



**GABRIEL SERRANO MILIORELI**

**TRANSPORTE DE LARVAS DE CRISOPÍDEOS:  
CONDIÇÕES AMBIENTAIS E QUALIDADE DO PRODUTO  
BIOLÓGICO**

**LAVRAS – MG  
2022**

**GABRIEL SERRANO MILIORELI**

**TRANSPORTE DE LARVAS DE CRISOPÍDEOS: CONDIÇÕES AMBIENTAIS E  
QUALIDADE DO PRODUTO BIOLÓGICO**

Trabalho de conclusão de curso  
apresentado à Universidade Federal de  
Lavras, como parte das exigências do  
Curso de Agronomia, para a obtenção do  
título de Bacharel em Agronomia.

Profa. Dra. Brígida Souza  
Orientadora

MSc. Emanuel da Costa Alves  
Coorientador

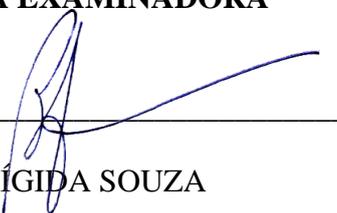
**LAVRAS – MG  
2022**

**GABRIEL SERRANO MILIORELI**

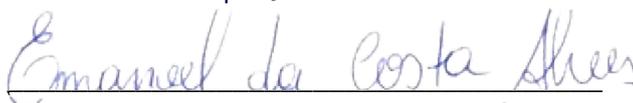
**TRANSPORTE DE LARVAS DE CRISOPÍDEOS: CONDIÇÕES AMBIENTAIS E  
QUALIDADE DO PRODUTO BIOLÓGICO**

Aprovado em: 21 de setembro de 2022.

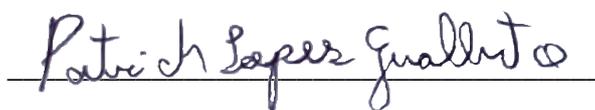
**BANCA EXAMINADORA**



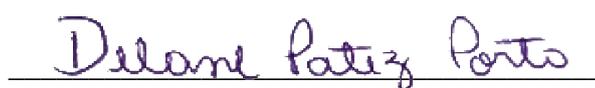
BRÍGIDA SOUZA



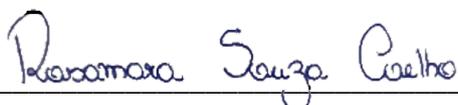
EMANOEL DA COSTA ALVES



PATRICK LOPES GUALBERTO



DELANE PATEZ PORTO



ROSAMARA SOUZA COELHO

## **DEDICATÓRIA**

*Dedico a*

*Adriana de Moura Serrano Milioreli*

*Edson Milioreli*

*Felipe Serrano Milioreli*

*João Adriano Serrano Milioreli*

*Marcelo Serrano Milioreli*

*Miguel Serrano Milioreli*

*Pelo apoio incondicional*

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Lavras - UFLA e ao Departamento de Entomologia, pela oportunidade de aprendizagem.

À Profa. Dra. Brígida Souza, a quem tenho grande respeito como pessoa e profissional. Agradeço pela orientação, paciência, resiliência e colaboração na elaboração desse trabalho.

À Emanuel da Costa Alves, pela coorientação, companheirismo, pelas sugestões técnicas e atenção dispensada.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão de bolsas de estudo e apoio financeiro na elaboração desse projeto.

À Nívia Borges Palhari, pela ajuda essencial na realização das remessas e a disponibilidade dispensada ao longo desse trabalho para a condução do experimento.

Aos meus colegas de laboratório: Thiago Rodrigues Hellmeister, Natália Aparecida Ferreira Oliveira, Delane Patez Porto e Thaiany Maria Campos, pela participação na realização de parte do experimento.

A todos os funcionários do Departamento de Entomologia, em especial à Elaine Aparecida Louzada, pela constante boa vontade e prontidão em ajudar.

A todos os meus colegas do curso de Agronomia, em especial a Patrick Lopes Gualberto e Igor Mateus Martins Reis, pelos anos de amizade.

À minha família pelo carinho e apoio dispensados ao longo da minha vida.

## RESUMO

O crisopídeo *Chrysoperla externa* é um agente de controle natural na sua fase larval, atuando na regulação da densidade populacional de artrópodes como pulgões, moscas-brancas, cochonilhas, psilídeos, tripses, ovos de lepidópteros, ácaros, entre outros. Atualmente, a comercialização de ovos e larvas de *C. externa* visando seu uso como agente de controle envolve o transporte em curtas distâncias. O intervalo de tempo de deslocamento das larvas pode submetê-las a diferentes graus de estresse e, conseqüentemente, comprometer sua eficiência predatória após a liberação. Por conseguinte, o estabelecimento de condições ideais de transporte assume importância na medida em que as larvas adquiridas pelo consumidor devem chegar ao local das liberações com a mesma qualidade que tinham antes de serem submetidas ao processo de envio. Nesse sentido, o presente trabalho teve por finalidade avaliar o impacto no desempenho de larvas de 1º instar de *C. externa* após sua remessa rodoviária, simulando uma empresa de produção e transporte de inimigos naturais, no trajeto interestadual Lavras, no estado de Minas Gerais, para Franco da Rocha, em São Paulo. Os parâmetros avaliados foram: 1) taxa de sobrevivência das larvas após os respectivos períodos de transporte; 2) eficiência predatória das larvas no controle populacional de pulgões da roseira; e 3) desenvolvimento e duração das fases imaturas. Os ensaios (pós-envio) foram realizados no Laboratório de Controle Biológico com Entomófagos (LCBE), do Departamento de Entomologia (DEN/ESAL), da Universidade Federal de Lavras (UFLA), em condições ambientais controladas ( $25 \pm 2^\circ\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  de UR e fotofase de 12 horas). Nos bioensaios foram utilizadas larvas de *C. externa* de 1º instar para os tratamentos: T1-Controle laboratório; T2-Remessa. O delineamento experimental foi em parcelas subdivididas no tempo. As larvas foram acondicionadas em frascos plásticos de 100 mL, aos quais adicionou-se uma quantidade de ovos de *Anagasta kuehniella*. Após cada remessa, foi avaliada a sobrevivência das larvas e, posteriormente, foram distribuídas em tubos para avaliação do desenvolvimento dos imaturos. Os parâmetros avaliados nessa etapa foram: duração e viabilidade de cada instar e das fases de pré-pupa e pupa, que foram submetidos às análises estatísticas de variância com médias separadas pelo Teste de Tukey, ao nível de variância de 0,05. O percentual de larvas de *C. externa* recuperadas após o recebimento dos envios e a duração do período larval foram analisados conforme os Modelos Lineares Generalizados (GLM). Não houve diferença significativa entre o percentual de larvas recuperadas no pós-envio e o controle (laboratório), sendo que  $77,71\% \pm 0,037\%$  dos indivíduos sobreviveram à remessa, os quais foram, posteriormente, submetidos às avaliações de capacidade predatória. Não houve diferença entre os dois tratamentos, quando comparado ao número de pulgões predados por larvas no primeiro instar. Esses resultados indicam que o transporte de larvas de *C. externa*, quando acondicionados em recipientes com casca de arroz e ovos de *A. kuehniella* em caixas térmicas, é viável, observando-se, contudo, um prolongamento do segundo instar larval.

**Palavras-chave:** Controle biológico. Crisopídeo. Transporte de inimigo natural.

## ABSTRACT

The lacewing *Chrysoperla externa* is a natural control agent in its larval stage, acting in the regulation of the population density of arthropods such as aphids, whiteflies, mealybugs, psyllids, thrips, lepidopteran eggs, mites, among others. Currently, the commercialization of eggs and larvae of *C. externa*, aiming their use as a control agent, involves transport over short distances. The larval transportation time interval can subject them to different degrees of stress and, consequently, compromise their predatory efficiency after release. Therefore, the establishment of ideal transport conditions is important insofar as the larvae acquired by the consumer must arrive at the place of release with the same quality they had before being submitted to the shipping process. In this sense, the present work aimed to evaluate the impact on the performance of 1st instar larvae of *C. externa* after their road shipment, simulating a company for the production and transport of natural enemies, on the interstate route Lavras, in the Minas Gerais state to Franco da Rocha, in São Paulo state. The parameters evaluated were: 1) survival rate of larvae after the respective transport periods; 2) predatory efficiency of the larvae in controlling rose aphids; and 3) development and duration of immature phases. The tests (post-sending) were carried out at the Laboratory of Biological Control with Entomophagous (LCBE), of the Department of Entomology (DEN/ESAL), of the Federal University of Lavras (UFLA), under controlled environmental conditions ( $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ ,  $70 \pm 10\%$  RH and 12-hour photophase). In the bioassays, were used 1st instar larvae of *C. externa*: T1- Laboratory control; T2-Shipment. The experimental design was in split plots in time. The larvae were placed in 100 mL plastic flasks, to which an amount of *Anagasta kuehniella* eggs was added. After each shipment, the survival of the larvae was evaluated and, later, they were distributed in tubes to evaluate the development of the immature. The parameters evaluated at this stage were: duration and viability of each instar and of the pre-pupal and pupal stages, which were submitted to statistical analysis of variance with means separated by Tukey's test, at a variance level of 5%. The percentage of *C. externa* larvae recovered after receiving the shipments and the duration of the larval period were analyzed according to the Generalized Linear Models (GLM). There was no significant difference between the percentage of larvae recovered in the post-shipment and the control (laboratory), and  $77.71\% \pm 0.037\%$  of them survived the shipment, which were later submitted to predatory capacity assessments. There was no significant difference between the two treatments when compared to the number of aphids preyed upon by larvae in the first instar. This results indicate that the transport of *C. externa* larvae, when packed in containers with rice husk and *A. kuehniella* eggs in thermal boxes, is feasible, however, an extension of the second larval instar was observed.

