisopídeo e do estágio de desenvolvimento do predador (Figuras 3a e 3b).

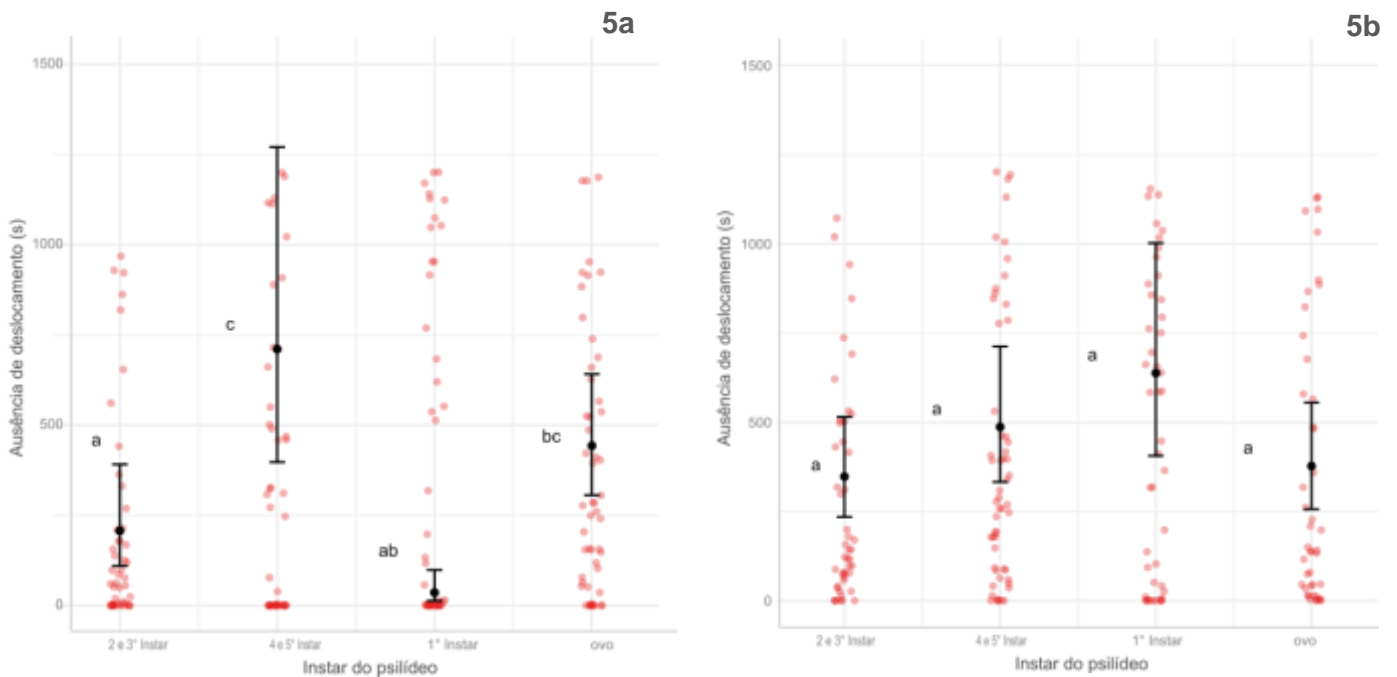
Observando-se a taxa de predação obtida para *C. cubana*, individualmente, verifica-se um total de 61% em relação ao 1º instar do psilídeo, seguido pelo 2º e 3º instares da praga, com 17%, ovos com 16% e pelo 4º e 5º instar, com 4% do total predado (Figura 3a). Para *C. externa*, a taxa de predação do 1º instar do psilídeo foi de 70%, seguida pelo 2º e 3º instares, com 46%, ovos com 41% e pelo 4º e 5º instar, com 10% do total predado (Figura 3b).

Os dois últimos instares do psilídeo-de-concha foram os menos predados em relação aos instares mais jovens, fato que se deve às larvas terem que dispendir maior esforço para levantar a concha e localizar as ninfas. Por outro lado, os ovos, ninfas no 1º instar, bem como aquelas no 2º e 3º instares, por serem menores e possuírem a concha menos espessa, foram mais suscetíveis à predação pelas larvas de ambos os crisopídeos, principalmente, quando no 3º estágio de desenvolvimento dos predadores. Esses resultados reiteram aqueles de Carvalho e Souza (2009) e de SOUZA et al. (2019) sobre o fato de presas menores, com menor mobilidade e cutícula mais fina serem mais facilmente manipuladas e predadas por larvas de crisopídeos.

O deslocamento das larvas de *C. cubana* foi afetado pelo instar do predador ( $\chi^2=15,05$ , d.f = 2,  $p < 0,0001$ ) (Figura 4a), sendo que as larvas de 3º instar foram as que menos se locomoveram durante os 20 minutos de observação, apresentando maior tempo de ausência de deslocamento (Figura 4a). O instar psilídeo também afetou o deslocamento desse crisopídeo ( $\chi^2 = 28,58$ , d.f = 3,  $p < 0,0001$ ) (Figura 5a). Com relação a *C. externa*, não houve diferença no tempo de deslocamento em função do estágio de desenvolvimento das larvas ( $\chi^2 = 5,29$ , d.f = 2,  $p = 0,0709$ ) (Figura 4b) e, tampouco, das ninfas do psilídeo ( $\chi^2 = 7,67$ , d.f = 3,  $p = 0,0532$ ) afetou o tempo de deslocamento (Figura 5b).



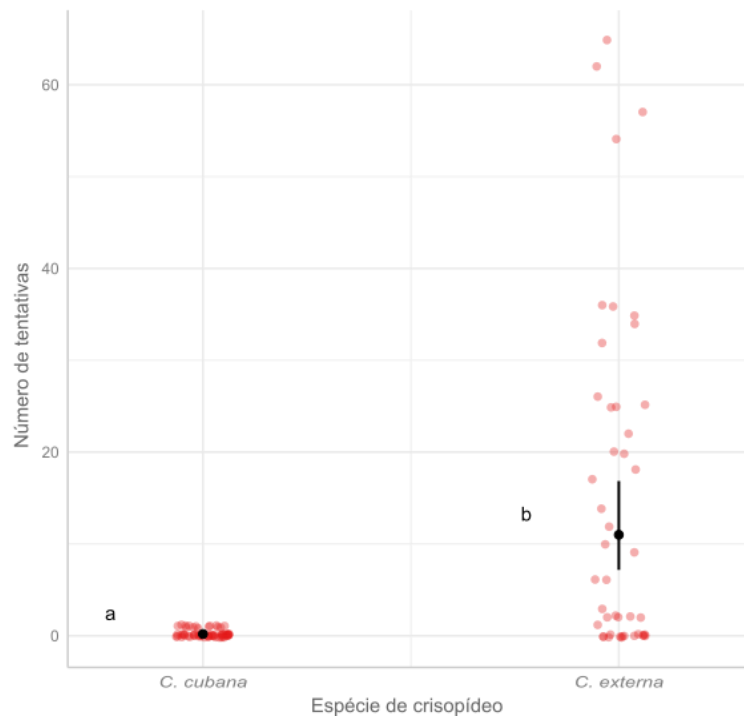
**Figura 4.** Tempo de ausência de deslocamento (segundos) obtido para os três instares de *Ceraeochrysa cubana* (4a) e de *Chrysoperla externa* (4b), durante 20 minutos de exposição a ovos e ninfas de 1º, 2º e 3º, e 4º e 5º instares do psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei*.



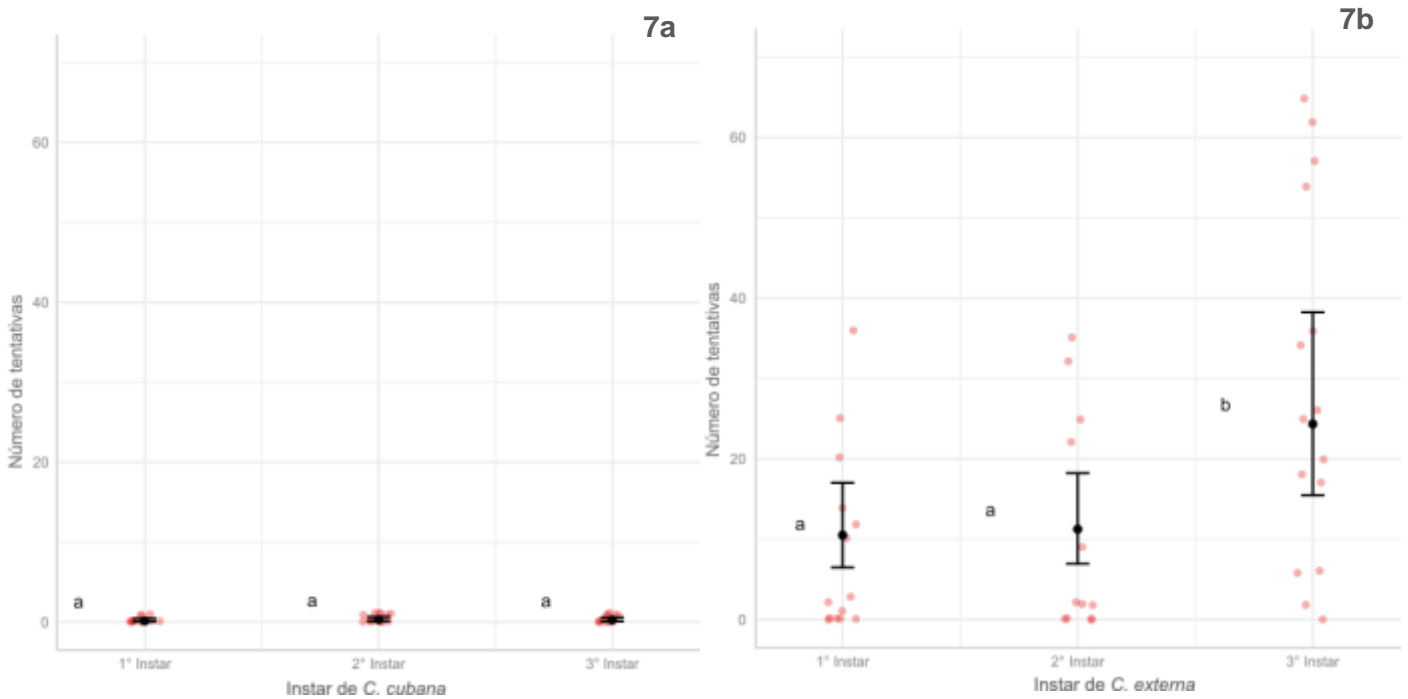
**Figura 5.** Tempo de ausência de deslocamento (segundos) obtido para larvas de *Ceraeochrysa cubana* (5a) e de *Chrysoperla externa* (5b), durante 20 minutos de exposição a ovos e ninfas de 1°, 2° e 3°, e 4° e 5° instares do psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei*.

As larvas dos crisopídeos permaneceram maior tempo paradas, sem se deslocarem, nos tratamentos compostos por ninfas de 1° e ninfas de 4° e 5° instar do psilídeo (Figuras 5a e 5b). Foi observado que, quando disponibilizadas ninfas nesses dois últimos estádios, tanto as larvas de *C. cubana* quanto as de *C. externa* passavam mais tempo sugando o líquido açucarado que é liberado da concha, o qual serve como atrativo para as larvas.

