



Métodos de criação de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório e seu uso no controle de artrópodes-praga em cultivos de coqueiro e algodoeiro

Rafaelly Cristina Mendonça Chagas

Tese apresentada para a obtenção do título de Doutor em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

**São Paulo
2022**

Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo
Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios
Instituto Biológico
Programa de Pós-Graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no
Agronegócio

Métodos de criação de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em
laboratório e seu uso no controle de artrópodes-praga em cultivos de coqueiro e
algodoeiro

Rafaelly Cristina Mendonça Chagas

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio. Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Orientador: Prof. Dr. Mário Eidi Sato

São Paulo

2022

Eu **Rafaelly Cristina Mendonça Chagas**, autorizo o Instituto Biológico (IB-APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, a disponibilizar gratuitamente e sem ressarcimento dos direitos autorais, o presente trabalho acadêmico de minha autoria, no portal, biblioteca digital, catálogo eletrônico ou qualquer outra plataforma eletrônica do IB para fins de leitura, estudo, pesquisa e/ou impressão pela Internet desde que citada a fonte.

Assinatura: Rafaelly C.M. Chagas Data / /

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo
Núcleo de Informação e Documentação – IB

Chagas, Rafaelly Cristina Mendonça.

Métodos de criação de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório e seu uso no controle de artrópodes-praga em cultivos de coqueiro e algodoeiro. / Rafaelly Cristina Mendonça Chagas. - Campinas, 2022.

87 p.

doi: 10.31368/PGSSAAA.2022T.RC007

Tese (Doutorado). Instituto Biológico (São Paulo). Programa de Pós-Graduação.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

Linha de pesquisa: Manejo integrado de pragas e doenças em ambientes rurais e urbanos.

Orientador: Mario Eid Sato.

Versão do título para o inglês: Rearing methods for *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) in laboratory and its use in the control of arthropod pests in coconut and cotton crops.

1. *Aphis gossypii* 2. *Raoiella indica* 3. *Tetranychus urticae* 4. Algodoeiro
5. Coqueiro I. Chagas, Rafaelly Cristina Mendonça II. Sato, Mario Eid III.
Instituto Biológico (São Paulo) IV. Título.

IB/Bibl./2022/007

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Rafaelly Cristina Mendonça Chagas

Título: Métodos de criação de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório e seu uso no controle de artrópodes-praga em cultivos de coqueiro e algodoeiro.

Tese apresentada ao Programa de Pós-graduação em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio do Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo para a obtenção do título de Doutor em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio.

Aprovado em: 03 / 03 / 2022

Banca Examinadora

Prof. Dr. Mário Eidi Sato

Instituição: Instituto Biológico

Julgamento: Aprovado

Assinatura: _____

Prof. Dr. Luiz Carlos Dias da Rocha

Instituição: IFSULDEMINAS

Julgamento: Aprovado

Assinatura: _____

Prof. Dr. Wesley Augusto Conde Godoy

Instituição: ESALQ / USP

Julgamento: Aprovado

Assinatura: _____

Prof. Dr. Miguel Francisco de Souza Filho Instituição: Instituto Biológico

Julgamento: Aprovado

Assinatura: _____

Prof. Dr. Valmir Antonio Costa

Instituição: Instituto Biológico

Julgamento: Aprovado

Assinatura: _____

DEDICO E OFEREÇO

*Aos meus amados pais, Divana Mendonça Chagas e Raimundo Ronaldo da Silva Chagas,
Por toda força e incentivo. Por me apoiarem em cada desafio.*

*Ao meu irmão e cunhada, Ronaldo Chagas e Rosineli Chagas,
Por serem meus melhores ouvintes e motivadores.*

Agradeço de todo meu coração!

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida feliz, saúde, sabedoria e discernimento.

Aos meus queridos pais, Divana Chagas e Ronaldo Chagas, meus profundos agradecimentos por toda confiança, carinho, ajuda financeira e palavras de incentivo.

Ao meu irmão e cunhada, Ronaldo Chagas e Rosineli Chagas, por também serem um lugar seguro que posso acessar.

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo apoio financeiro à pesquisa (Processo: 2017/50334-3).

O presente trabalho foi realizado com o apoio da Coordenação do Aperfeiçoamento de pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001

Ao meu orientador, Prof. Dr. Mário Eidi Sato, pelas oportunidades e ensinamentos.