**Keywords:** Biological control. Chrysopidae. Natural enemy transport.

## SUMÁRIO

1- INTRODUÇÃO .....	9
2- REFERENCIAL TEÓRICO .....	11
2.1. Aspectos bioecológicos dos crisopídeos .....	11
2.2. Importância socioeconômica e ambiental dos crisopídeos no controle biológico .....	12
2.3. Uso de crisopídeos no controle biológico aumentativo.....	14
2.4. Controle de qualidade do produto biológico .....	15
2.5. Condições de armazenamento e remessa de larvas de <i>Chrysoperla externa</i> .....	17
3- MATERIAL E MÉTODOS .....	18
3.1. Obtenção de <i>Chrysoperla externa</i> .....	18
3.2. Organização e envio das remessas .....	20
3.3. Recebimento e determinação da taxa de sobrevivência .....	21
3.4. Exame da eficiência predatória das larvas no controle populacional de pulgões.....	22
3.5. Verificação do desenvolvimento e duração das fases imaturas .....	22
3.6. Análise de dados .....	22
4- RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	23
4.1. Sobrevivência pós-envio .....	23
4.2. Eficiência predatória pós-envio .....	25
4.3. Desenvolvimento da fase imatura e estimativa de adultos faratos .....	28
5- CONCLUSÕES .....	30
6- CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	30
7- APÊNDICE .....	31
8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	32

## 1-INTRODUÇÃO

Atualmente, entre os produtos macrobiológicos comercializados no Brasil está o crisopídeo *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861), inseto da ordem Neuroptera, família Chrysopidae. A Associação Mineira dos Produtores de Algodão (Amipa) produz o predador *C. externa* em sacos de papel com volume de 500 ml, contendo 1.000 indivíduos (AGROLINK, 2022). O crisopídeo é um agente de controle natural na sua fase larval e utilizado no controle biológico aplicado. As larvas dessa espécie são capazes de se alimentar de ovos, larvas e adultos de diversas famílias de pequenos artrópodes com tegumento mole (CARVALHO, SOUZA, 2009).

A Portaria nº 363, de 2021, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), registrou o predador *C. externa* como agente controlador de insetos-praga como *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae), *Rhodobium porosum* (Sanderson, 1901) (Hemiptera: Aphididae), *Myzus persicae* (Sulzer, 1776) (Hemiptera: Aphididae), *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae), dentre outros. No Brasil, *C. externa* possui ampla distribuição territorial (ALBUQUERQUE & TAUBER, 1994), contudo, são incipientes as pesquisas envolvendo a logística da produção massal desses insetos até os locais onde serão realizadas as liberações, pois os trabalhos tendem a se concentrar no estudo da biologia e da ocorrência da espécie (AMARAL, 2015).

Sabe-se que a comercialização de ovos de *C. externa* de dois dias de idade em curtas distâncias (3 Km) é viável, desde que sejam acondicionados apropriadamente em caixa térmica (AMARAL, 2015). A adição de alimento aos recipientes de envio contendo o material inerte é essencial visando, em caso de eclosão das larvas durante o transporte, reduzir a taxa de canibalismo (SOUSA, 2013).

Um dos desafios na implementação de programas de controle biológico em larga escala no Brasil decorre da dificuldade de logística num país de dimensões continentais. As altas temperaturas do campo (na planta ou na superfície do solo) podem influenciar o desenvolvimento dos inimigos naturais se não protegidos adequadamente até o momento da liberação (PARRA, 2014). Nesse sentido, em condições inadequadas de transporte, pode haver situações em que os insetos benéficos cheguem mortos ou inviáveis ao produtor.

Embora os crisopídeos possuam a plasticidade ecológica como característica, se comparado ao atual cenário de favorabilidade relacionado à ampla distribuição geográfica desses predadores nas regiões brasileiras, poderá ocorrer, futuramente, uma diminuição de sua área de abrangência proporcionalmente ao aumento da média da temperatura (HOTT et al., 2012).

Novas biofábricas são responsáveis pela criação massal desses agentes naturais para que sejam liberados estrategicamente nas lavouras infestadas pelas pragas, em números e frequência próprios, com propósitos de um controle imediato de pragas (VIEIRA et al., 2016). Logo, determinar as condições adequadas da comercialização de um macrobiológico contendo larvas de crisopídeos entre diferentes regiões brasileiras e os efeitos decorrentes desse processo sobre a sobrevivência e o desempenho desses inimigos naturais possui grande relevância para o mercado do controle biológico.

Dessa forma, o presente trabalho teve por finalidade avaliar o impacto da remessa rodoviária no desempenho de larvas de 1º instar de *C. externa*.

## 2-REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Aspectos bioecológicos dos crisopídeos

Os crisopídeos são insetos predadores incluídos na ordem Neuroptera, família Chrysopidae, que podem alimentar-se de ovos, pequenas larvas de coleópteros e lepidópteros, por exemplo, além de pulgões, cochonilhas, moscas brancas, psilídeos, tripes, cigarrinhas, ácaros e outros artrópodes de pequeno tamanho e de tegumento facilmente perfurável (CARVALHO & SOUZA, 2009). São insetos que possuem metamorfose completa (ovo, larva, pupa e adulto), ou seja, são holometábolos, e possuem relativa vantagem evolucionária já que as larvas e adultos exploram nichos ecológicos distintos (FREITAS, 2001).

As larvas dos crisopídeos são do tipo compodeiformes, com cabeça triangular, prognata, aparelho bucal sugador mandibular, pernas ambulatórias, corpo com várias cerdas (SOARES; NASCIMENTO; SILVA, 2007). Por serem pecilotérmicos, os crisopídeos têm sua biologia influenciada pela temperatura (TAUBER et al., 1987). Ovos de *C. externa* levam de 9 a 14 dias para eclodirem, considerando, respectivamente, temperaturas de 18,3°C e 15,6°C (ALBUQUERQUE et al., 1994). As larvas de *C. externa* que consumiram ninfas de *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) apresentam, em média, o período larval de oito dias, quando submetidas à temperatura de 32 °C, e 12 dias a 24 °C (AUAD et al., 2014).

O desenvolvimento larval dos crisopídeos, que possui sua duração e velocidade influenciadas diretamente por diversos fatores de variação, tais como temperatura, tipo e qualidade do alimento, é caracterizado por três ecdises (PAPPAS et al., 2011). Durante esse estágio, possuem alta voracidade e, ademais, possuem grande plasticidade ecológica (FREITAS & FERNANDES, 1996).

Em geral, o comércio de larvas de crisopídeos se dá no segundo instar, pois, nesse caso, os usuários finais recebem os predadores no início do terceiro instar, estágio de desenvolvimento responsável por mais de 90% do consumo alimentício em relação ao total ingerido na fase larval, independentemente do recurso alimentar disponibilizado (MURATA et al., 2006). A larva de terceiro instar produz um casulo esférico, formado por fios de seda gerados pelos tubos de Malpighi e excretados pelo ânus (GEPP, 1984). Conforme Skanata (2018), no final do terceiro instar as larvas dos crisopídeos formam um casulo onde se mantêm até a emergência do adulto.

Conforme Andrade (2013), a fase de pré-pupa ocorre após a formação do casulo e, nesse estágio, passa pelo processo de histogênese e organogênese e, por fim, se transforma em pupa, onde o invólucro pupal poderá ser rompido para emergência do adulto farato, que é uma fase relativamente breve. Na fase farata pode ocorrer morte por inanição (PRINCIPI & CANARD, 1984). Considerando larvas de *C. externa*, a duração do período de pupa gira em torno de 6 a 25 dias para as temperaturas de 30°C e 15°C, respectivamente, quando alimentadas com *S. graminum*, respectivamente (FONSECA et al., 2001).

Quando adultos, as populações de *C. externa* migram entre ecossistemas à procura de alimento e, nesse estágio, são polívoros (FREITAS & FERNANDES, 1996). Logo após a emergência, os crisopídeos passam por um período de maturação das gônadas e um intervalo de tempo de busca para os machos e as fêmeas acasalarem (CANARD & VOLKOVIC, 2001; DUELLI, 2001).

## **2.2-Importância socioeconômica e ambiental dos crisopídeos no controle biológico**

O controle biológico aplicado é uma estratégia de controle de pragas que utiliza inimigos naturais para controlar outros insetos nos agroecossistemas (PARRA, 2014). Além de possibilitar a redução populacional dos insetos fitófagos, os programas de controle biológico são utilizados para diminuir os impactos decorrentes dos efeitos da aplicação de agroquímicos (BRITO, 2011). É uma estratégia de alta relevância para o equilíbrio ambiental por proporcionar diversas vantagens às plantas cultivadas, tais como menores danos econômicos e baixo impacto ecossistêmico.

Atualmente, o mercado agropecuário demanda alternativas de controle que proporcionem maior eficiência na redução de pragas e doenças concomitantemente com menor desequilíbrio biológico. O aproveitamento, por biofábricas, dos macrobiológicos como defensivos produzidos em larga escala e comercializados para utilização no campo representa um desses cenários. Em vista disso, consoante Carne-Cavagnaro et.al (2005), o controle biológico representa um método de eficiência comprovada e uma alternativa viável e econômica aos métodos de controle convencionais.

No mercado do controle biológico, insetos predadores vêm sendo comercializados como biocontroladores de pragas. Segundo Bueno (2005), espécies como *Aphidius ervi* (Haliday, 1834) (Hymenoptera: Braconidae) e *Chrysoperla externa*

(Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae), são comumente utilizadas como alternativa ao controle de pulgões.

Nos países da América Latina, as espécies da família Chrysopidae estão entre os predadores mais pesquisados, visando seu uso como agente de controle de pragas. Particularmente, destacou-se o gênero *Chrysoperla*, algumas das quais podem ser obtidas comercialmente (SOUZA, VÁZQUEZ, MARUCCI, 2019). No Brasil, sob o enfoque do manejo integrado de pragas, houve destaque para o estudo da biologia de *C. externa* e *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (FIGUEIRA et al. 2000). O crisopídeo *C. externa* apresenta potencial expressivo para controlar o pulgão *Rhodobium porosum* (Sanderson, 1901) (Hemiptera: Aphididae), praga em plantios de roseira. Esse predador é capaz de preda, em média, 71 ninfas de pulgões da espécie *R. porosum* por dia, sendo o consumo crescente ao longo do seu desenvolvimento (PEREIRA, 2016).

Ridgway (1969) realizou um dos primeiros estudos sobre a utilização de crisopídeos como agentes de controle de *Helicoverpa zea* (Boddie, 1850) (Lepidoptera: Noctuidae) em cultivos de algodão constatando que a liberação de, aproximadamente, 700.000 larvas de *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) por hectare resultou na redução da população praga em até 96%. Ademais, ao determinar a capacidade de consumo de ovos de *Anagasta kuehniella* (Zeller, 1879) (Lepidoptera: Pyralidae) por larvas de *C. externa*, durante seu desenvolvimento, Murata et al. (2006) verificaram que cada larva consumiu um total expressivo de 1.553,09 ovos da presa alternativa.