Quanto ao número de tentativas de apreensão da presa obtido para *C. cubana* e *C. externa*, houve diferença entre as espécies de crisopídeos ( $p = 2,77e-36$ ; d.f = 1;  $\chi^2 = 158,21$ ) (Figura 6), porém, para *C. cubana*, não houve diferença entre os instares ( $p = 0,61$ , d.f = 2,  $\chi^2 = 0,97$ ) (Figura 7a) e, para *C. externa*, os instares se diferenciaram quanto a esse parâmetro avaliado ( $p < 0,00001$ , d.f = 2,  $\chi^2 = 84,59$ ) (Figura 7b).



**Figura 6.** Número de tentativas de apreensão da presa obtido para larvas de *Ceraeochrysa cubana* e de *Chrysoperla externa*, durante 20 minutos de exposição a ovos e ninfas de 1°, 2° e 3°, e 4° e 5° instares do psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei*.



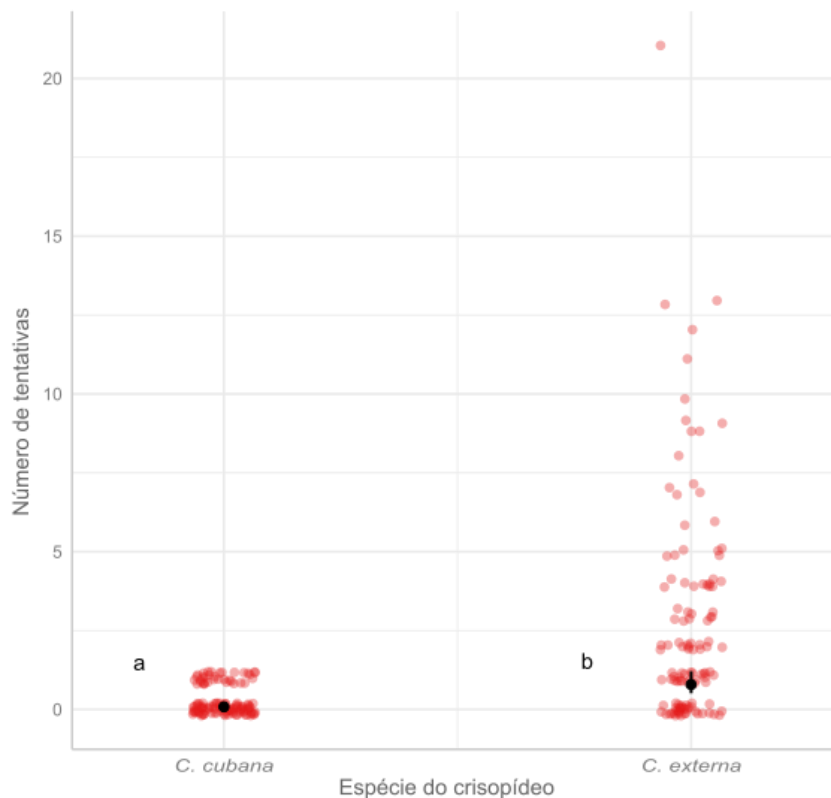
**Figura 7.** Número de tentativas de apreensão da presa obtido para cada instar de *Ceraeochrysa cubana* (7a) e de *Chrysoperla externa* (7b), durante 20 minutos de exposição a ovos e ninfas de 1°, 2° e 3°, e 4° e 5° instares do psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei*.

Observou-se que as larvas de 3º instar de *C. externa* tentaram ativamente atacar a presa (Figura 7b). Quando localizam os ovos ou as ninfas do psilídeo, as larvas perfuram o córion ou o tegumento ninfal com suas mandíbulas e succionam o conteúdo alimentar, restando apenas o córion e as conchas. No entanto, observou-se que as larvas de 1º instar de ambos os crisopídeos têm dificuldade em perfurar as conchas e os ovos com maior idade embrionária, os quais oferecem maior resistência à perfuração pelas suas peças bucais. Essas observações vão ao encontro dos relatos de Martins et al. (2021), os quais verificaram que o 1º instar de *C. cubana* possui maior dificuldade para se alimentar de pupas de *Leucoptera coffeella* (Guérin-Mèneville & Perrottet, 1842) (Lepidoptera: Lyonetiidae) e também relacionam esse fato à maior fragilidade das peças bucais nesse estágio de desenvolvimento, o que dificulta a perfuração do tegumento da pupa.

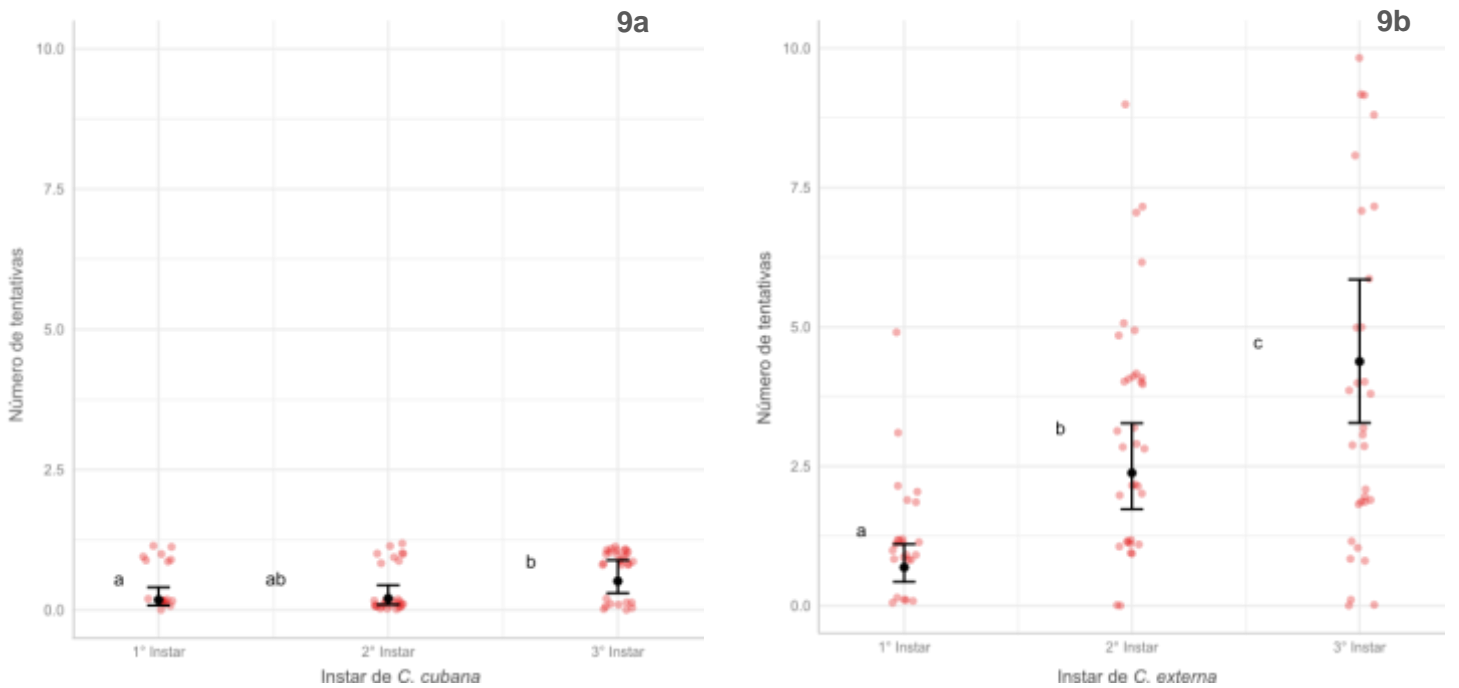
Por outro lado, observou-se que as ninfas de 1º instar do psilídeo-de-concha são presas fáceis para ambos os crisopídeos, sendo mais vulneráveis à predação. Nesse estágio, além de não serem muito ativas e serem mais facilmente manuseadas pelas larvas, são desprovidas da concha de proteção, o que facilita toda a atividade predatória. Foi observado que larvas de 1º instar de ambos os predadores tiveram maior facilidade para encontrar a presa nesse estágio de desenvolvimento, uma vez que aquelas no 2º e 3º estádios demandaram maior tempo para localizarem as ninfas de 1º instar. Essa divergência comportamental pode estar relacionada à diferença de tamanho entre o predador e a presa. Martins et al. (2021) abordaram essa questão quando relataram sobre a difícil visualização, a olho nu, dos ovos de *L. coffeella* devido ao seu pequeno tamanho (0,3 mm) e, ainda, sobre a dificuldade de observação direta da predação dos ovos por larvas de *C. cubana* em folhas de café no campo.

Já as larvas de 2º e 3º instar dos crisopídeos têm maior facilidade para predação das ninfas de 2º e 3º instar do psilídeo. Elas conseguem localizar a presa facilmente e, como a concha ainda não está tão rígida como no 4º e 5º estádios, elas as perfuraram com facilidade. Assim que terminam de se alimentar da primeira presa, passam a buscar por outras. No entanto, em se tratando de ninfas de 4 e 5º instar, cuja conchas são mais rígidas, as larvas dos crisopídeos, ainda que no 2º e 3º instar, têm dificuldade em levantar a concha para removê-las. Nesse caso, as larvas perfuram ou encontram algum orifício na borda da concha para inserir as mandíbulas como se fossem pinças e, tendo localizado a ninfa, iniciam a sucção do seu conteúdo interno, mesmo dentro da concha.