A Me. Sirlei Marques, pelo profissionalismo e solicitude que se transformaram em amizade.

Ao (futuro Dr.) Elias Figueiredo e sua esposa Nancy Monteiro, por tantas ricas conversas e recepções calorosas.

Ao Alcides e demais funcionários do Centro Avançado de Pesquisa que tornaram diversos momentos mais leves e engraçados.

A Catarina Sato, pela boa hora de sua chegada, empenho e amizade.

A equipe do Laboratório de Acarologia pela convivência e conversas durante as pausas para o café.

Aos meus mestres, pessoas e situações desafiadoras, que me proporcionaram chances de me autoavaliar e autoconhecer.

Muito obrigada a todos!

“Quem elegeu a busca não pode recusar a travessia”

Guimarães Rosa.

Om Gam Ganapataye Namaha ॐ

RESUMO

CHAGAS, Rafaelly Cristina Mendonça. **Métodos de criação de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em laboratório e seu uso no controle de artrópodes-praga em cultivos de coqueiro e algodoeiro.** 2022. 87f. Tese (Doutorado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2022.

Diversos insetos e ácaros fitófagos causam danos significativos às plantas cultivadas limitando a produção agrícola no Brasil. Entre os insetos-praga, podemos destacar o pulgão do algodoeiro, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), que causa injúrias a muitas espécies de plantas hospedeiras, além de ser vetor de viroses de plantas. Entre os ácaros-praga, o ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) é considerado um dos ácaros fitófagos de maior importância para agricultura no mundo. O ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), é uma das pragas mais importantes de coqueiro e bananeira em diferentes países. Os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) são considerados importantes inimigos naturais de um grande número de espécies de insetos e ácaros que atacam plantas cultivadas. O objetivo geral da pesquisa foi aprimorar os conhecimentos sobre biologia e ecologia do crisopídeo *Chrysoperla externa* (Hagen), visando o uso deste predador em programas manejo integrado de pragas no Brasil. Os objetivos específicos foram: 1) Estabelecer uma metodologia de criação de *C. externa*, com baixo custo de produção e menor dependência no uso de presas alternativas (*Ephestia kuehniella*) para o desenvolvimento do inseto; 2) Avaliar a influência do crisopídeo *C. externa* sobre os comportamentos de movimentação e oviposição dos ácaros *T. urticae* e *R. indica*, em laboratório; 3) Avaliar o comportamento de predação de larvas de *C. externa* sobre os ácaros-praga *T. urticae* e *R. indica*, em laboratório; 4) Avaliar o efeito da liberação de larvas de *C. externa* em plantas de algodoeiro e coqueiro, sobre o controle biológico de artrópodes-praga (pulgões e ácaros) associados. Os experimentos foram conduzidos nas dependências do Laboratório de Acarologia do Instituto Biológico, em Campinas, SP. Alguns ingredientes, como levedura de cerveja e complexo vitamínico, adicionados à dieta larval de *C. externa* favoreceram o desenvolvimento e a sobrevivência das larvas do crisopídeo. A adição de 20% de ovos de *E. kuehniella* a uma dieta artificial (a base de fígado de frango, farinha de grão-de-bico, gérmen de trigo e mel), possibilitou o desenvolvimento larval (L3) e pupal de *C. externa*, com taxas de sobrevivência iguais ou acima de 90%, com redução de custo em torno de 75%, em relação à dieta padrão com 100% de ovos de *E. kuehniella*. Os odores associados à presença de *C. externa* afetaram o comportamento de *R. indica* em arenas de folha de coqueiro, aumentando a sua velocidade de caminamento em até 5,12 vezes e reduzindo a sua taxa de oviposição (27,8% em 48 horas). Os odores associados à presença de *C. externa* também afetaram o comportamento de *T. urticae*, porém, reduzindo a sua velocidade de caminamento em até 21,9% (para a produção de teia de defesa) e a sua taxa de oviposição (23,9% em 48 horas), em arenas de folha de feijão-de-porco. As larvas de *C. externa* apresentaram alta capacidade de predação de *R. indica*, com taxas médias de predação de 70,4 ácaros adultos por larva de primeiro instar, de 87,6 ácaros por larva de segundo instar e 97,4 ácaros por larva de terceiro instar, em um período de quatro horas, em arenas de folha de coqueiro infestadas com 30 a 210 ácaros *R. indica* por larva do predador. As larvas do crisopídeo também apresentaram elevada capacidade de predação de ácaro-rajado, com taxas médias de predação de 39,7 ácaros adultos por larva de segundo instar e 45,7 ácaros por larva de terceiro instar, em um período de quatro horas, em arenas de folha de feijão-de-porco infestadas com 30 a 150 ácaros *T. urticae* por larva do crisopídeo. A taxa média de predação de ácaro-rajado por larva de primeiro instar de *C. externa* foi 8,4 vezes menor que a observada para a larva de segundo instar. O crisopídeo *C. externa* apresentou bom potencial de uso para o controle de *A. gossypii*, observando-se reduções populacionais de até 80% para o tratamento com liberação de 20 larvas de *C. externa* por planta de algodão, em 14 dias. Houve influência da posição dos insetos nas plantas de algodão, sobre o desempenho das larvas de *C. externa* no controle de *A. gossypii*, verificando-se os maiores índices de redução populacional da praga, nas folhas localizadas a 35 cm de altura. As larvas de *C. externa* apresentaram bom desempenho no controle de *R. indica* em plantas de coqueiro, observando-se reduções populacionais mais rápidas do ácaro-praga, para as maiores taxas de liberação do predador.