Nesse sentido, diversos fatores positivos justificam a predileção das empresas comerciais de materiais biológicos pelos crisopídeos. São predadores generalistas, de ampla distribuição geográfica e alto potencial de dispersão durante a fase adulta entre plantas e agroecossistemas (SENIOR & MCEWEN, 2001; FIGUEIRA, 2002). Outro fator que favorece o uso desses insetos como produto biológico refere-se a sua multiplicação facilitada empregando presas alternativas (CARVALHO & SOUZA, 2000).

O potencial econômico de *C. externa* é vasto uma vez que diversas espécies de pragas podem ser controladas por larvas desse inimigo natural por meio de mecanismos tais como a atração, liberação ou conservação da população natural. Em função disso, um número progressivo de grupos de artrópodes predadores, dentre eles Chrysopidae, são negociados no Brasil por companhias de produção massal ou, esporadicamente, pelos produtores agrícolas (SOUZA & BEZERRA, 2019).

Segundo Amaral (2015), os crisopídeos podem ser comercializados nas fases de ovo, larva e adulta, esta, porém, em menor proporção. Assim sendo, apresentam resultados satisfatórios contra diversas espécies de artrópodes pragas, sobretudo, quando esses desenvolvem resistência aos produtos agroquímicos. Por conseguinte, se expandida a criação massal e distribuição comercial de agentes de controle natural, como larvas de *C. externa*, é possível reduzir a agressão ao meio ambiente em relação ao controle químico, podendo se tornar fator vital para a economia dos mercados biológicos.

### 2.3. Uso de crisopídeos no controle biológico aumentativo

Ao sofrer a interferência do homem para ampliar o fenômeno do controle biológico natural, esse passa a ser conhecido como aplicado (PARRA, 2014). O controle biológico aumentativo é um tipo de controle biológico aplicado que tem por fundamento a liberação massiva dos inimigos naturais, após a produção em larga escala nos laboratórios ou empresas de produção, gerando resultados ainda no curto prazo.

Nesse contexto, a disponibilidade de inimigos naturais para a realização das liberações influencia diretamente a efetividade de um programa de controle biológico aumentativo havendo, portanto, uma dependência de mecanismos e técnicas disponíveis para sua criação em larga escala (LENTEREN, 2009).

Conforme Fontes e Inglis (2020), a manutenção de predadores generalistas, como os crisopídeos, em laboratório, representa menor custo de criação e é um método aplicável para o controle biológico aumentativo que demanda grandes quantidades de inimigos naturais para a liberação nos cultivos agrícolas. Diversas experiências atestaram o êxito das liberações das espécies do gênero *Chrysoperla* em cultivos protegidos, dentre elas, a espécie *Chrysoperla carnea* (Stephens, 1836) (Neuroptera: Chrysopidae) em plantas ornamentais na Europa (PAPPAS; BROUFAS; KOVEOS, 2011). Ademais, Benuzzi (1992) constatou que a liberação de 18 larvas/m<sup>2</sup> dessa espécie no segundo instar, em cultivos de morango na Itália, apresentou resultados satisfatórios no controle do pulgão quando 30% das folhas da cultura estavam infestadas. Por fim, Khan e Morse (2001) observaram que, nos cultivos de manga na Califórnia, a liberação de ovos de *Chrysoperla rufilabris* (Burmeister, 1839) (Neuroptera: Chrysopidae) controlou os tripses *Scirtothrips citri* (Moulton, 1909) (Thysanoptera: Thripidae) presentes no citros.

A espécie *C. externa*, preponderante no Brasil, pode ser usada em programas de controle biológico aumentativo (ALBUQUERQUE et al., 1994). A produção massal desses agentes de controle biológico se dá por meio da multiplicação em laboratório geralmente utilizando-se ovos de *A. kuehniella* que servem de alimento às larvas (RIBEIRO, 1991; ALBUQUERQUE et al., 1994). A título de exemplo, *C. externa* demonstrou-se eficiente, na cultura do tomateiro em casa de vegetação, no controle de ninfas de *Bemisia tabaci* (Gennadius, 1889) (Hemiptera: Aleyrodidae), de forma que as larvas do agente controlador causaram a redução de 50% da população praga (AUAD et al., 2007).

Múltiplas espécies do gênero *Chrysoperla* ao redor do mundo têm sido utilizadas no controle de pragas como, o ácaro *Panonychus ulmi* (Koch, 1863) (Acari: Tetranychidae) no cultivo da macieira, *Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae) em berinjela, e *Heliothis virescens* (Fabricius, 1781) (Lepidoptera: Noctuidae) no algodoeiro. Outrossim, foram liberadas em áreas plantadas com as culturas da batata, pimentão, berinjela e algodão visando o controle de diversas espécies de afídeos (PAPPAS; BROUFAS; KOVEOS, 2011).

A plasticidade ecológica dos crisopídeos é um dos fatores de viabilização da tecnologia de criação “massal” desses agentes de controle biológico em laboratórios especializados. Ademais, a produção massal desses insetos tem como um dos princípios o uso de uma dieta nutritiva que proporcione alta fecundidade e fertilidade (PESSOA et al., 2010).

Lenteren (2009) demonstrou que, já naquela época, eram comercializadas aproximadamente 150 espécies de inimigos naturais com objetivos de uso no controle biológico aplicado, havendo destaque de agentes entomófagos e de entomopatogênicos. Atualmente existem, pelo menos, 484 produtos biológicos registrados no Brasil (CROPLIFE, 2022). Portanto, há amplo mercado para que os crisopídeos possam ser usados diversificadamente no controle biológico aumentativo.

#### **2.4. Controle de qualidade do produto biológico**

O processo de controle de qualidade do produto biológico deve transpassar todas as etapas da cadeia de produção massal, desde a criação dos insetos até a distribuição e, finalmente, a liberação pelo usuário final. Dessarte, garante-se o sucesso na remessa de inimigos naturais e o máximo aproveitamento em todas as etapas. Todavia, a

otimização de todo processo é necessária, visando uma produção a preços acessíveis, inimigos naturais de qualidade e na quantidade demandada (NASREEN; GILLESPIE; MUSTAFA, 2011).

De acordo com Parra (2014), um dos desafios para a implementação do uso do controle biológico aumentativo no Brasil decorre do controle de qualidade dos inimigos naturais, que demanda uma diretriz específica. Nesse sentido, a produção massal de crisopídeos possui problemas derivados do alto custo do alimento para a criação das larvas em laboratório que, geralmente, são alimentadas com ovos de *Sitotroga cerealella* (Olivier, 1789) (Lepidoptera: Gelechiidae) ou de *A. kuehniella*, adquiridos de empresas particulares (TAUBER et al., 2000).

O controle de qualidade do produto biológico deve ser realizado de forma similar ao controle de qualidade dos produtos industrializados, pois existe o objetivo de que, no decurso de sucessivas gerações, se atinja as características desejáveis presentes na população original visando garantir a máxima eficiência no campo (BIGLER, 1989; BUENO et al., 2006; LEPPLA, 2014).

Apesar de oneroso, a qualidade do alimento consumido na fase larval possui relação direta com a fecundidade do inseto, podendo determinar, inclusive, a longevidade do adulto (CANARD & VOLKOVICH, 2001). Ademais, diversos outros parâmetros, tais como, número diário de ovos, fertilidade, duração dos períodos de pré-oviposição e oviposição, também são influenciados pelo alimento (ALBUQUERQUE, 2009).

Em laboratório, também é possível aprimorar os recipientes de criação dos insetos [unidades de criação (UC)] através do aumento da densidade de adultos de crisopídeos por UC. Costa (2002), ao estudar a influência da densidade de casais sobre aspectos reprodutivos e comportamentais de *C. externa*, determinou que a densidade de nove casais, para o volume de 785 cm<sup>3</sup>, foi mais eficiente para a produção massal de ovos de forma que não influenciasse sua viabilidade e fecundidade. Posteriormente, Amaral (2015) concluiu que onze casais é a densidade mais adequada para a produção massal de *C. externa* em UC's de 785 cm<sup>3</sup>, ou seja, 71,4 cm<sup>3</sup> por casal. Por fim, o transporte do produto biológico desde a biofábrica até o produtor, não deve apresentar perdas significativas na qualidade do produto final.

Apesar do onerado custo de criação de *C. externa*, o controle de qualidade sobre a cadeia de produção desse agente de biocontrole é basilar para que os produtos sejam reconhecidos como de confiança no mercado e, conseqüentemente, proporcionem a

ampliação do mercado dos bioprodutos no manejo integrado de pragas e doenças de plantas.

## 2.5. Condições de armazenamento e remessa de larvas de *Chrysoperla externa*

O método de embalagem e envio dos ovos e larvas de *C. externa* representa etapa fundamental da cadeia de produção comercial já que a variação climática e a exposição à luminosidade derivadas da mudança de ambientes em viagens de médias e longas distâncias podem impactar no desenvolvimento larval, encurtando ou prolongando a duração da fase larval ou ocasionando, inclusive, a eclosão precoce das larvas. Nesse período, deve haver atenção redobrada, pois a maior vulnerabilidade na vida de um predador ocorre no momento da eclosão à primeira alimentação (FLESHNER, 1950).

Sabe-se que a duração de cada instar e da fase larval total dos crisopídeos é fortemente influenciada pela temperatura e a duração do período embrionário varia conforme a espécie, podendo, numa mesma espécie, variar em função da oscilação da temperatura (EMBRAPA, 2000). Macedo et al. (2003), ao estudarem a influência do fotoperíodo no desenvolvimento e na reprodução de *C. externa* determinaram que o aumento da fotofase ocasiona a diminuição da duração das fases larval, pré-pupal e pupal. Se o transporte for realizado com ovos de crisopídeos recomenda-se que sejam enviados no começo do período embrionário em embalagens com controle térmico a fim de evitar o canibalismo decorrente da eclosão precoce das larvas (TAUBER et al., 2000), bem como atender a agenda de entrega do produto biológico.