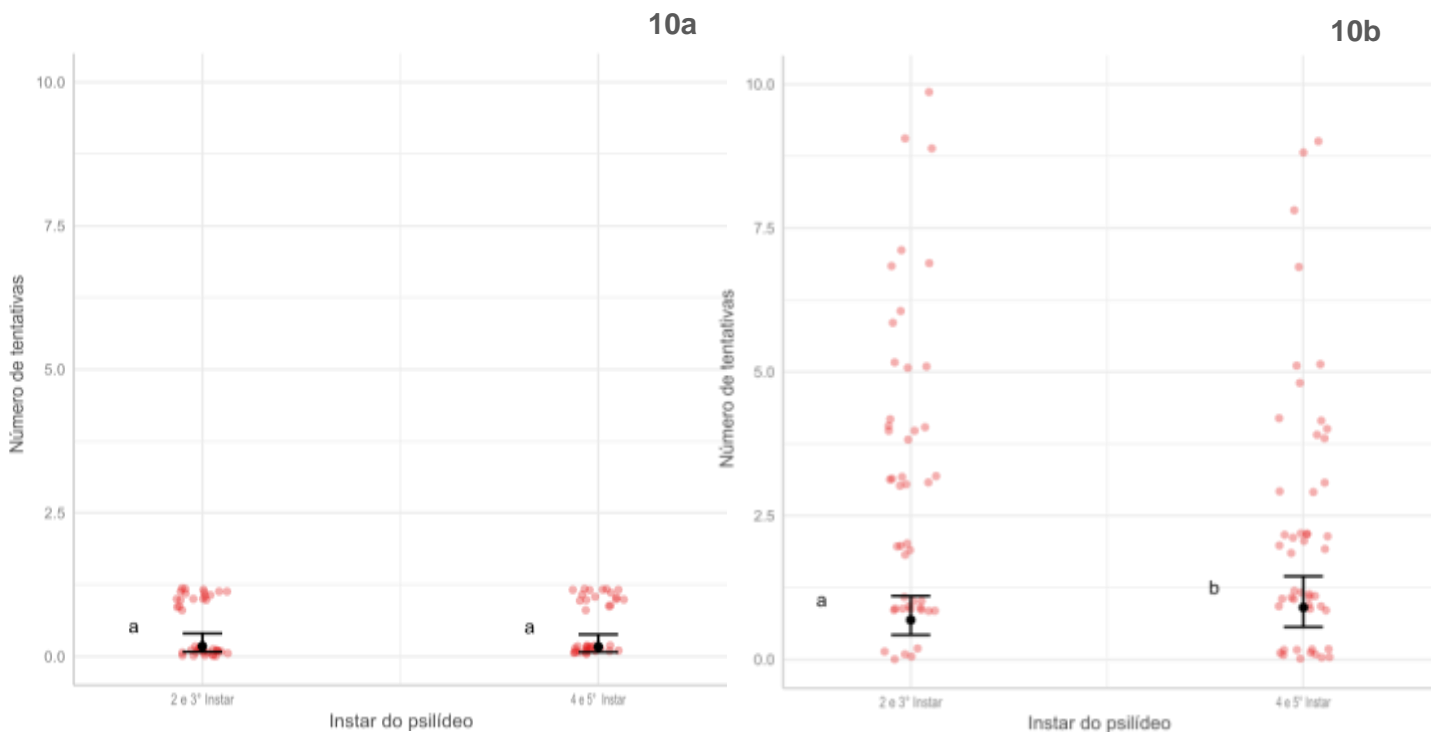
Com relação ao parâmetro tentativa para levantar a concha para a apreensão da presa, houve diferença entre *C. cubana* e *C. externa* ( $\chi^2 = 148.29$ , d.f = 1,  $p < 0,0001$ ) (Figura 8). Também houve diferença entre os instares de *C. cubana* ( $\chi^2 = 8,27$ , d.f=2,  $p = 0,0159$ ) (Figura 9a), mas não entre os instares do psilídeo ( $\chi^2 = 0,02$ , d.f = 1,  $p = 0,8657$ ) (Figura 10a). Para *C. externa*, houve diferença entre os instares das larvas ( $\chi^2 = 78,69$ , d.f = 2,  $p < 0,0001$ ) (Figura 9b) e entre os instares das ninfas do psilídeo ( $\chi^2 = 5,41$ , d.f = 1,  $p = 0,0199$ ) (Figura 10b).



**Figura 8.** Número de tentativas para levantar a concha do psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei*, obtido para larvas de *Ceraeochrysa cubana* e de *Chrysoperla externa*, durante 20 minutos de exposição a ninfas de 2º e 3º, e 4º e 5º instares da presa.



**Figura 9.** Número de tentativas para levantar a concha do psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei*, obtido para larvas de *Ceraeochrysa cubana* (9a) e de *Chrysoperla externa* (9b), durante 20 minutos de exposição a ninfas de 2º e 3º, e 4º e 5º instares da presa.



**Figura 10.** Número de tentativas para levantar a concha do psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei*, obtido para larvas de *Ceraeochrysa cubana* (10a) e de *Chrysoperla externa* (10b), durante 20 minutos de exposição a ninfas de 2º e 3º, e 4º e 5º instares da presa.

As larvas de 1º, 2º e 3º instares dos crisopídeos passaram grande parte do tempo tentando perfurar a concha ou encontrar algum orifício pelo qual pudessem alcançar a ninfa com suas peças bucais. Às vezes desistiam e acabavam por se alimentar do líquido açucarado que envolve a concha, comportamento que fez com que permanecessem maior tempo próximo às conchas. Quando comparadas as duas espécies, *C. externa* tentou levantar e perfurar a concha mais vezes que *C. cubana* (Figura 8). Com relação ao número de tentativas para levantar a concha, tanto as larvas de 3º instar de *C. cubana* quanto as de *C. externa* apresentaram melhor performance em relação aos demais instares do crisopídeo (Figuras 9a e 9b).

Observações sobre o comportamento das espécies evidenciaram que larvas de *C. cubana* apresentam maior dificuldade para levantar ou perfurar a concha e acabam consumindo menor número de presas. Essa dificuldade verificada para larvas dessa espécie pode estar associada ao seu comportamento “lixeiro”, pois o melado que é excretado da concha pode dificultar as tentativas para levantá-la e perfurá-la, impedido que essas larvas encontrem o psilídeo.

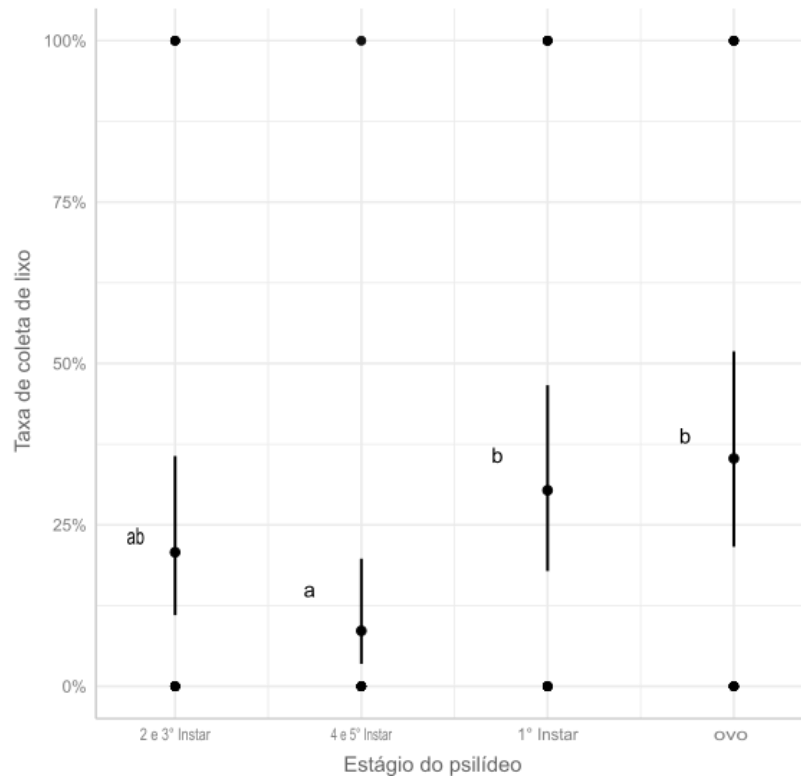
Neste trabalho, foi possível verificar que conchas recém construídas são menos consistentes e as larvas dos crisopídeos podem perfurá-las para consumir a ninfa do psilídeo. Por outro lado, as conchas de instares mais avançados são mais resistentes, e tanto as larvas de *C. cubana* quanto as de *C. externa* tiveram dificuldade para perfurá-las. Nesses casos, observou-se que as larvas procuram por orifícios presentes na concha, onde inserem suas peças bucais para alcançar a presa. Conforme mencionado anteriormente, essa maior rigidez e resistência das conchas podem estar relacionadas à sobreposição de material secretado a cada mudança de instar das ninfas do psilídeo (STIVANELLI et al., 2009). Cuello et al. (2019) observaram que quando a concha é recém-construída e, portanto, menos consistente, as larvas de *C. externa* conseguem perfurá-la com suas peças bucais para consumir a ninfa, no entanto, em conchas mais velhas, portanto, mais rígidas, as larvas introduzem as peças bucais sob a estrutura visando alcançar ventralmente o corpo da ninfa.

Quanto ao parâmetro levantar a concha para a apreensão da presa, não houve diferença significativa entre *C. cubana* e *C. externa* ( $\chi^2 = 8.26e-07$ , d.f = 1, p = 0.9992), tampouco para os três instares dos crisopídeos ( $\chi^2 = 9.69e-01$ , d.f = 2, p = 0.6157) e entre os instares do psilídeo ( $\chi^2 = 9.69e-01$ , d.f = 3, p = 0.3247), verificando-se que esses crisopídeos não conseguem levantar a concha do psilídeo-de-concha.

A variável “coleta de lixo”, registrada apenas para *C. cubana*, não foi influenciada de forma significativa pelos estádios de desenvolvimento do predador ( $\chi^2 = 5.25$ , d.f = 2, p = 0.0721), mas, os instares do psilídeo afetaram significativamente a coleta de lixo pelas larvas



( $\chi^2 = 13.34$ , d.f = 3,  $p = 0.0039$ ). Foi possível observar que as larvas de *C. cubana* coletaram mais lixo quando expostas aos ovos e ao 1º instar do psilídeo (Figura 11).



**Figura 11.** Taxa de coleta de lixo (%) obtida para larvas de *Ceraeochrysa cubana*, ao longo de 20 minutos de exposição a ovos e ninfas de 1º, 2º e 3º, e 4º e 5º instares do psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei*

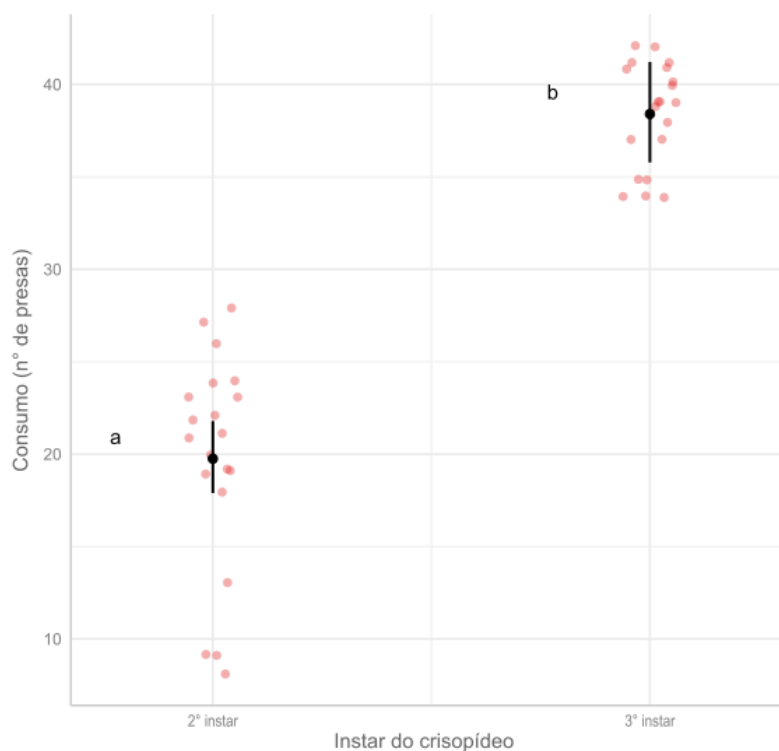
Como os ovos e o primeiro estágio ninfal do psilídeo são desprotegidos, eles podem ser facilmente atacados, e as partes não consumidas (córion e tegumento ninfal) podem ser utilizadas como lixo pelo predador. Dessa forma, as larvas de *C. cubana* se utilizaram desses materiais na composição do lixo usado para se protegerem.

Diferentemente, as ninfas de 2º, 3º, 4º e 5º instares possuem a concha de proteção, o que dificulta ou, até mesmo, impossibilita o acesso à ninfa alojada no interiormente. Não foram observadas larvas utilizando-se de partes da concha como lixo, o que, evidentemente, poderia ser um fator relevante contra sua proteção, já que as conchas contêm açúcares e poderiam ser um atrativo para insetos predadores e parasitoides que, igualmente, acessam as conchas de psilídeos para as explorarem como recurso alimentar.