Palavras-chave: *Aphis gossypii*, *Raoiella indica*, *Tetranychus urticae*, algodoeiro, coqueiro

ABSTRACT

CHAGAS, Rafaelly Cristina Mendonça. **Rearing methods for *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) in laboratory and its use in the control of arthropod pests in coconut and cotton crops.** 2022. 87f. Tese (Doutorado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2022.

Several phytophagous insects and mites cause significant damage to cultivated plants, limiting agricultural production in Brazil. Among the insect pests, we can highlight the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), which causes injuries to many species of host plants, in addition to being a vector of plant viruses. Among the pest mites, the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) is considered one of the most important phytophagous mites for agriculture in the world. The red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), is one of the most important pests of coconut and banana in different countries. Green lacewings (Neuroptera: Chrysopidae) are considered important natural enemies of a large number of insect and mite species that attack cultivated plants. The general objective of the research was to improve knowledge about the biology and ecology of the lacewing *Chrysoperla externa* (Hagen), aiming at the use of this predator in integrated pest management programs in Brazil. The specific objectives were: 1) To establish a methodology for breeding *C. externa*, with low production costs and less dependence on the use of alternative prey (*Ephestia kuehniella*) for the development of the insect; 2) To evaluate the influence of *C. externa* lacewings on movement and oviposition behaviors of *T. urticae* and *R. indica* mites, in the laboratory; 3) To evaluate the predation behavior of *C. externa* larvae on the pest mites *T. urticae* and *R. indica*, in the laboratory; 4) To evaluate the effect of the release of *C. externa* larvae in cotton and coconut plants on the biological control of associated arthropod pests (aphids and mites). The experiments were carried out at the Laboratory of Acarology of Instituto Biológico, in Campinas City, State of São Paulo. Some ingredients, such as brewer's yeast and vitamin complex, added to the larval diet of *C. externa* favored the development and survival of lacewing larvae. The addition of 20% of *E. kuehniella* eggs to an artificial diet (based on chicken liver, chickpea flour, wheat germ and honey) enabled the larval (L3) and pupal development of *C. externa*, with survival rates equal to or above 90%, with a cost reduction of around 75% compared to the standard diet with 100% *E. kuehniella* eggs. The odors associated with the presence of *C. externa* affected the behavior of *R. indica* in coconut leaf arenas, increasing its walking speed by up to 5.12 times and reducing its oviposition rate (27.8% in 48 hours). The odors associated with the presence of *C. externa* also affected the behavior of *T. urticae*; however, reducing its walking speed by up to 21.9% (for the production of defense web) and its oviposition rate (23.9% in 48 hours), in jack bean leaf arenas. *C. externa* larvae showed high predation capacity of *R. indica*, with average predation rates of 70.4 adult mites per first instar larva, 87.6 mites per second instar larva and 97.4 mites per larva of third instar, in a period of four hours, in arenas of coconut leaf infested with 30 to 210 *R. indica* mites per larva of the predator. The lacewing larvae also showed a high predation capacity of two-spotted spider mite, with average predation rates of 39.7 adult mites per second instar larva and 45.7 mites per third instar larva, in a period of four hours, in jack bean leaf arenas infested with 30 to 150 *T. urticae* mites per lacewing larva. The average rate of two-spotted spider mite predation by the first instar larvae of *C. externa* was 8.4 times lower than that observed for the second instar larvae. The lacewing *C. externa* showed good potential for use in the control of *A. gossypii*, with population reductions of up to 80% for the treatment with the release of 20 larvae of *C. externa* per cotton plant in 14 days. There was an influence of the position of the insects on cotton plants on the performance of *C. externa* larvae in controlling *A. gossypii*, with the highest rates of pest population reduction being verified in leaves located at 35 cm in height. *Chrysoperla externa* larvae showed good performance in controlling *R. indica* in coconut plants, observing faster population reductions of the pest mite, for the highest predator release rates.