Para que sejam fornecidos abrigo e suporte durante o envio de larvas de *C. externa*, é necessário que os recipientes contenham alimento (ovos de *S. cerealella* ou *A. kuehniella*, por exemplo) juntamente com substrato inerte. O alimento reduzirá o percentual de canibalismo caso haja a eclosão prematura durante o trajeto. Já o substrato, como a casca de arroz, é material essencial para que as larvas se protejam e tenham um refúgio, alojando-se no seu interior (SOUSA, 2013).

De acordo com Amaral (2015), a remessa de ovos de *C. externa* com dois dias de idade é possível, em curtas distâncias, desde que o recipiente contenha sabugo triturado, serragem, vermiculita ou gérmen de trigo como material inerte, e que sejam acondicionados apropriadamente em caixa térmica. O autor menciona que sabugo triturado e serragem proporcionam elevada sobrevivência pós-envio, sendo os

substratos mais recomendados entre aqueles testados. É recomendável que os frascos com os crisopídeos sejam acondicionados em caixa térmica, visando neutralizar o efeito da temperatura e do número de horas-luz sobre a duração do período embrionário.

Conforme Sousa (2013), no exterior, empresas internacionais, como a Syngenta Bioline e Koppert Biological Systems, comercializam larvas de segundo instar de *C. carnea*. Nesses casos, na remessa, cerca de 500 indivíduos são acondicionados em frascos de 500 ml ou 1000 larvas em potes plásticos de 1L, ambos misturados em substratos de trigo mourisco.

Para as larvas de crisopídeos, O'neil et al. (1998) reconhecem uma técnica fundamental para sua comercialização e transporte: o uso simultâneo de casca de arroz (refúgio e proteção) com suprimento de ovos de *A. kuehniella* (alimento). De acordo com Sousa (2013), tal processo proporcionou redução significativa no canibalismo durante o experimento de liberação, por meio do qual a casca de arroz mostrou-se um substrato que aumentou a superfície específica do recipiente.

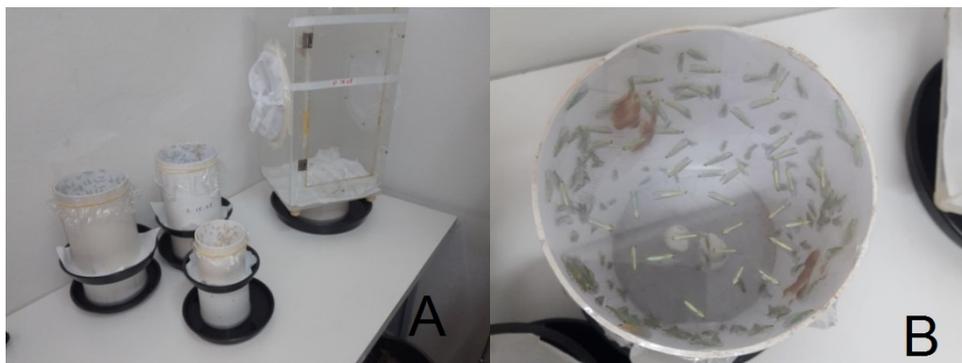
Para *C. externa*, testes de aptidão de substratos para viagens em curta distância, têm demonstrado que a remessa de larvas ao final do primeiro instar embaladas com serragem de madeira, espiga de milho triturada ou casca de arroz permitem maiores chances de sobrevivência pós-envio (AMARAL, 2015). À vista disso, a fim de evitar que o usuário final não receba o produto com a qualidade almejada em razão de condições inadequadas de acondicionamento, é de suma importância estudar a influência de fatores abióticos sobre os envios realizados.

### **3- MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1. Obtenção de *Chrysoperla externa***

Os ovos de *C. externa* utilizados na preparação das remessas e montagem do experimento controle (laboratório) foram obtidos da criação de manutenção existente no Laboratório de Controle Biológico com Entomófagos (LCBE) do DEN/ESAL/UFLA, Lavras, MG (Figura 1). Os insetos foram mantidos em sala climatizada a  $25\pm 2^{\circ}\text{C}$ , UR de  $70\pm 10\%$  e fotofase de 12 horas, de acordo com a metodologia proposta por Carvalho e Souza (2009).

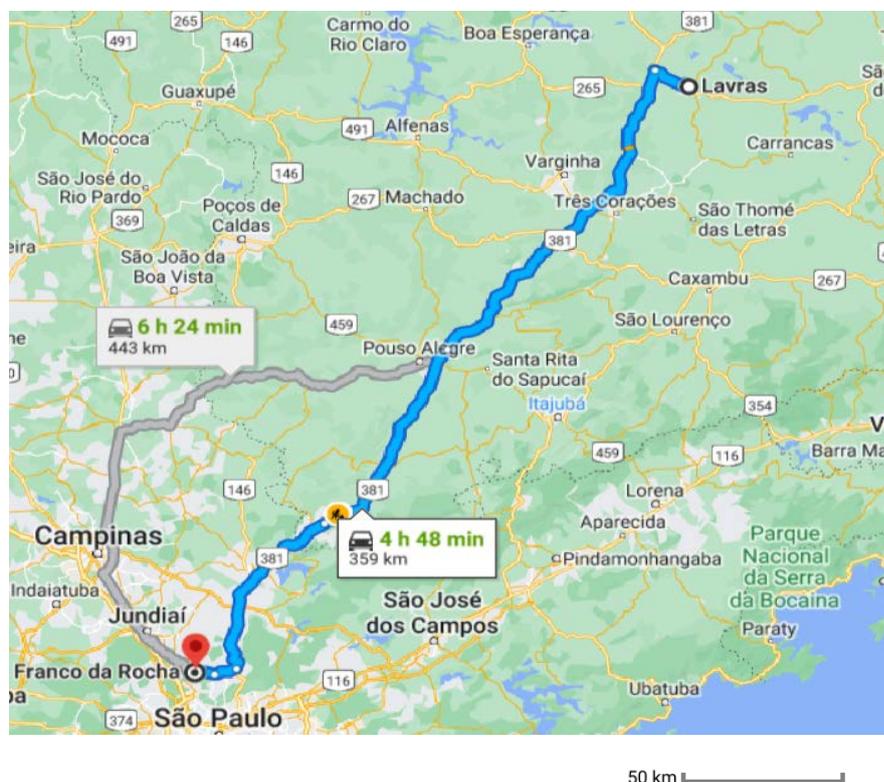
**Figura 1** – Gaiolas de criação de manutenção existente no LCBE-UFLA.



**Fonte:** Elaine Aparecida Louzada (2022)

Para a condução do experimento, foram utilizados ovos com três dias de idade, coletados das gaiolas de oviposição de *C. externa* no LCBE, partindo de Lavras, MG, com destino à cidade de Franco da Rocha, SP, e retorno das larvas recém-eclodidas, de Franco da Rocha para Lavras. A distância entre os municípios é de 359 km, com trajeto via BR381 (Figura 2).

**Figura 2** – Trajeto rodoviário interestadual de Lavras (MG) para Franco da Rocha (SP) via BR381.



**Fonte:** Google maps (2022).

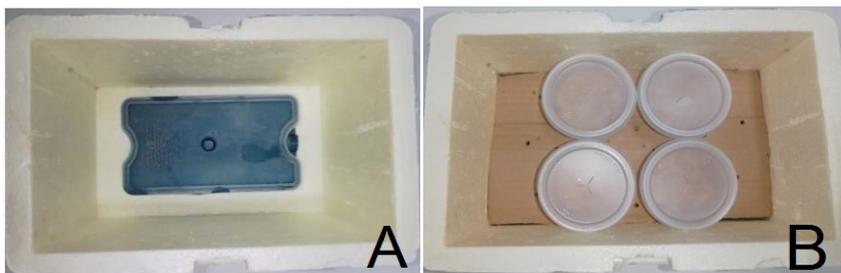
A definição da idade embrionária para envio baseou-se em testes preliminares realizados em envios anteriores ao trabalho experimental, que envolveu o retorno das larvas ao LCBE. Prevendo-se uma possível mortalidade natural de embriões durante o percurso, foram utilizados cerca de 720 ovos no total (240 em cada envio) para garantir a obtenção de 600 larvas no primeiro instar, as quais foram utilizadas no experimento.

### 3.2. Organização e envio das remessas

As embalagens de envio foram constituídas por quatro frascos plásticos de 100 mL contendo 0,75g, cada, de ovos de *A. kuehniella* (3g distribuídos em 4 frascos) para servirem de alimento às larvas. Foi posto uma quantidade superior à necessária para os dois primeiros instares larvais, pois, conforme Murata et al. (2006), são necessários 0,043 g desses ovos para cada larva de *C. externa* empupar, de forma que apenas 20% desse consumo (0,0086 g) se dá nos primeiros instares. Adicionou-se casca de arroz (na proporção de 60% do frasco) como substrato, pois, conforme proposto por Amaral (2015), ao estudar os substratos ideais para remessa de ovos e larvas de *C. externa* via correio, houve um expressivo número de larvas recuperadas nesse tipo de material.

Acondicionaram-se os frascos no interior de uma caixa térmica (isopor) de 25 cm de altura x 21 de largura x 29 cm de profundidade. No fundo da caixa, foi posicionada uma placa de gelo reutilizável (Figura 3.A), a fim de uniformizar a temperatura ao longo da viagem e mitigar seu efeito oscilador na mudança de ambiente. Duas camadas de papelão com pequenos furos foram posicionadas no interior do isopor, sem vedação, para permitir a passagem do ar frio, uma acima da placa de gelo (Figura 3.B) e outra acima dos recipientes plásticos de envio. No momento do envio e do recebimento verificou-se a temperatura no interior da caixa de isopor por meio de um termômetro digital do tipo espeto.

**Figura 3** – Modo de preparo do recipiente térmico: A) Placa de gelo; B) Copos plásticos.



Fonte: Do autor (2022).

Os tratamentos foram: T1- Controle laboratório; T2- Remessa. Realizaram-se três repetições, ou seja, três envios efetuados mensalmente, compostos por quatro frascos plásticos com 50 larvas cada, totalizando 200 larvas por envio.