De uma forma geral, os resultados obtidos no presente trabalho apontam *C. externa* como uma opção de agente biológico para o controle de ovos e instares iniciais de *G. brimblecombei* nos cultivos de eucalipto. Contudo, este estudo mostrou que *C. cubana* poderá ser incluído como um potencial agente para o controle do psilídeo. Pesquisas em campo, envolvendo esses predadores associados ao psilídeo-de-concha, deverão ser realizadas para confirmação da efetividade desses agentes de controle biológico contra essa praga.

#### **4.2 Capacidade predatória de ninfas de *Glycaspis brimblecombei* por larvas de *Chrysoperla externa***

Houve diferença no total de ninfas consumidas entre os dois instares de *C. externa* ( $\chi^2 = 115,32$ ; d.f = 1;  $p < 0,00001$ ). As larvas de 2º e 3º instares desse crisopídeo apresentaram um consumo de 19,75 e 38,4 ninfas respectivamente, médias que diferiram de forma significativa entre os dois estádios (Figura 12). Verificou-se uma variação no número de presas consumidas em ambos os instares, sendo que no 2º variou entre 8 e 28 ninfas e no 3º variou entre 34 e 42 ninfas durante as 24 horas de avaliação. Esses resultados reiteram aqueles obtidos por Cuello et al. (2019), que verificaram que a capacidade predatória de *C. externa* frente ao psilídeo-de-concha é maior quando utilizadas larvas de 3º instar, as quais consomem significativamente mais presas do que aquelas de 2º instar. Ao investigar o consumo de ninfas de *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera: Aphididae) por larvas de *C. externa*, foi constatado que a maior redução na densidade populacional do afídeo ocorreu em densidades mais elevadas da praga; na densidade de 40 pulgões por planta, o consumo médio foi de 21 pulgões, enquanto na densidade de 160 pulgões por planta, o predador consumiu, em média, 100 ninfas em 24 horas de avaliação (GAMBOA; SOUZA; MORALES, 2016).



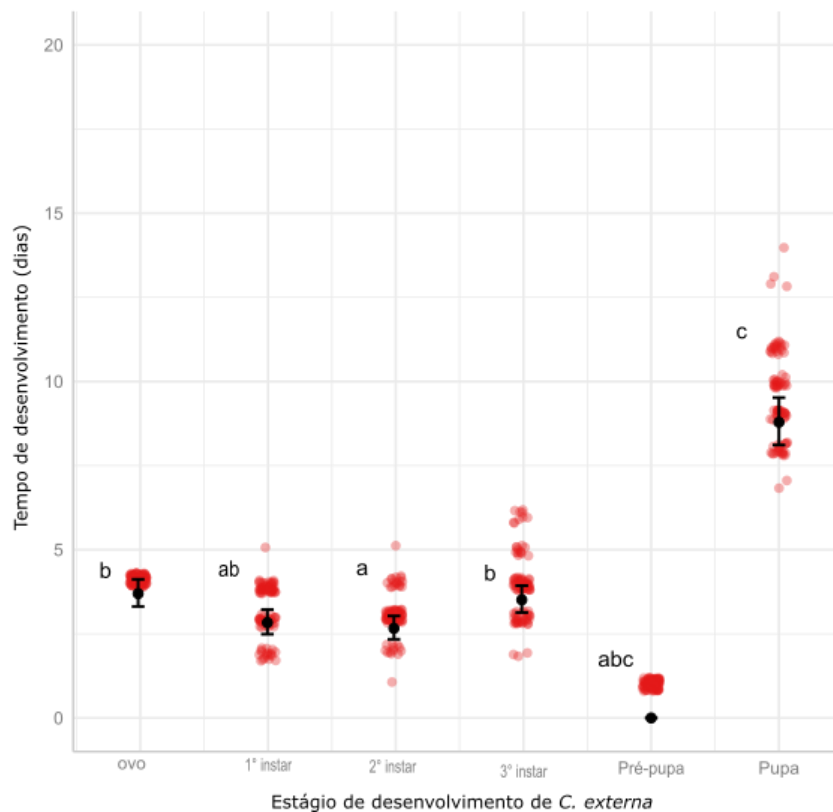
**Figura 12.** Número de ninfas de 2º e 3º instar do psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei*, consumidas por larvas de 2º e 3º instar de *Chrysoperla externa* durante 24 horas.

#### 4.3 Biologia de *Chrysoperla externa* alimentada com *Glycaspis brimblecombei*

Houve diferença significativa entre os dois tratamentos ( $\chi^2 = 81.28$ , d.f = 1,  $p < 0,0001$ ), compostos por ovos e ninfas do psilídeo e por ovos de *E. kuehniella* (controle), bem como entre as diferentes fases de desenvolvimento e instares de *C. externa* ( $\chi^2 = 15482.19$ , d.f = 1,  $p < 0,0001$ ). A duração média das fases de ovo, larva, pré-pupa e pupa de *C. externa* alimentada com o psilídeo foi de 4; 11,2; 1 e 10,5 dias, respectivamente (Figura 13). O ciclo biológico de *C. externa* (de ovo a adulto) apresentou duração média de 27,85. No tratamento controle, a duração média foi de 4; 9,4; 1 e 8,6 dias, para as respectivas fases do crisopídeo, totalizando 24,03 dias para concluir seu desenvolvimento até a fase adulta.

Observou-se um prolongamento no ciclo (ovo a adulto) de *C. externa* alimentada exclusivamente com o psilídeo-de-concha em relação ao suprimento com ovos de *E. kuehniella* (Figura 13). A duração de cada instar do crisopídeo também foi afetada conforme os tratamentos, verificando-se um aumento na duração dos estádios para larvas alimentadas apenas com o psilídeo-de-concha em relação aos ovos de *E. kuehniella*. Provavelmente, o psilídeo

tenha um valor nutricional inferior em relação aos ovos do piralídeo, os quais são considerados nutricionalmente adequados para o desenvolvimento de *C. externa* (CARVALHO; SOUZA, 2009). Assim, uma dieta exclusiva, à base de ovos e ninfas desse psilídeo, pode ter resultado no prolongamento dos instares e, conseqüentemente, de toda a fase larval do crisopídeo. Outro ponto a ser destacado refere-se ao gasto de energia envolvido na perfuração das conchas que abrigam as ninfas de psilídeo para que possam ser capturadas pelas larvas do predador.



**Figura 13.** Duração dos instares e fases do desenvolvimento (dias) de *Chrysoperla externa* alimentada com ovos e ninfas de 1º, 2º, 3º, 4º e 5º instares do psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei*.

O período embrionário foi de 4 dias, duração inferior ao relatado por Palomares-Pérez et al. (2020) que verificaram  $5,1 \pm 0,3$  dias para larvas de *C. externa* alimentadas com *Melanaphis sacchari* (Zehntner, 1897) (Hemiptera: Aphididae). Também foi inferior àqueles obtidos em outros estudos, os quais se enquadram no intervalo de 5 a 6 dias ao avaliarem diferentes presas (RIBEIRO, 1988; SIFUENTES AMEZ, 2019). Utilizando *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) como alimento para larvas desse crisopídeo, FONSECA et al. (2015) relataram um período embrionário variando de 3 a 15,1 dias conforme a temperatura ambiente. Tais comparações demonstram a variabilidade do período embrionário

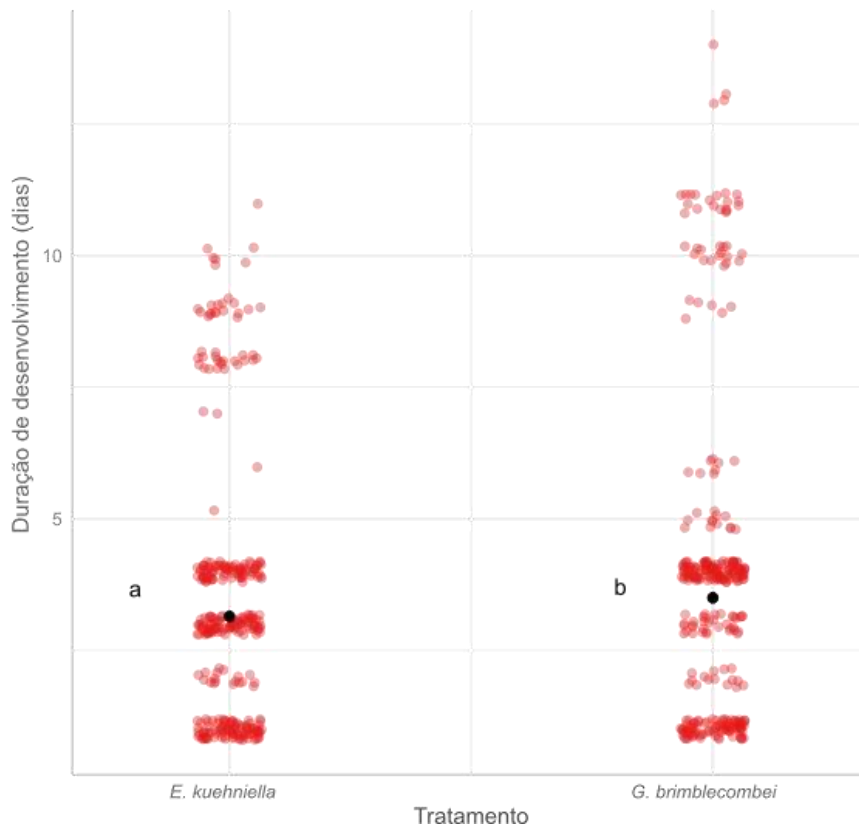
de *C. externa* em relação à presa ingerida e às condições térmicas às quais os ovos são submetidos, entre outros fatores.

Quanto ao período larval do crisopídeo alimentado com o psilídeo, registrou-se uma duração 11,2 dias, média próxima à obtida por Lima (2004), que obteve 10,8 dias quando as larvas foram alimentadas com *Brevicoryne brassicae* (Linnaeus, 1758) (Hemiptera: Aphididae). Quando supridas com *M. sacchari*, observou-se um prolongamento do período de desenvolvimento larval, que foi de 13,8 dias (PALOMARES-PÉREZ et al., 2020). Diferenças relacionadas à duração das fases de desenvolvimento podem estar, também, relacionadas à qualidade do alimento ingerido, considerando-se que um ciclo de vida mais curto é resultado de uma nutrição mais adequada e adaptação mais rápida do predador ao tipo de presa (SOFFIANTINI LIRA et al., 2006). Para a fase de pupa, observou-se uma duração de 10,5 dias para larvas de *C. externa* alimentadas com o psilídeo, resultado próximo ao obtido para a mesma espécie por Palomares-Pérez et al. (2020), que registraram 10,6 dias, quando alimentadas com *Melanaphis sacchari*, à  $25 \pm 2$  °C, UR 60-70 %.