As remessas dos ovos partiram de Lavras, em Minas Gerais, para Franco da Rocha, em São Paulo, com quatro Placas de Elisa (placas para microtitulação) contendo 60 ovos cada, vedadas por plástico PVC. Esse número de ovos foi utilizado de forma a garantir, caso houvesse inviabilidade embrionária, o número mínimo de 200 larvas no primeiro instar submetidas à remessa de volta à cidade de Lavras. Após a eclosão nas Placas de Elisa, em Franco da Rocha, as larvas foram distribuídas nos copos plásticos com casca de arroz e posicionadas no interior da caixa de isopor para serem submetidas à viagem de retorno a Lavras. Ocorreram três viagens sucessivas de distância e intervalo de tempo médio de 387 Km e 276 minutos, respectivamente.

No LCBE, após o envio do recipiente térmico a Franco da Rocha, foram mantidas testemunhas retiradas da mesma geração dos ovos submetidos a cada serviço de remessa realizado. Para a confecção do Controle (laboratório) foram individualizados 200 ovos em tubos de vidro de 2,5 cm de diâmetro x 8,5 cm de altura, contendo ovos de *A. kuehniella* e casca de arroz, vedados com filme plástico PVC. Os ovos inviáveis e os indivíduos mortos pós-eclosão foram repostos com larvas da criação de manutenção do departamento. Dos 200 ovos individualizados nos tubos de vidro, 174 eclodiram.

### **3.3. Recebimento e determinação da taxa de sobrevivência**

Após o recebimento das remessas no LCBE, os agentes naturais transladados foram individualizados em tubos de vidro contendo ovos de *A. kuehniella* para alimentação. A sobrevivência das larvas pós-envio foi determinada por verificação visual após separação manual em avaliações diárias. Logo após a entrega das remessas no laboratório, constatava-se a temperatura de chegada. Os frascos plásticos eram identificados e seu conteúdo (ovos de *A. Kuehniella*, larvas e casca de arroz) era redistribuído em bandejas para contagem manual da quantidade sobrevivente de larvas de primeiro instar. As larvas mortas foram contabilizadas e observadas em lupa. As sobreviventes foram alocadas em frascos de vidro que continham previamente 0,05g de ovos de *A. Kuehniella*. Por último, o substrato inicial foi peneirado para que os ovos viáveis e excedentes de *A. Kuehniella*, presa alternativa de alto custo de produção, pudessem ser reaproveitados na criação do laboratório.

### **3.4. Exame da eficiência predatória das larvas no controle populacional de pulgões**

Para a determinação da capacidade predatória de larvas de *C. externa*, foram realizados ensaios diários conforme a metodologia de Fonseca et al. (2000). A transferência dos crisopídeos para a placa foi realizada com o uso de um pincel de cerdas macias. Dez larvas, aleatoriamente selecionadas de cada recipiente, foram observadas em placas de Petri por dez minutos de exposição às presas.

Foi considerada uma densidade de presas superior à capacidade diária de consumo, sendo disponibilizados 10 afídeos de *R. porosum* para cada larva. Dessa forma, avaliou-se a quantidade de pulgões predados no primeiro instar durante 10 minutos de exposição à presa. Não houve período em jejum prévio ao teste, pois o experimento foi realizado imediatamente após a distribuição das larvas nos frascos de vidro a fim de que fosse possível constatar a eficiência predatória das larvas de primeiro instar em condições que representassem a utilização do produto biológico logo após o recebimento pelo usuário final.

### **3.5. Verificação do desenvolvimento e duração das fases imaturas**

Após a redistribuição das larvas nos tubos para avaliação do desenvolvimento da fase imatura, avaliou-se: a duração (dias) e a viabilidade (%) de cada instar e das fases de pré-pupa e pupa. Diariamente, foram observados o estágio larval em que as repetições de cada tratamento se encontravam e a mortalidade da fase imatura. Ao final do experimento, após a emergência de todos os adultos, contabilizou-se o número de faratos presentes e a quantidade total de insetos que terminaram o ciclo de desenvolvimento.

### **3.6. Análise de dados**

O delineamento estatístico foi definido em parcelas subdivididas no tempo, conforme as remessas mensais. O percentual de larvas de *C. externa* recuperadas após o recebimento dos envios e a duração dos instares e fases de desenvolvimento do predador foram analisados conforme os Modelos Lineares Generalizados (GLM), por meio do software R. Para que fosse avaliado o percentual de sobrevivência das larvas

de *C. externa* após os respectivos períodos da remessa analisaram-se os dados com GLM com distribuição de erros quasibinomial. O modelo foi selecionado de acordo com os critérios de AIC (Akaike) e visualização dos resíduos, incluindo os gráficos q-q. Na determinação da eficiência predatória das larvas de *C. externa* no controle populacional de pulgões da roseira após o transporte, analisaram-se os dados com GLM com distribuição de erros quasipoisson. O teste de média (posthoc) utilizado nesses dois testes foi Tukey, ao nível de variância de 0,05.

Na análise do desenvolvimento e duração das fases imaturas os dados foram analisados por GLM (poisson). Os dados de viabilidade foram analisados com GLM com distribuição de erros binomial.

## **4-RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Sobrevivência pós-envio**

O tempo de trânsito entre as remessas do material pela via rodoviária até Franco da Rocha (SP) e o recebimento do mesmo, no endereço do LCBE na UFLA (MG), variou entre 518 e 544 minutos, sendo que a diferença de tempo decorreu das condições de clima e de trânsito entre o trajeto. Não obstante, pode-se considerar que as larvas estiveram acondicionadas nas caixas térmicas durante o mesmo período de tempo já que, em média, transcorreram cinco dias entre o envio dos ovos e a chegada das larvas ao LCBE, ocasião em que se encontravam no final do 1º instar e começo do segundo. Os dados de sobrevivência das larvas após o retorno à Lavras, para cada uma das repetições efetuadas, encontram-se na tabela 1.

**Tabela 1-** Sobrevivência (%) de larvas de primeiro instar de *Chrysoperla externa* submetidas à remessa via transporte rodoviário entre os municípios de Franco da Rocha, SP e Lavras, MG (359 Km), com duração média de 276 minutos (larvas transportadas em caixas térmicas com suprimento alimentar e substrato inerte).

Remessas	1° repetição Dia: 20/02/22				2° repetição Dia: 13/03/22				3° repetição Dia: 18/04/22			
	Distância: 385 km Tempo de trajeto: 269 min				Distância: 394 km Tempo de trajeto: 285 min				Distância: 382 km Tempo de trajeto: 274 min			
Recipientes	T2 R1	T2 R2	T2 R3	T2 R4	T2 R5	T2 R6	T2 R7	T2 R8	T2 R9	T2 R10	T2 R11	T2 R12
Relação entre larvas recuperadas e enviadas ( <i>f<sub>i</sub></i> )	45/ 50	42/ 50	41/ 50	44/ 50	22/ 50	46/ 50	39/ 50	37/ 50	37/ 50	39/ 50	44/ 50	44/ 50
% ( <i>x<sub>i</sub></i> )	86 %	84 %	82 %	88 %	44 %	92 %	78 %	74 %	74 %	78 %	88 %	88 %
Média ( <i>x</i> )	43/50 = 85%				36/50 = 72%				41/50 = 82%			
Total	172/200 = 85%				144/200 = 72%				164/200 = 82%			

**Fonte:** Do autor (2022)

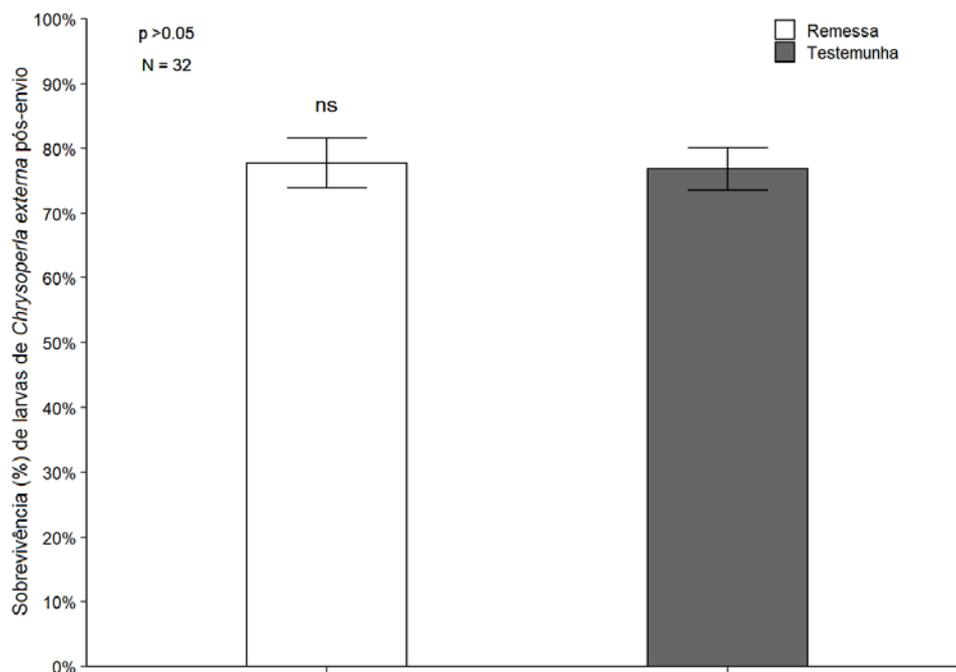
Do total de larvas enviadas de Franco da Rocha para Lavras, houve um percentual de sobrevivência de  $77,71\% \pm 0,037\%$  (Figura 4), sendo que, das 600 larvas transladadas, 126 morreram. Resultados semelhantes foram obtidos por Amaral (2015) quando comparou o efeito do tipo de substrato sobre a porcentagem de larvas de *C. externa* recuperadas após serem mantidas em laboratório e transportadas a uma distância menor em relação à utilizada no presente estudo. Nesse trabalho, o autor não constatou diferença estatística entre o percentual de larvas recuperadas pós-envio ( $79,0 \pm 3,8$ ) e a testemunha ( $73,0 \pm 4,1$ ).

Mesmo com a disponibilização de alimento nos copos plásticos, a verificação visual em lupa demonstrou indícios de lesões externas nas larvas mortas derivadas de perfuração pelo aparato bucal de larvas de crisopídeos, o que sugere a ocorrência de canibalismo como principal causa. Foi observado que a temperatura no interior do recipiente térmico se manteve na média de  $23,5^{\circ}\text{C}$ . O canibalismo dos crisopídeos pode ser potencializado com o aumento da temperatura, sendo mais intenso em  $25^{\circ}\text{C}$ , principalmente quando há um grande número de larvas por unidade de superfície

(ROJHT; BUDIJA; TRDAN, 2009). De acordo com New (1975), o canibalismo é uma interação intraespecífica usual entre larvas neonatas, especialmente se estiverem confinadas num local relativamente pequeno. Essa predação intraespecífica representa um comportamento de regulação populacional (ELBADRY & FLESCNER, 1965).

Não houve diferença na sobrevivência de larvas de *C. externa* submetidas à remessa e o tratamento da testemunha, com média e erro padrão de 77,71%  $\pm$  0,037% e 76,85%  $\pm$  32,58%, respectivamente ( $X^2_{1,30} = 0,003$ ;  $p > 0,05$ ;  $N = 32$ ) (Figura 4).

**Figura 4** – Porcentagem de larvas  $\pm$  erro padrão de *Chrysoperla externa* recuperadas após serem mantidas em laboratório e transportadas.



<sup>Ns</sup> Indica valor similar a 5% de significância (teste Tukey).

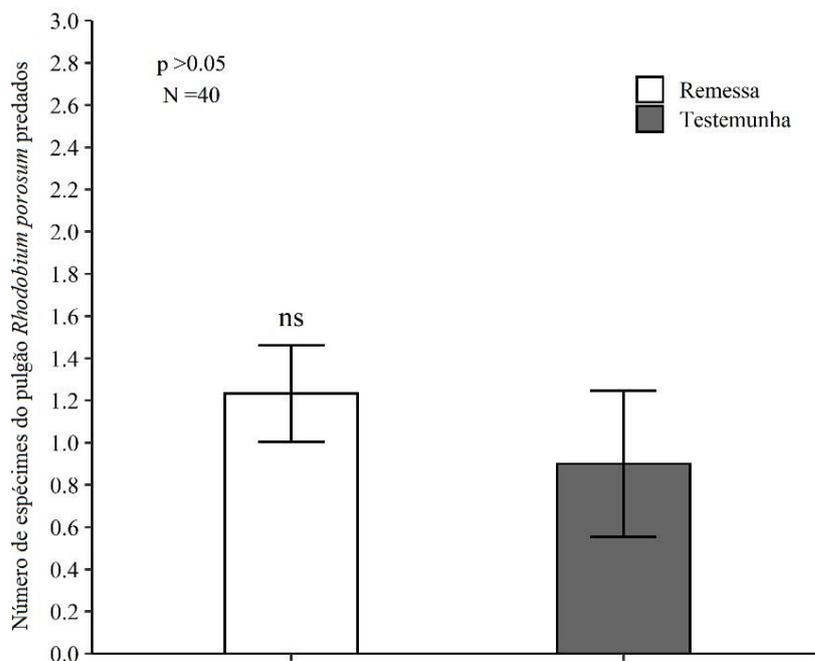
**Fonte:** Do autor (2022).

Dessa forma, verifica-se que não houve interferência do envio sobre a mortalidade de larvas quando acondicionadas em copos plásticos de 100 ml contendo casca de arroz como substrato e ovos de *A. kuehniella* como presa alternativa. Esses resultados são um indicativo para a possibilidade de envio de larvas de primeiro instar por remessa via rodoviária e que poderá ser adotada por empresas que comercializam esse crisopídeo para liberação a distâncias mais longas.

#### 4.2. Eficiência predatória pós-envio

Não houve diferença significativa no número de espécimes de *R. porosum* predados pelas larvas de *C. externa* submetidas aos tratamentos remessa e testemunha, após o transporte, com médias e erros padrão de  $1,23 \pm 0,23$  e  $0,90 \pm 0,35$ , respectivamente ( $X^2_{3,36} = 3,54$ ,  $p > 0,05$ ) (Figura 5). Dessa forma, sob condições adequadas, mesmo após serem transladadas em longas distâncias, é possível que as larvas mantenham suas características predatórias. Ou seja, remessas comerciais poderão ser realizáveis com a garantia ao consumidor final da manutenção do potencial predatório desses agentes naturais no controle populacional de pragas sobre os cultivos.

**Figura 5** – Média  $\pm$  erro padrão da quantidade de espécimes de *Rhodobium porosum* predados, no intervalo de 10 minutos de avaliação, por larvas de *Chrysoperla externa* ao final do 1º instar submetidas à remessa em comparação com a testemunha.



<sup>ns</sup> indica valor similar a 5% de significância (teste Tukey).

**Fonte:** Do autor (2022).

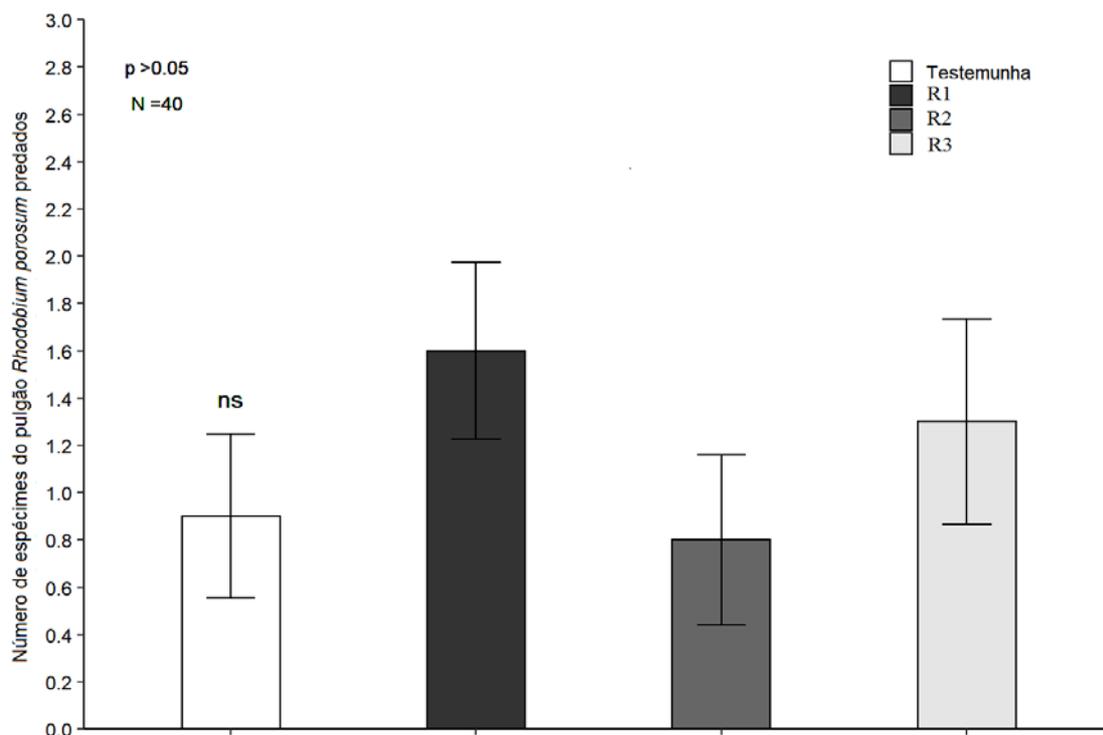
Aproximadamente 75% do total de presas consumidas por *C. externa* se concentram no 3º instar, chegando a predar 667 ninfas de pulgão durante seu desenvolvimento larval (Costa, 2000). Entretanto, para fins mercadológicos, com o fim de maximizar uma situação de fornecimento de inimigos naturais para os consumidores, a liberação no início do desenvolvimento larval pode proporcionar melhores resultados

no controle de pragas. Nesse sentido, Lira e Batista (2006) destacaram que as características biológicas de *C. externa*, referentes ao período larval e capacidade de predação, viabilizam o uso desse predador como agente de controle biológico do pulgão da erva-doce *Hyadaphis foeniculi* (Passerini, 1860) (Hemiptera: Aphididae).

Lima (2004) observou que, no 1º instar, as larvas desse predador têm consumo médio diário de  $25 \pm 5$  pulgões. Neste trabalho, para as avaliações de dez minutos realizadas para dez larvas aleatoriamente selecionadas de cada recipiente de envio, para cada uma das repetições, observou-se um consumo médio de  $1,23 \pm 0,23$  pulgões para cada larva. Não houve período de jejum prévio ao teste de predação, entretanto, o número médio de larvas que realizaram a atividade de predação contra o pulgão da roseira ( $n = 7/10$ , ou 70%) foi relativamente alto.

Em relação a cada repetição (envio) da Remessa não houve diferença no número total de pulgões consumidos (Figura 6). Assim, não houve interferência do transporte, em caixas térmicas, sobre a capacidade predatória das larvas de 1º instar de *C. externa*, quando acondicionadas em frascos plásticos com casca de arroz e ovos de *A. kuehniella*.

**Figura 6** – Quantidade de pulgões *Rhodobium porosum* predados por larvas de 1º instar de *Chrysoperla externa* em relação às repetições do tratamento remessa e a testemunha.



<sup>ns</sup> indica valor similar a 5% de significância (teste Tukey).

**Fonte:** Do autor (2022).

### 4.3. Desenvolvimento da fase imatura e estimativa de adultos faratos

Das 600 larvas trasladadas, houve 474 sobreviventes, as quais foram avaliadas em laboratório quanto ao desenvolvimento das fases imaturas. Do total sobrevivente, 60,33% chegaram à fase adulta, enquanto que a Testemunha (controle) alcançou 69%. Observou-se que a duração do 2º instar foi maior nos insetos submetidos à remessa por transporte rodoviário ( $X^2_{1,186} = 11,265$ ;  $p < 0.001$ ) e não houve diferença significativa na duração do período pupal entre os insetos enviados por remessa e a testemunha ( $X^2_{1,170} = 1,037$ ;  $p > 0.05$ ) (Tabela 2). Amaral (2015), ao examinar a influência do transporte sobre a duração do período larval, destacou a possibilidade de ocorrência de um prolongamento dessas fases decorrente da variação térmica diurna/noturna durante a época na qual o envio é submetido. A medição da variação da temperatura no interior da caixa térmica, entre a saída e o recebimento do material, indicou uma diferença média de 1,2 °C, sendo que o menor valor registrado foi referente ao segundo envio (23,2 °C).

**Tabela 2** – Duração (dias) das fases de desenvolvimento de larvas de 1º instar de *Chrysoperla externa* mantidas em laboratório (testemunha) e transportadas (remessa).