Com relação à temperatura e à qualidade nutricional da presa sobre o desempenho biológico dos insetos predadores, tais fatores podem alterar, por exemplo, o tempo de desenvolvimento das fases imaturas e o desempenho reprodutivo dos adultos, como a fecundidade e fertilidade (MICHAUD, 2005; CABRAL et al., 2006; JALALI et al., 2010). Ressalta-se que esse experimento foi realizado em temperatura ambiente, simulando condições de campo, e mesmo com as oscilações térmicas ocorridas durante o período experimental, registrando-se variações entre 23 e 28 °C durante o dia, os resultados obtidos não discreparam daqueles obtidos em laboratório.

Figueira et al. (2000), estudando as exigências térmicas de *C. externa* alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae), observaram que a temperatura (24 e 30° C) influenciou a duração dos estágios imaturos desse crisopídeo, com um aumento na velocidade de desenvolvimento sob condições térmicas mais elevadas. O mesmo padrão foi observado para *C. externa* alimentada com *Sipha flava* (Forbes, 1884) (Hemiptera: Aphididae), mostrando que esse crisopídeo pode ser criado em temperaturas entre 16°C e 28°C (OLIVEIRA et al., 2010). Tais informações evidenciam que as variações térmicas, pelo menos dentro de uma faixa ótima para o desenvolvimento dessa espécie, não comprometem o desenvolvimento do predador, podendo-se inferir que *C. externa* é um inimigo natural nativo promissor para futuras liberações em campo.

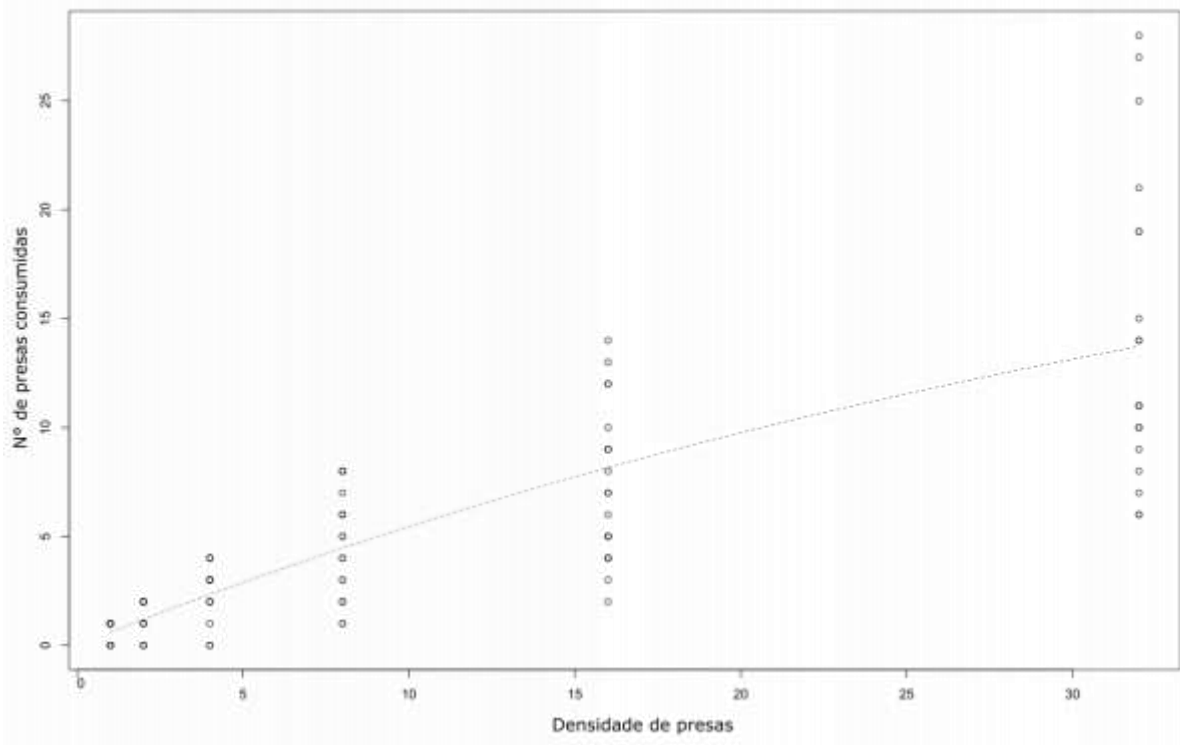
Com relação à viabilidade das fases imaturas, ambos os tratamentos acarretaram em 100% de sobrevivência até atingirem a fase de pupa. Nessa fase, registrou-se a mortalidade de cinco indivíduos oriundos de larvas alimentadas com o psilídeo e de três provenientes de larvas que consumiram ovos de *E. kuehniella*. Quanto à razão sexual, não houve diferença significativa entre os tratamentos. A razão sexual de adultos provenientes de larvas alimentadas com o psilídeo foi 24 fêmeas: 21 machos (RS = 1,14), e daqueles emergidos do tratamento controle (ovos de *E. kuehniella*) foi 27 fêmeas: 20 machos (RS = 1,35). O fato do crisopídeo ter completado seu ciclo biológico sem alterar a razão sexual, alimentando-se exclusivamente de ovos e ninfas do psilídeo-de-concha, indica que essa presa é um recurso alimentar adequado para as larvas de *C. externa*.



**Figura 14.** Duração do desenvolvimento (dias) de ovo à adulto de *Chrysoperla externa* alimentado exclusivamente com ovos de *Ephestia kuehniella* (tratamento controle) e ovos e ninfas de 1°, 2°, 3°, 4° e 5° instares do psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei*.

#### 4.4 Resposta funcional de *Chrysoperla externa* alimentada com ovos de *Glycaspis brimblecombei*

Os resultados obtidos para larvas de 3º instar de *C. externa* supridas com diferentes densidades de ovos do psilídeo-de-concha indicaram uma resposta funcional do tipo II (Figura 15). Embora as espécies predadoras de uma forma geral possam exibir os três tipos de resposta funcional (HOLLING, 1959), a resposta do tipo II é a mais frequente em insetos (BEGON; HARPER; TOWNSEND, 1999; DI et al., 2021). Diversos estudos com crisopídeos frente a outras presas também demonstraram esse tipo de resposta funcional, como, por exemplo, Kumari et al. (2020) e Kumari et al. (2021), quando estudaram *Chrysoperla zastrowi sillemi* (Esben-Petersen, 1935) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Aphis gossypii* Glöver, 1877 (Hemiptera: Aphididae) e *Mallada desjardinsi* (Navas, 1911) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com pulgão-do-melão, *A. gossypii*.



**Figura 15.** Curva da resposta funcional tipo II resultante do número de ovos do psilídeo-de-concha, *Glycaspis brimblecombei*, consumidos por larvas de 3º instar de *Chrysoperla externa* durante 24 horas, em função do aumento da densidade da presa.

Segundo Holling (1959), na resposta funcional Tipo II o número de presas consumidas por um predador aumenta rapidamente devido a uma maior disponibilidade de presas, com redução gradativa até atingir certa estabilidade (platô), quando o predador atinge a saciedade. Efetivamente, esse comportamento foi observado no presente estudo, pois o consumo de ovos do psilídeo por larvas de 3º instar de *C. externa* foi de, no máximo, 14 ovos até a densidade de 16 presas e de 28 ovos na densidade de 32 presas. Para ambas as densidades, o menor número consumido foi 2 ovos e o consumo médio foi de 7,4 e 14,55, respectivamente.

Alguns trabalhos utilizando espécies de Chrysopidae frente a diversos tipos de pragas agrícolas chegaram ao mesmo tipo de resposta funcional, como, por exemplo, *Mallada basalis* (Walker, 1853) alimentada com diferentes estádios de *Phenacoccus solenopsis* Tinsley, 1898 (Hemiptera: Pseudococcidae) (ZHOU et al., 2021), *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) consumindo *Saissetia oleae* (Olivier, 1791) (Hemiptera: Coccidae) (MAHZOUM et al., 2020), *C. externa* frente a *Aleurodicus cocois* (Curtis, 1846) (Hemiptera: Aleyrodidae) (SARAIVA et al., 2022) e *Ceraeochrysa caligata* (Banks, 1945) (Neuroptera: Chrysopidae) consumindo o ácaro *Raoiella indica* Hirst, 1924 (Acari: Tenuipalpidae) (JUMBO et al., 2019). A habilidade de um predador em procurar e manipular uma presa são características que afetam a dinâmica das populações de praga, e o conhecimento desses aspectos permite estimar a participação do predador no controle da praga (SOUZA et al., 2019).



## 5. CONCLUSÃO

Conclui-se que larvas de *C. externa* e de *C. cubana*, independentemente do estágio de desenvolvimento, apresentam parâmetros comportamentais diferentes e conseguem se alimentar de ovos e de ninfas nos instares iniciais (1º, e 2º e 3º) do psilídeo-de-concha, ainda que protegidas pela concha.

Por meio dos parâmetros comportamentais estudados, conclui-se que *C. externa* é mais efetivo contra o psilídeo-de-concha em relação a *C. cubana*.

O ciclo de vida de *C. externa* supridas com ovos e ninfas do psilídeo-de-concha mostrou que essa presa se constitui em recurso alimentar adequado para esse crisopídeo, proporcionando completo desenvolvimento e viabilidade das fases imaturas, bem como a manutenção da razão sexual.

Larvas de 3º instar de *C. externa* são eficazes no controle de ovos e ninfas de 1º, 2º e 3º instares do psilídeo-de-concha, especialmente em densidades mais baixas da praga.

## REFERÊNCIAS

- ADAMS, P. A.; PENNY, N. D. Neuroptera of the Amazon basin. Part 11a. Introduction and Chrysopini. **Acta Amazonica**, v. 15, p. 413–479, 1985.
- AGROFIT. **O Portal do conteúdo Agropecuário**. Acesso em: 10 nov, 2022.
- ALBERTO, S. C. T. Dinâmica das populações do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera : Psyllidae) e do seu parasitóide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) em *Eucalyptus camaldulensis*, 2016.
- ALBUQUERQUE, G. S.; TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J. *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae): Life history and potential for biological control in Central and South America. **Biological Control**, v. 4, n. 1, p. 8–13, mar. 1994. doi: 10.1006/bcon.1994.1002.
- BARROS, N. F.; COMERFORD, N. B. Sustentabilidade da produção de florestas plantadas na região tropical. **Tópicos Ci. Solo**, v. 487–592, 2002.
- BEGON, M.; HARPER, J.; TOWNSEND, C. Ecologia: indivíduos, receberam e comunidades (3ª edição). **Brackwell, Oxford**, 1999.
- BENIN, C. C. Efeito do espaçamento na produção, variáveis dendrométricas e propriedades da madeira de *Eucalyptus benthamii*. **Universidade Estadual do Centro Oeste, Irati**, 2014.
- BERTI FILHO, E.; COSTA, V.A.; ZUPARKO, R. L.; LASALLE, J. Occurrence of *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae) in Brazil. **Revista de Agricultura (Piracicaba)**. Acesso em: 20 nov. 2022.
- BOAVIDA, C. Psilas em Eucaliptos - *Glycaspis Brimblecombei* Moore. **Boletim Técnico Ministério da Agricultura**, 2009.
- BOLAND, D. J.; BROOKER, M. I. H.; MCDONALD, M. W.; CHIPPENDALE, G. M.; HALL, N.; HYLAND, B. P. M.; KLEINIG, D. A. **Forest trees of Australia**. [s.l: s.n.]
- BOREGAS, K. G. B.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em casa-de-vegetação. **Ciência e Agrotecnologia**, 2003.
- BOUVET, J. P. R. et al. First record of of *Blastopsylla occidentalis* and *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) from Argentina. **Revista de la Sociedad Entomológica Argentina**, v. 64, p. 99– 102, 2005.
- BREDA, M. O. et al. Registro de *Glycaspis brimblecombei* em *Eucalyptus* spp., em Petrolina, Pernambuco, Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 30, n. 63, p. 253–255, 2010. doi: 10.4336/2010.pfb.30.63.253.
- BRENNAN, E. B. et al. First record of *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homoptera: Psyllidae) in North America: initial observations and predator associations of a potentially serious new pest of eucalyptus in California. **Pan Pacific Entomologist**, v. 75, p. 55–57, 1999.