Tratamentos	Duração do 2º instar	Duração do 3º instar	Duração do período pupal	% Faratos inviáveis
Remessa	2,71±0,06a	4,29±0,19b	9,68±0,18 <sup>ns</sup>	0,21±0,04 <sup>ns</sup>
Testemunha	1,89±0,08b	5,91±0,41a	10,2±0,22	0,17±0,05

As mesmas letras nas mesmas colunas indicam valores semelhantes no nível de significância de 5% (teste de Tukey). <sup>ns</sup> indica que o valor médio para o parâmetro não foi significativo a 5% (teste Tukey). Os números representam a média dos tratamentos ± erro padrão.

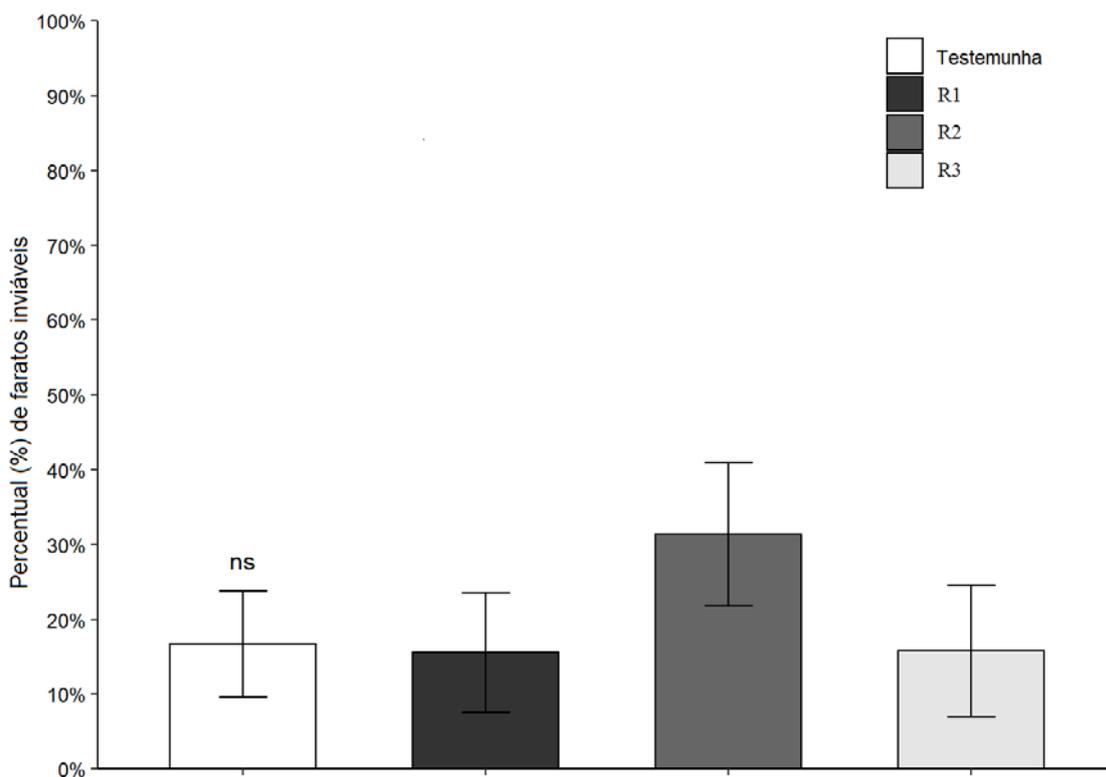
**Fonte:** Do autor (2022).

Também se observou uma redução na duração do terceiro instar no Tratamento Remessa em relação à Testemunha (Tabela 2). Nesse caso, pode ter ocorrido um efeito negativo da reposição dos ovos não eclodidos sobre o Controle (laboratório) que dessincronizou o intervalo avaliado com o Tratamento Remessa. Na montagem da Testemunha, certos ovos inviáveis que estavam individualizados nos tubos de vidro foram substituídos por larvas da criação de manutenção do laboratório com o objetivo

de manter o número uniforme de 200 larvas avaliadas, o que pode ter elevado o intervalo de duração do experimento testemunha sobre as remessas.

Não houve diferença significativa na porcentagem de adultos faratos deformados encontrados no tratamento trasladado em comparação com a testemunha ( $X^2_{1, 192} = 0,658$ ;  $p > 0,05$ ) (Figura 7). A fase de farato ocorre na última ecdise, após a pupa deixar o casulo, antes da emergência do adulto. Nesse momento, os crisopídeos ainda não têm as asas expandidas, entretanto podem se dar anomalias nesse estágio (CANARD & PRINCIPI, 1984). Portanto, a translação das larvas não estimulou o desenvolvimento de adultos inviáveis na fase farata.

**Figura 7** – Relação entre o percentual da média de faratos inviáveis de *Chrysoperla externa* obtidos em cada repetição do Tratamento Remessa em relação ao Experimento Controle (Testemunha).



**Fonte:** Do autor (2022).

## 5- CONCLUSÕES

1. Não houve influência significativa do envio sobre a mortalidade de larvas de *C. externa* quando acondicionadas em copos plásticos de 100 ml contendo casca de arroz como substrato e ovos de *A. kuehniella* como presa alternativa.
2. Não houve interferência do transporte sobre a capacidade predatória das larvas de 1º instar de *C. externa* sobre o pulgão *R. porosum*.
3. O transporte gerou um prolongamento no segundo instar larval.
4. As condições da remessa não estimularam o desenvolvimento de adultos inviáveis na fase farata.

## 6- CONSIDERAÇÕES FINAIS

A remessa de larvas de crisopídeos é uma alternativa viável. Entretanto, sugerem-se mais estudos para que se possam ser determinados possíveis efeitos sobre a fase adulta desse inimigo natural.

## 7- APÊNDICE

Figura 8 - Parâmetros dos modelos

	<b>Graus de liberdade</b>	<b>Graus de liberdade do resíduo</b>	<b>Desvio</b>	<b>P (Chisq)</b>
<b>Sobrevivência</b>	1	30	0,003	>0,05
<b>Predação</b>	3	36	3,54	>0,05
<b>Duração 2º instar</b>	1	182	49,396	<0,001
<b>Duração 3º instar</b>	1	186	11,265	<0,001
<b>Duração período pupal</b>	1	170	1,037	>0,05
<b>Faratos inviáveis</b>	1	192	0,658	>0,05

**Fonte:** Do autor (2022).

## 8-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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**, Orlando, v. 4, n. 1, p. 8-13, 1994.

AMARAL, B. B. **Melhoria no processo de produção e transporte de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) para uso no controle biológico aplicado**. Tese (Doutorado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG, 2015.

ANDRADE, K. A. **Ingestão natural de polens por *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae), ingestão de dietas polínicas e seus efeitos na sua biologia em laboratório**. Dissertação (Mestrado em Entomologia Aplicada.) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ, 2013.

AUAD, A. M.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B.; SIMÕES, A. D.; OLIVEIRA, S.A.; BRAGA, A. L. F.; FERREIRA, R. B. Potencial de *Chrysoperla externa* (Hagen) no controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B em tomateiro. **Acta Scientiarum Agronomy**. Universidade Estadual de Maringá Brasil, 2007.

AUAD, A. M.; SANTOS, J. C.; FONSECA, M. G. Effects of temperature on development and survival of *Harmonia axyridis* (Coleoptera: Coccinellidae) and *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) fed on *Rhopalosiphum padi* (Hemiptera: Aphididae). **Florida Entomologist**, v. 97, n. 4, p. 1353-1363, 2014.

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

BENUZZI, M.; MANZAROLI, G.; NICOLI, G. Biological control in protected strawberry in northern Italy. **EPPO Bulletin**, v. 22, n. 3, p. 445-448, 1992.

BIGLER, F. Quality assessment and control in entomophagous insects used for biological control. **Journal of Applied Entomology**, v.1, p. 390–400, 1989.

BUENO, V. H. P. Controle biológico de pulgões ou afídeos-praga em cultivos protegidos. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v. 26, n. 225, p. 9-17, 2005.

BUENO, V. H. P.; MENDES S. M.; CARVALHO, L.M. Evaluation of a rearing-method for the predator *Orius insidiosus*. **Bulletin of insectology**, v. 59, n.1, p.1–6, 2006.

**BULA Crisopídeo Amipa**. AGROLINK, 2022. Disponível em: <[https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/crisopideo-amipa\\_11688.html](https://www.agrolink.com.br/agrolinkfito/produto/crisopideo-amipa_11688.html)> Acesso em: 1 set.2022.

BRITO, C. D.; SANTOS, P. R.; PÉREZ-MALUF, R. Diversidade de Himenópteros Parasitoides em Agroecossistema Cafeeiro Sombreado com Perspectiva ao Controle Biológico. **VII Congresso Brasileiro de Agroecologia**, v. 6, n. 2. Fortaleza, CE, 2011.

CANARD, M. S.; PRINCIPI, M. M. Life histories and behavior. In: CANARD, M.; SÉMERIA, Y.; NEW, T.R. **Biology of Chrysopidae**, p. 92-100, 1984.

CANARD, M.; VOLKOVICH, T. A. **Outlines of Lacewing Development**. Cambridge University Press, Cambridge, 2001.

CARNE-CAVAGNARO, V. Challenges of implementing integrated pest management in ornamentals. **Newsletter on biological control in greenhouse**, Slagelse, Denmark, p. 10-13, 2005.

CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: BUENO, V. H. P. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. Lavras, MG, p. 91-109, 2000.

CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Métodos de criação e produção de crisopídeos. In: BUENO, V. H. P. **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. 2. ed. Lavras: Editora da UFLA, p. 77-115, 2009.

COSTA, R. I. F. **Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) sobre diferentes tipos de presas**. Monografia (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba. Areia, PB, 2000.

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

DIAZ, N. S. **Plantas espontâneas favorecem crisopídeos em plantio de pimenta malagueta**. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2014.

DUELLI, P. Lacewings in field crops. **Lacewings in the Crop Environment**, p. 158-171, 2001.

ELBADRY, E. A.; FLESCNER, C. A. The feeding habitats of adults of *Chrysopa californica* Coquillett. **Belletin de la Société Entomologique d'Egyte**, Cairo, v. 49, p. 359-366, 1965.

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

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

FIGUEIRA, L. K; SANTOS. T. M; LARA. F.M; JUNIOR. A.L.B. Efeitos de genótipos de sorgo sobre o predador *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) alimentado

com *Schizaphis graminum* (Hemiptera: Aphidae). **Neotropical Entomology**, p. 133-139, 2002.

FONSECA, A. R.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Resposta funcional de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 309-317, 2000.

FONSECA, A. R.; CARVALHO, C. F.; SOUZA, B. Capacidade predatória e aspectos biológicos das fases imaturas de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) em diferentes temperaturas. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 2, p. 251-263, 2001.

FONTES, E. M. G.; INGLIS, M. C. V. **Controle biológico de pragas da agricultura**. 1ª ed. 514 p. v. 1. ISBN 978-65-86056-01-3. Brasília, DF: EMBRAPA, 2020.

FREITAS, S.; FERNANDES, O. A. Crisopídeos em agroecossistemas. In: **SIMPÓSIO DE CONTROLE BIOLÓGICO**. Anais: conferências e palestras. Curitiba: EMBRAPA-CNPSo. Foz do Iguaçu, PR. p.283-293, 1996.

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

GEPP, J. Morphology and anatomy of preimaginal stages of Chrysopidae: a short survey. In: CANARD, M.; SÉMÉRIA, Y.; NEW, T.R. **Biology of Chrysopidae**. The Hague: Dr. W. Junk Publishers, (Series Entomologica, 27). p. 9-19, 1984.

HOTT, M.C; AUAD, A.M; RESENDE, J.C; PIMENTEL, F.O; FONSECA, L.A.M; HAMADA, E. Distribuição geográfica de crisopídeos (*Chrysoperla externa*) no Brasil a partir de cenários atual e futuros da IPCC. In: Congresso Internacional do Leite, 11; Workshop de Políticas Públicas; Simpósio de Sustentabilidade da Atividade Leiteira, 12.; 2012, Juiz de Fora/MG. Juiz de Fora: **Embrapa Gado de Leite**, 2012.

KHAN, I.; MORSE, J. G. Augmentation of *Chrysoperla* spp. for control of citrus thrips in mangos. **Online Journal of Biological Sciences**, v.3, n.1, p.136-138, 2001.

LANDERS, J. N.; DE OLIVEIRA, H. N. Controle biológico: o próximo pulo do gato. **Embrapa Agropecuária Oeste-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2018.

LAVRAS a FRANCO DA ROCHA. 2022. **Google Maps. Google**. Consultado em 30/08/2022, website: <https://www.google.com/maps/>.

LENTEREN, J. C. van. Critérios de seleção de inimigos naturais. In: BUENO, V. H. P. (Org.). **Controle biológico de pragas: produção massal e controle de qualidade**. 2. ed. Lavras: Editora UFLA, p. 11-32, 2009.

LEPPLA, N.C. Concepts and methods of quality assurance for mass-rearing parasitoids and predators. In: Morales-Ramos JA, Rojas MG, Shapiro-Ian DI (eds) Mass production of beneficial organisms invertebrates and entomopathogens. **Academic Press**, London, p. 277–317. 2014.

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

LIRA, R. S.; BATISTA, J. L. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* alimentados com pulgões da erva-doce. **Revista de biologia e ciências da terra**, Universidade Estadual da Paraíba Brasil, ano 2006, v. 6, n. 2, ed. 1, p. 20-35, 2006.

MACEDO, L. P. M.; SOUZA, B; CARVALHO, C. F.; ECOLE, C. C. Influência do fotoperíodo no desenvolvimento e na reprodução de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae). **Neotropical Entomology**, Lavras, MG, v. 1, ed. 32, p. 91-96, 2003.

MELLO, W. J; SILVA, M. Capacidade predatória e aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Rhopalosiphum*

*maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae). **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 28, n. 6, p. 1259-1268, 2004

MORAES, R. F. Agrotóxicos no Brasil: Padrões de uso, política da regulação e prevenção da captura regulatória, Texto para Discussão, n. 2506, **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, Brasília, 84 p, 2019.

MURATA, A.T.; CAETANO, C.C.; BORTOLI, S.A.; BRITO, C.H. Capacidade de consumo de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes presas. **Revista Caatinga**, v.19, n.3, p.304-309, 2006.

NASREEN, A.; GILLESPIE, D. R.; MUSTAFA, G. Graphical marginal analysis of the economics of natural enemy production: an example using a pilot mass rearing system for green lacewing. **Biological Control**, Orlando, v. 57, n. 1, p. 44-49, 2011.

NEW, T. R. The biology of Chrysopidae and Hemerobiidae (Neuroptera), with reference to their usage as biocontrol agents: a review. **Transactions of the Royal Entomological Society of London**, v. 127, n. 2, p. 115-140, 1975.

O'NEIL, R. J. Evaluation of the quality of four commercially available natural enemies. **Biological Control**, San Diego, v. 11, n. 1, p. 1-8, 1998.

PANIZZ, A.R.; PARRA, J.R.P. Bioecologia e nutrição de insetos: base para o manejo integrado de pragas. Brasília, **Embrapa Informação Tecnológica**, 1164p, 2009.

PARRA, J. R. P. Biological control in Brazil: an overview. **Scientia Agricola**, v. 71, n. 5, p. 420-429, 2014.

PARRA, J. R. P. Biological Control in Brazil: An overview. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 71, ed. 5, p. 420-429, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/sa/a/ttFtM3FLW6BQZhmFcvJ5Vbx/?lang=en>> Acesso em: 3 ago. 2022.

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

PEREIRA, L. L. **Consumo e preferência alimentar dos crisopídeos *Chrysoperla externa* e *Ceraeochrysa cubana* pelos afídeos da roseira *Macrosiphum rosae* e *Rhodobium porosum***. Orientador: Dr. César Freire Carvalho. Dissertação (Mestrado acadêmico em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras (UFLA). Lavras, MG. 2016.

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

PRINCIPI, M.M.; CANARD, M. Feeding habits. **Biology of Chrysopidae**. HAIA, W. Junk, p. 76-92, 1984.

**PRODUTOS biológicos ganham mais espaço na agricultura de baixo carbono.** CROPLIFE. 2022. Disponível em: < <https://croplifebrasil.org/noticias/produtos-biologicos-e-agricultura-de-baixo-carbono/> >. Acesso em: 1 set. 2022.

RIBEIRO, M.J.; CARVALHO, C.F.; MATIOLI, J.C. Influência da alimentação larval sobre a biologia de adultos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae). **Ciência e Prática**, Lavras, v. 15, n.4, p. 349-354, 1991.

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

ROJHT, H.; BUDIJA, F.; TRDAN, S. Effect of temperature on cannibalism rate between green lacewings (*Chrysoperla carnea* [Stephens], Neuroptera: Chrysopidae). **Acta Agriculturae Slovenica**, Slovênia, v. 93, n. 1, p. 5-9, 2009.

SENGONCA, C.; KRANZ, J.; BLAESER, P. Attractiveness of three weed species to polyphagous predators and their influence on aphid populations in adjacent lettuce cultivations. **Journal of Pesticide Science**, v.75, p.161-165, 2002.

SENIOR, L. J.; MCEWEN, P.K. The use of lacewings in biological control. In P.K. McEwen & T.R. New, A.E Whittington, **Lacewings in the Crop Environment**. Cambridge, Cambridge University Press, p. 296-302, 2001.

SKANATA, C. B. G. **Aspectos biológicos e exigências térmicas em quatro espécies de Chrysopidae (Neuroptera)**. Dissertação (Mestrado em Ciências. Área de concentração: Entomologia) - Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba, SP, p. 44, 2018.

SOARES, J. J. **Criação de *Chrysoperla externa* para o Controle Biológico de Pragas do Algodoeiro**. ISSN 0100-6460. Campina Grande: EMBRAPA, ano 2000, v. 1a , p. 1-9, 2000.

SOARES, J. J.; NASCIMENTO, A. R. B.; SILVA, M. V. **Informações sobre *Chrysoperla externa***. 1ª. ed. Campina Grande, PB.: Embrapa Algodão, 26 p, 2007. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/277448/informacoes-sobre-chrysoperla-externa>>. Acesso em: 12 ago. 2022.

SOUSA, A. L. V. **Métodos de liberação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) visando o controle de *Macrosiphum euphorbiae* (Thomas, 1878) (Hemiptera: Aphididae) em roseiras sob cultivo protegido**. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, MG. 66 p, 2013.

SOUZA, B.; BEZERRA, C. E. S. Mass Production of Biocontrol Agents in Latin America: Rearing Techniques and Releasing Strategies: Part III. *In: Natural Enemies of Insect Pests in Neotropical Agroecosystems: Biological Control and Functional Biodiversity*. ISBN 978-3-030-24732-4. 1. ed, v. 1, p. 175-187.. 2019.

SOUZA, B.; VÁZQUEZ, L. L.; MARUCCI, R. C. **Natural Enemies of Insect Pests in Neotropical Agroecosystems: Biological Control and Functional Biodiversity**. ISBN 978-3-030-24732-4. 1. ed. Lavras, 539 p, 2019.

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

TAUBER, C. A.; TAUBER, M. J.; NECHOLS, J. R. Thermal requirements for development in *Chrysopa oculata*: a geographically stable trait. **Ecology**, Washington, v. 68, n. 5, p. 1479-1487, 1987.

TAUBER, M.J.; TAUBER, C.A.; DAANE, K.M.; HAGEN, K.S. Commercialization of predators: recent lesson from green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae: *Chrysoperla*). **American Entomologist**, Lanham, v. 47, n. 1, p. 24-50, 2000.

TROUVE, C.; THIERRY, D.; CANARD, M. Preliminary survey of the lacewings (Neuroptera: Chrysopidae, Hemerobiidae) in agroecosystems in Northern France, with phonological notes. **Acta Zoologica Scientiarum Hungaricae**, Budapest, v. 48, n. 2, p. 359-369, 2002.

VIEIRA, B. A. H; PRADO, J. S. M; NECHET, K. L; MORANDI, M. A. B; BETTIOL, W. **Defensivos agrícolas naturais: uso e perspectivas**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 853 p. v. 1. ISBN 978-85-7035-642-0. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/153291/1/2016LV01-1.pdf>.

Acesso em: 1 set. 2022.