- BRENNAN, E. B. et al. Resistance of Eucalyptus species to *Glycaspis brimblecombei* (Homoptera: Psyllidae) in the San Francisco Bay area. **Pan-Pacific Entomologist**, v. 77, p. 249–253, 2001.
- BROOKS, S. J.; BARNARD, P. C. The green lacewings of the world: a generic review (Neuroptera: Chrysopidae). **Bulletin of the British Museum Natural History**, v. 59, n. 2, p. 117–286, 1990.
- BURCKHARDT, D. et al. First record of the red gum lerp psyllid *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psylloidea) from Peru. **Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft**, v. 81, p. 83–85, 2008.
- CABI. **Invasive Species Compendium**. Acesso em: 22 nov. 2022.
- CABRAL, S.; SOARES, A. O.; MOURA, R.; GARCIA, P. Suitability of *Aphis fabae*, *Myzus persicae* (Homoptera: Aphididae) and *Aleyrodes proletella* (Homoptera: Aleyrodidae) as prey for *Coccinella undecimpunctata* (Coleoptera: Coccinellidae). **Biological Control**, v. 39, n. 3, p. 434–440, dez. 2006. doi: 10.1016/j.biocontrol.2006.08.008.
- CANARD, M.; PRINCIPI, M. M. Life histories and behavior. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T.R. (eds). **Biology of Chrysopidae**. The Hague: W. Junk Publishers, p. 57–149, 1984.
- CARNIELLI, T. L. Avaliação da eficiência de fungos entomopatogênicos no controle biológico de *Glycaspis brimblecombei* Moore, 1964 (Hemiptera: Psyllidae). v. 1964, p. 42, 2018.
- CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade.**, p. 430, 2009.
- CHUNGU, D.; SHAKACITE, O.; CHAMA, H.; CHUNGU, B. C.; MBINDO, K.; MULONGWE, L. First record of the red gum lerp psyllid, *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae), in Zambia. **African Journal of Ecology**, v. 55, n. 3, p. 380–382, set. 2017. doi: 10.1111/aje.12353.
- CIBRIÁN-TOVAR, D. et al. Manual para la identificación y manejo de las plagas y enfermedades forestales del estado de Jalisco. **Documento técnico PRODEFO**, n. 32, p. 23–29, 2001.
- CIPRIANI, H. N.; VIEIRA, A. H.; MENDES, A. M.; LUIZ, A. Crescimento inicial de um eucalipto clonado sob diferentes adubações em Porto Velho, **Rondônia**. n. 1, p. 192–197, 2013.
- CORALLO, A. B.; PECHI, E.; BETTUCCI, L.; TISCORNIA, S. Biological control of the Asian citrus psyllid, *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) by Entomopathogenic fungi and their side effects on natural enemies. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 31, n. 1, p. 15, 14 dez. 2021. doi: 10.1186/s41938-020-00358-2.
- CORRALES, N.; CAMPOS, M. Populations, longevity, mortality and fecundity of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) from olive orchards with different agricultural management systems. **Chemosphere**, p. 1613–1619, 2004.

COSTA, E. C.; ARALDI, D. B. Entomofauna florestal: uma visão holística. **Entomologia Florestal Aplicada**. [s.l: s.n.]

COSTA LIMA, A. **Insetos do Brasil**. [s.l: s.n.]

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

CRAWLEY, M. J. *The R book*. John Wiley & Sons, 2012.

CROPLIFE. **CropLife Brasil (CLB)**. Acesso em: 20 dez. 2022.

CUELLO, E. M.; ANDORNO, A. V.; HERNÁNDEZ, C. M.; LÓPEZ, S. N. Prey consumption and development of the indigenous lacewing *Chrysoperla externa* feeding on two exotic *Eucalyptus* pests. **Biocontrol Science and Technology**, v. 29, n. 12, p. 1159–1171, 2019. doi: 10.1080/09583157.2019.1660958.

DAHLSTEN, D. L. Biological control of the red gum lerp psyllid, aspects of eucalyptus species in California. **Center of biological control, University of California**, 2005.

DAHLSTEN, D. L. et al. Pest notes: Eucalyptus red gum lerp psyllid. **University of California Agricultural Natural Resources Publications**, n. 7460, p. 1–4, 2003.

DAL POGETT, M. H. F. A. et al. Effect of formulated entomopathogenic fungi on red gum lerp psyllid *Glycaspis brimblecombei*. **Research Journal of Forestry**, v. 5, n. 2, p. 99–106, 1 fev. 2011. doi: 10.3923/rjf.2011.99.106.

DE SA, L. A. N.; WILCKEN, C. F.; JUNQUEIRA, L. R. Classical biological control of forests pests and quarantine facilities in Brazil. In: Embrapa Meio Ambiente-Resumo em anais de congresso. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PLANT SCIENCE TECHNOLOGY, 7; MOLECULAR BIOLOGY. **Valencia: Aurora Group**, p. 49, 2019.

DIAS, O. A.; SIMONELLI, G. Qualidade da madeira. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 3632–3646, 2013.

DIAS, T. K. R. Bionomia e comportamento de *Atopozelus opsimus* Elkins (Hemiptera: Reduviidae) mantidos em *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae). 2009.

DO AMARAL DAL, M. H. F. et al. Control of red-gum lerp psyllid with formulated mycoinsecticides under semi-field conditions. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 31, n. 1–2, p. 85–91, 28 jun. 2011. doi: 10.1017/S1742758411000166.

DOMINGUES, M. M. et al. Entomopathogenic fungi, isolated from soils and *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae) adults, to manage the eucalyptus red gum lerp psyllid *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae). **Journal of Economic Entomology**, v. 115, n. 6, p. 1886–1893, 14 dez. 2022. doi: 10.1093/jee/toac165.

DREISTADT, S.H.; DAHLSTEN, D. L. Pest notes: Psyllids. **Agricultural Natural Resources Publications**, n. 7423, p. 1–6, 2001.

DUELLI, P. Lacewings in field crops. In: McEwen P, New TR, Whittington AE (Eds.). Lacewings in the crop environment. **Cambridge: Cambridge University**, p. 158–171, 2001.

FAVARO, R. M. Aspectos bionômicos de *Glycaspis brimblecombei* ( Moore , 1964 ) (Hemiptera : Psyllidae ) e seu controle com fungos Rodolfo Marcassi Favaro. p. 43, 2006.

FERREIRA-FILHO. et al. Biological control of *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) in eucalyptus plantations. **Phytoparasitica**, v. 43, n. 2, p. 151–157, 5 abr. 2015. doi: 10.1007/s12600-014-0440-3.

FERREIRA FILHO, P. J.; WILCKEN, C. F. Dinâmica populacional do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae) e parasitismo por *Psyllaephagus bliteus* Riek (Hymenoptera: Encyrtidae) em floresta de eucalipto. **Tesis PhD. Universidade Botucatu**, p. 97, 2010.

FERREIRA, M. A aventura dos eucaliptos. **Silvicultura do Eucalipto no Brasil**. [s.l: s.n.]

FIGUEIRA, L. K.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Biologia e exigências térmicas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com ovos de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e agrotecnologia**, v. 24, n. 2, p. 319-326, 2000.

FIRMINO-WINCKLER, D. C.; WILCKEN, C. F.; OLIVEIRA, N. C. de.; MATOS, C. A. O. de. Biologia do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera, Psyllidae) em *Eucalyptus* spp. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 53, n. 1, p. 144–146, 2009. doi: 10.1590/S0085-56262009000100030.

FIRMINO, D. C. Biologia do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae) em diferentes espécies de eucalipto e em *Eucalyptus camaldulensis* sob diferentes temperaturas. **Dissertação**, 2004.

FREITAS, S.; PENNY, N. D.; ADAMS, P. A. A revision of the new world genus *Ceraeochrysa* (Neuroptera: Chrysopidae). **Sciences, Proceedings of the California Academy of Sciences**, v. 60, p. 503, 2009, 2009.

FREITAS, S. O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas. **Controle Biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores.**, p. 609, 2002.

FREITAS, S. *Chrysoperla* Steinmann, 1964 (Neuroptera: Chrysopidae): descrição de uma nova espécie do Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 47, p. 385–387, 2003.

FRIGOTTO, T.; NAVROSKI, M. C.; AGUIAR, N. S. de; FELIPPE, D.; BORSOI, G. A.; PEREIRA, M. de O.; LOVATEL, Q. C. Desempenho de espécies e procedências de *Eucalyptus* no Planalto Norte Catarinense, Brasil. **Scientia Forestalis**, v. 48, n. 127, p. 1–13, 2020. doi: 10.18671/scifor.v48n127.14.

GALLO, D. et al. Entomologia agrícola. In: **Entomologia agrícola**, 2002.

GAMBOA, S.; SOUZA, B.; MORALES, R. Predatory activity of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) on *Macrosiphum euphorbiae* (Hemiptera: Aphididae) in *Rosa* sp. crop. **Revista**, v. 42, n. 1, p. 54–58, 2016.

GRIMALDI, D.; ENGEL, M. S. **Evolution of the Insects**. [s.l: s.n.]

HALBERT, S. E.; GILL, R. J.; NISSON, J. N. Two Eucalyptus psyllids new to Florida (Homoptera : Psyllidae ). **Plant Pathology**, n. 407, p. 2–3, 2001.

HODDLE, M. Biology and management of the redgum lerp psyllid, *Glycaspis brimblecombei*. [s.l: s.n.].

HODKINSON, I. D. The biology of the Psylloidea (Homoptera): a review. **Bulletin of Entomological Research, Cambridge**, v. 64, n. 2, p. 325–339, 1974.

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

HOLLIS, D. Australian Psylloidea: jumping plantlice and lerp insects. **Australian Biological Resources Study**, 2004.

IBÁ. Relatório 2022. **Relatório Anual IBÁ**, p. 160, 2022.

IDE, M. S. et al. Detección y control biológico de *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae). **SAG**, 2006.

JACOBS, M. R. et al. **Eucalypts for Planting**. [s.l: s.n.]

JALALI, M. A.; TIRRY, L.; DE CLERCQ, P. Effect of temperature on the functional response of *Adalia bipunctata* to *Myzus persicae*. **BioControl**, v. 55, n. 2, p. 261–269, 16 abr. 2010. doi: 10.1007/s10526-009-9237-6.

JERE, V.; MHANGO, J.; NJERA, D.; JENYA, H. Infestation of *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) on three Eucalyptus species in selected ecological zones in Malawi. **African Journal of Ecology**, v. 58, n. 2, p. 251–259, 8 jun. 2020. doi: 10.1111/aje.12686.

JUMBO, L. O. V.; TEODORO, A. V.; RÊGO, A. S.; HADDI, K.; GALVÃO, A. S.; DE OLIVEIRA, E. E. The lacewing *Ceraeochrysa caligata* as a potential biological agent for controlling the red palm mite *Raoiella indica*. **PeerJ**, v. 7, p. e7123, 20 jun. 2019. doi: 10.7717/peerj.7123.

KABASHIMA, J. et al. Psyllids: integrated pest management for home gardeners and landscape professionals. **Pest Notes. Univ**, 2014. VEJA NORMAS (ACHO QUE AS

KENIS, M.; HURLEY, B. P.; COLOMBARI, F.; LAWSON, S.; SUN, J.; WILCKEN, C. F.; WEEKS, R.; SATHYAPALA, S. Guide to the classical biological control of insect pests in planted and natural forests. **FAO Forestry Paper**, p. 113, 2019.

KHUN, K. K.; ASH, G. J.; STEVENS, M. M.; HUWER, R. K.; WILSON, B. A. L. Transmission of *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* to adults of *Kuschelorrhynchus macadamiae* (Coleoptera: Curculionidae) from infected adults and conidiated cadavers. **Scientific Reports**, v. 11, n. 1, p. 2188, 26 jan. 2021. doi: 10.1038/s41598-021-81647-0.

- KUMARI, D.; VERMA, S. C.; SHARMA, P. L.; NEGI, S. Biology, feeding potential and functional response of *Chrysoperla zastrowi sillemi* to cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover. **Journal of Entomology and Zoology Studies**, v. 8, p. 381–386, 2020.
- KUMARI, D.; VERMA, S. C.; SHARMA, P. L.; GAIKWAD, M. B. Biology, predatory potential and functional response of *Mallada desjardinsi* (Navas) on melon aphid, *Aphis gossypii* Glover. **International Journal of Tropical Insect Science**, v. 41, n. 1, p. 495–501, 28 mar. 2021. doi: 10.1007/s42690-020-00233-5.
- LAUDONIA, S.; MARGIOTTA, M.; SASSO, R. Seasonal occurrence and adaptation of the exotic *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Aphalaridae) in Italy. **Journal of Natural History**, v. 48, n. 11–12, p. 675–689, 27 mar. 2014. doi: 10.1080/00222933.2013.825021.
- LEITE, B.; PASCHOLATI, S. F. Hospedeiro: Alterações fisiológicas induzidas por fitopatógenos. [s.l.: s.n.]
- LEMES, P. G.; ZANUNCIO, J. C. O manejo integrado de pragas florestais em empreendimentos certificados no Brasil. **Jornal SIF**, 22(117), p. 1–6, 2016.
- LEROY, P. D.; ALMOHAMAD, R.; ATTIA, S.; CAPELLA, Q.; VERHEGGEN, F. J.; HAUBRUGE, E.; FRANCIS, F. Aphid honeydew: An arrestant and a contact kairomone for *Episyrphus balteatus* (Diptera: Syrphidae) larvae and adults. **European Journal of Entomology**, v. 111, n. 2, p. 237–242, 5 maio 2014. doi: 10.14411/eje.2014.028.
- LIMA, A. K. V. de O. Biologia e capacidade de predação de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) em areia. Centro de ciências agrárias, Universidade Federal da Paraíba campus II, Areia, PB. 19 p. Citado em: Soffiantini Lir. **Revista de Biologia e Ciências da Terra, Bioterra**, p. 20–35, 2004.
- LIRA, R. S.; LUNA BATISTA, J. de. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com pulgões da erva-doce. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 6, p. 20–35, 2006.
- LUTINSKI, J. A.; LUTINSKI, C. J.; GARCIA, F. R. M. Primeiro registro de *Glycaspis brimblecombei* Moore 1964, (Hemiptera: Psyllidae) em eucalipto no estado de Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, v. 36, n. 2, p. 653–655, abr. 2006. doi: 10.1590/S0103-84782006000200046.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **gov.br**, 2021.
- MARQUES, R. P.; MONTEIRO, A. C.; PEREIRA, G. T. Crescimento, esporulação e viabilidade de fungos entomopatogênicos em meios contendo diferentes concentrações do óleo de nim (*Azadirachta indica*). **Ciência Rural**, v. 34, n. 6, p. 1675–1680, dez. 2004. doi: 10.1590/S0103-84782004000600002.
- MARTINS, E. F.; FRANZIN, M. L.; PEREZ, A. L.; SCHMIDT, J. M.; VENZON, M. Is *Ceraeochrysa cubana* a coffee leaf miner predator? **Biological Control**, v. 160, p. 104691, set. 2021. doi: 10.1016/j.biocontrol.2021.104691.

- MASSON, M. V. et al. Ocorrência e distribuição populacional do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore, 1964, (Hemiptera: Psyllidae) em florestas de eucalipto no litoral norte do Estado da Bahia, Brasil. **Boletín Sanidad Vegetal Plagas**, v. 35, n. 4, p. 559–562, 2009.
- MEHRNEJAD, M. R.; COPLAND, M. J. W. Behavioral responses of the parasitoid *Psyllaephagus pistaciae* (Hymenoptera: Encyrtidae) to host plant volatiles and honeydew. **Entomological Science**, v. 9, n. 1, p. 31–37, mar. 2006. doi: 10.1111/j.1479-8298.2006.00151.x.
- MENEZES, A. M. S. et al. Ocorrência do psilídeo-de-concha e do seu parasitóide *Psyllaephagus bliteus* em Vitória da Conquista - Ba. **Anais XXII Congresso Brasileiro de Entomologia**, v. 1, p. 888, 2008.
- MICHAUD, J. P. On the assessment of prey suitability in aphidophagous Coccinellidae. **European Journal of Entomology**, v. 102, n. 3, p. 385–390, 15 ago. 2005. doi: 10.14411/eje.2005.055.
- MOTTA, D.; SILVA, W. F.; DINIZ, E. N. Rentabilidade na plantação do eucalipto. **VII SIMPÓSIO DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA**, 2010.
- NEW, T. R. Chrysopidae: Ecology on field crops. In: Canard M, Séméria Y, New TR (Eds.). **Biology of Chrysopidae**, The Hague, p. 160–167, 1984.
- NEW, T. R.; NEW, T. R. Introduction to the Neuroptera: what are they and how do they operate? In: McEWEN, P. K.; NEW, T. R.; WHITTINGTON, A. E. Lacewings in the Crop Environment. **Cambridge: Cambridge University**, p. 3–5, 2001.
- NUNES, G. D. S. Bioecologia de *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes dietas. n. c, p. 1–64, 2014.
- NUÑEZ, E. Ciclo biológico y crianza de *Chrysoperla externa* e *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptara: Chrysopidae). **Revista Peruana de Entomologia**, v. 31, p. 76–82, 1988.
- OLIVARES, T.; BALDINI, A.; CERDA, L. El psílido de los eucaliptos rojos en Chile, *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera, Psyllidae). **Corporación Nacional**, 2003.
- OLIVARES, T. S.; BURCKHARDT, D. H.; CERDA, L. A. *Glycaspis brimblecombei* Moore, ‘Psyllido de los eucaliptos rojos’ (Hemiptera: Psyllidae: Spondyliaspinae): caracteres taxonómicos. **Revista Chilena de Entomologia**, v. 30, p. 5–10, 2004.
- OLIVEIRA, D. W. N. de. Fertilização silicatada com microssílica pode ser usada para controlar o psilídeo de concha em florestas de eucalipto?. 2020.
- OLIVEIRA, L. D. S. et al. Ocorrência de *Glycaspis brimblecombei* (Moore, 1964) (Hemiptera: Psyllidae) em *Eucalyptus* spp. no Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 3, p. 353, 30 set. 2006. doi: 10.5902/198050981914.
- OLIVEIRA, S. A. et al. A. Effect of temperature on the interaction between *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) and *Sipha flava* (Hemiptera: Aphididae). **European Journal of Entomology**, v. 107, n. 2, p. 183–188, 2010. doi: 10.14411/eje.2010.024.



- OSWALD, J. D.; MACHADO, R. J. P. Biodiversity of the Neuropterida (Insecta: Neuroptera, Megaloptera, and Raphidioptera). In: **Insect Biodiversity**. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2018. p. 627–672. 2018.
- PACHECO, L. A.; SARTORI, M. R.; TAYLOR, R. W. D. Levantamento de resistência de insetos-pragas de grãos armazenados à fosfina, no Estado de São Paulo. **Coletânea do ITAL**, v. v.20, p. 144–154, 1990.
- PAINE, T. D. et al. Eucalyptus redgum lerp psyllid. **Pest Notes Publication**, v. 7460, p. 1–4, 2006.
- PAINE, T. D.; STEINBAUER, M. J.; LAWSON, S. A. Native and exotic pests of *Eucalyptus*: a worldwide perspective. **Annual Review of Entomology**, v. 56, n. 1, p. 181–201, 7 jan. 2011. doi: 10.1146/annurev-ento-120709-144817.
- PALOMARES-PÉREZ, M. et al. Life table of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) reared on *Melanaphis sacchari* (Hemiptera: Aphididae). **Revista Colombiana de Entomología**, v. 46, n. 1, p. e6831, 31 jul. 2020. doi: 10.25100/socolen.v46i1.6831.
- PAPPAS, M. L.; BROUFAS, G. D.; KOVEOS, D. S. Chrysopid predators and their role in biological control. **Journal of Entomology**, p. 301–326, 2011.
- PARRA, J. R. P.; COELHO, A. Applied biological control in Brazil: from laboratory assays to field application. **Journal of Insect Science**, v. 19, n. 2, 1 mar. 2019. doi: 10.1093/jisesa/iey112.
- PENNY, N. D. A guide to the lacewings (Neuroptera) of Costa Rica. **Proceedings of the California Academy of Sciences**, p. 161–457, 2002.
- PEREIRA, J. M. Resistência de genótipos de eucalipto ao psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae). **Tese**, 2011.
- PRITCHARD, D. W. et al <scp>frair</scp> : an R package for fitting and comparing consumer functional responses. **Methods in Ecology and Evolution**, v. 8, n. 11, p. 1528–1534, 15 nov. 2017. doi: 10.1111/2041-210X.12784.
- PURANDARE, S. R.; TENHUMBERG, B. Influence of aphid honeydew on the foraging behaviour of *Hippodamia convergens* larvae. **Ecological Entomology**, v. 37, n. 3, p. 184–192, jun. 2012. doi: 10.1111/j.1365-2311.2012.01351.x.
- ONORE, G.; GARA, R. L. First record of *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) in Ecuador, biological notes and associated fauna. **Extended Abstracts of the 4th European Hemiptera Congress Ivrea**, p. 41–42, 2007.
- RAMIREZ, A. L. G. Fluctuación poblacional del psilido del eucalipto *Glycaspis brimblecombei* y el efecto del control biológico con la avispa parasitóide *Psyllaephagus bliteus*. Cuautitlan Izcalli, 2003. 45p. 2003.
- REGUIA, K.; PERIS-FELIPO, F. J. *Glycaspis brimblecombei* Moore, 1964 (Hemiptera Psyllidae) invasion and new records in the Mediterranean area. **Biodiversity Journal**, v. 4, n. 4, p. 501–506, 2013.

REJMÁNEK, M.; RICHARDSON, D. M. Eucalypts. In: **Encyclopedia of Biological Invasions**. [s.l.] University of California Press, 2019. p. 203–209. 2019.

RESENDE, A. L. S. et al. Ocorrência de insetos predadores de pulgões em cultivo orgânico de couve em sistemas solteiros e consorciados com adubos verdes. **Seropédica, Rio de Janeiro, Embrapa Agrobiologia, (Comunicado Técnico 101)**, p. 6, 2007.

RIBEIRO, M. J. Biologia de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), alimentada com diferentes dietas. **Dissertação**, p. 131, 1988.

RIMOLDI, F.; SCHNEIDER, M. I.; RONCO, A. E. Short and long-term effects of endosulfan, cypermethrin, spinosad, and methoxyfenozide on adults of *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 105, n. 6, p. 1982–1987, 1 dez. 2012. doi: 10.1603/EC12189.

ROSALES, C. J. et al. *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae). “Red Gum Lerp”. **Entomotropica**, v. 23, p. 103–104, 2008.

TÜZÜN, N. et al. Microgeographic differentiation in thermal performance curves between rural and urban populations of an aquatic insect. *Evolutionary Applications*, v. 10, n. 10, p. 1067–1075, 2017.

SÁ, L. A. N. de; WILCKEN, C. F. Nova praga de florestas está atacando eucalipto no país. **A Lavoura**, v. 107, n. 649, p. 44–45, 2004.

SALAMANCA, J. B. et al. Cría y evaluación de la capacidad de depredación de *Chrysoperla externa* Hagen (Neuroptera: Chrysopidae) sobre *Neohydatothrips signifer* trips plaga del cultivo de maracuyá. In: VARON, D. E.; MONJE, B.; SANTOS, A. O. Manual técnico de manejo de trips en mar. **Manual técnico de manejo de trips en maracuyá**, p. 23–42, 2011.

SALIBA, I. L. S. Prospecção da entomofauna aérea em plantios de *Eucalyptus* spp. na Amazônia Oriental, Brasil. **Bitkom Research**, v. 63, n. 2, p. 1–3, 2018.

SÁNCHEZ, B. S. Aspectos bionómicos del psílideo del eucalipto *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homoptera: Psylloidea: Spondyliaspidae). **División de Ciencias Forestales**, 2003.

SÁNCHEZ, B. S. et al. Aspectos bionómicos del psílido del eucalipto, *Glycaspis brimblecombei* Moore (Homoptera: Psylloidea: Spondyliaspidae). **Manual de estudios sobre biología e impacto del la conchuela del eucalipto y su parasitóide**, p. 57, 2002.

SANI, I.; ISMAIL, S. I.; ABDULLAH, S.; JALINAS, J.; JAMIAN, S.; SAAD, N. A review of the biology and control of whitefly, *Bemisia tabaci* (Hemiptera: Aleyrodidae), with special reference to biological control using entomopathogenic fungi. **Insects**, v. 11, n. 9, p. 619, 10 set. 2020. doi: 10.3390/insects11090619.

SANTANA, D. L. Q. *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) e seus inimigos naturais no Paraná. **In atas Congr. Brasileiro Entomol**, 2004.

SANTANA, D. L. Q. Psilídeos em eucaliptos no Brasil. **Circular Técnica**, 2005.

- SANTOS, F. A. et al. Genetic diversity of *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Aphalaridae) and its parasitoid *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) in Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 81, n. 3, p. 838–841, set. 2021. doi: 10.1590/1519-6984.230486.
- SARMENTO, R. A.; PALLINI, A.; VENZON, M.; SOUZA, O. F. F. de; MOLINA-RUGAMA, A. J.; OLIVEIRA, C. L. de. Functional response of the predator *Eriopis connexa* (Coleoptera: Coccinellidae) to different prey types. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 50, n. 1, p. 121–126, jan. 2007. doi: 10.1590/S1516-89132007000100014.
- SCHÖNAU, A. P. G. Silvicultural considerations for high productivity of *Eucalyptus grandis*. **Forest Ecology and Management**, v. 9, n. 4, p. 295–314, dez. 1984. doi: 10.1016/0378-1127(84)90015-X.
- SCUDELER; E. L.; NANYA, S.; CONTE, H. Ocorrência de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes plantas. **ANAIS DO VI ENCONTRO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO CIENTÍFICA CESUMAR, Maringá**, 2009.
- SIFUENTES AMEZ, S. Biología, comportamiento y capacidad de predación de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) con *Plenococcus ficus* (Hemiptera: Pseudococcidae) en La Molina. 2019.
- SILVA, G. A.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com lagartas de *Alabama argillacea* (Hübner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 26, p. 682–698, 2002.
- SILVA, J. O.; OLIVEIRA, K. N.; SANTOS, K. J.; ESPÍRITO-SANTO, M. M.; NEVES, F. S.; FARIA, M. L. Efeito da estrutura da paisagem e do genótipo de eucalyptus na abundância e controle biológico de *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae). **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 1, p. 91–96, 2010. doi: 10.1590/S1519-566X2010000100012.
- LIRA, R. S.; DE LUNA BATISTA, J. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com pulgões da erva-doce. **Revista de Biologia e Ciências da Terra, Bioterra**, v.6, n. 2, p. 20-35, 2006.
- SOLIMAN, E. P.; CASTRO, B. M. de C.; WILCKEN, C. F.; FIRMINO, A. C.; POGETTO, M. H. F. A. D.; BARBOSA, L. R.; ZANUNCIO, J. C. Susceptibility of *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae), a Eucalyptus pest, to entomopathogenic fungi. **Scientia Agricola**, v. 76, n. 3, p. 255–260, maio 2019. doi: 10.1590/1678-992x-2017-0043.
- SOLIMAN, E. P. et al. Primeira ocorrência do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) nos estados do Maranhão e Tocantins. **Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Entomologia**, 2012.
- SOSA-DUQUE, F. J.; TAUBER, C. A. The neotropical green lacewing genus *Ceraeochrysa adams* (Neuroptera: Chrysopidae)—new synonymies and combinations, a new species, and an updated key to species. **Zootaxa**, v. 4970, n. 1, p. 1–52, 2021. doi: 10.11646/zootaxa.4970.1.1.

SOUZA, B.; SANTOS-CIVIDANES, T. M.; CIVIDANES, F. J.; SOUZA, A. L. V. Bioecology of natural enemies used in biological control in the Neotropical region. In: SOUZA, B.; VÁZQUEZ, L. L.; MARUCCI, R. C. (Ed.). *Natural Enemies of Insect Pests in Neotropical Agroecosystems*. **Springer Nature: Switzerland, 2019. 546p.** [s.l: s.n.]

SOUZA, B. Estudos morfológicos do ovo e da larva de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) e influência de fatores climáticos sobre a flutuação populacional de adultos em citros. **Tese (Doutorado em Agronomia/Entomologia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1999.**

SOUZA, B. et al. Aspectos da predação entre larvas de *Chrysoperla externa* (HAGEN, 1861) e *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em Laboratório. p. 712–716, 2008.

STIVANELLI, A.; PESSOA, M. C. P. Y.; SÁ, L. A. N. de; SILVA, J. P. da. Estimativa de estádios ninfais do psilídeo-de-concha em função dos tamanhos das conchas. **Revista Agrogeoambiental**, v. 1, n. 3, p. 73–78, 2009. doi: 10.18406/2316-1817v1n32009214.

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**, v. 126, p. 26–35, nov. 2018. doi: 10.1016/j.biocontrol.2018.07.010.

TAPAJÓS, S. J.; LIRA, R.; SILVA-TORRES, C. S. A.; TORRES, J. B.; COITINHO, R. L. C. B. Suitability of two exotic mealybug species as prey to indigenous lacewing species. **Biological Control**, v. 96, p. 93–100, maio 2016. doi: 10.1016/j.biocontrol.2016.02.005.

TEDESCO, F. G.; LOZANO, E. R.; MAZARO, S. M.; ABATI, R.; POTRICH, M. Potential of *Beauveria bassiana* formulations to control *Thaumastocoris peregrinus* (Hemiptera: Thaumastocoridae). **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. e969108097, 19 set. 2020. doi: 10.33448/rsd-v9i10.8097.

VALENTE, C. et al. First record of the Red Gum Lerp Psyllid, *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hemiptera: Psyllidae), in Europe. **Journal of Applied Entomology**, v. 133, p. 315–317, 2009.

VAN LENTEREN, J. C.; BOLCKMANS, K.; KÖHL, J.; RAVENSBERG, W. J.; URBANEJA, A. Biological control using invertebrates and microorganisms: plenty of new opportunities. **BioControl**, v. 63, n. 1, p. 39–59, 2018. doi: 10.1007/s10526-017-9801-4.

VAN LENTEREN, J. C.; BUENO, V. H. P. Augmentative biological control of arthropods in Latin America. **BioControl**, v. 48, n. 2, p. 123–139, 2003. doi: 10.1023/A:1022645210394.

WILCKEN, C. F. et al. Sistema de criação do psilídeo-de-concha *Glycaspis brimblecombei* (Hemiptera: Psyllidae) e de seu parasitoide *Psyllaephagus bliteus* (Hymenoptera: Encyrtidae) para programa de controle biológico em plantações de eucalipto. **Documentos Técnicos IPEF**, v. 2, p. 23, 2010.

WILCKEN, C. F. et al. Manejo de pragas exóticas em florestas de eucalipto. **Embrapa Meio Ambiente - Artigo em anais de congresso**, 2011.

WILCKEN, C. F. et al. Psilídeo-de-concha-do-eucalipto, *Glycaspis brimblecombei* Moore. [s.l: s.n.]

WILCKEN, C. F.; SÁ, L. A. N.; BARBOSA, L. R.; ZANUNCIO, J. C. Controle Biológico em florestas plantadas. In: **Workshop FAPESP: Desafios da Pesquisa em Controle Biológico na Agricultura do Estado de São Paulo**, p. 58, 2016.

WILCKEN, C. F. et al. Ocorrência do psilídeo-de-concha (*Glycaspis brimblecombei*) (Hemiptera: Psylloidea) em florestas de eucalipto no Brasil. **Circular Técnica IPEF**, 2003.

WINGFIELD, M. et al. Eucalypt pests and diseases: growing threats to plantation productivity. **Southern Forests: a Journal of Forest Science**, v. 70, n. 2, p. 139–144, ago. 2008. doi: 10.2989/SOUTH.FOR.2008.70.2.9.537.

YIRGU, A.; ANJULO, A. First record of *Glycaspis brimblecombei* Moore (Hem.: Psyllidae) on *Eucalyptus camaldulensis* in Ethiopia. **Phytoparasitica**, v. 47, n. 1, p. 67–70, 9 fev. 2019. doi: 10.1007/s12600-018-00711-0.

ZHOU, J. et al. Prey instar preference and functional responses of *Mallada basalis* (Walker) (Neuroptera: Chrysopidae) to different life stages of *Phenacoccus solenopsis* Tinsley (Hemiptera: Pseudococcidae). **Journal of Asia-Pacific Entomology**, v. 24, n. 4, p. 1251–1256, dez. 2021. doi: 10.1016/j.aspen.2021.08.005.