Keywords: *Aphis gossypii*, *Raoiella indica*, *Tetranychus urticae*, cotton, coconut

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Gaiolas de criação e adultos de <i>Chrysoperla externa</i> : vista frontal (1A) e vista superior (1B) (Fonte: CHAGAS, 2017).....	26
Figura 2. Arenas de criação de formas jovens de <i>Chrysoperla externa</i> (2A) e larva de <i>C. externa</i> (2B) (Fonte: CHAGAS, 2017).....	27
Figura 3. Área de cultivo de algodão onde foram feitas liberações de predadores em diferentes densidades. Campinas, SP, junho de 2018.....	33
Figura 4. Planta de algodão (controle): As setas indicam os locais de amostragem de pulgões, em área experimental com liberação de larvas de <i>Chrysoperla externa</i> . Campinas, SP, junho de 2018.....	35
Figura 5. Mudas de coqueiro-anão agrupadas de acordo com a densidade de larvas de <i>C. externa</i> liberadas (10, 20 e 40).....	36
Figura 6. Duração da fase larval de <i>Chrysoperla externa</i> , a partir do início do segundo instar larval, para duas dietas larvais, a $26,5 \pm 1,0^{\circ}\text{C}$. Colunas com letras distintas diferem entre si pelo teste <i>t</i> (LSD) a 5% de significância.....	38
Figura 7. Larva de 2º instar de <i>Chrysoperla externa</i> com menos de 3 mm de comprimento (3A), larva de 2º instar com mais de 5 mm (3B). A larva da figura 3B foi alimentada com a dieta 3.....	40
Figura 8. Larva de 3º instar consumindo a mistura de dieta 3 + 20% de ovos de <i>Ephestia kuehniella</i>	41
Figura 9. Duração da fase larval, a partir do início do terceiro instar (L3) e da fase pupal de <i>Chrysoperla externa</i> , a $25,0 \pm 2^{\circ}\text{C}$, para larvas alimentadas com a dieta 3 em mistura com ovos de <i>Ephestia kuehniella</i> (20%) e dieta padrão com apenas ovos de <i>E. kuehniella</i> (100%). Colunas com letras distintas, para a mesma fase de desenvolvimento, diferem entre si pelo teste <i>t</i> (LSD) a 5% de significância.....	42
Figura 10. Distância percorrida por adultos de <i>Raoiella indica</i> em 60 minutos, em arenas de folha de coqueiro previamente expostas ou não às larvas de <i>Chrysoperla externa</i> , em diferentes períodos após a retirada das larvas do crisopídeo das arenas e introdução dos adultos do ácaro-praga nas arenas. Colunas com mesma letra não diferem entre si pelo teste <i>t</i> (LSD) a 5% de significância, para o mesmo período de avaliação.....	45
Figura 11. Velocidade média de adultos de <i>Raoiella indica</i> em 60 minutos, em arenas de folha de coqueiro previamente expostas ou não às larvas de <i>Chrysoperla externa</i> , em diferentes	

períodos após a retirada das larvas do crisopídeo das arenas e introdução dos adultos do ácaro-praga nas arenas. Colunas com mesma letra não diferem entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância..... 46

Figura 12. Número de ovos (média ± EP) depositados por fêmeas de *Raoiella indica*, em arenas de folha de coqueiro previamente expostas ou não às larvas de *Chrysoperla externa*, em diferentes períodos após a retirada das larvas do crisopídeo das arenas e introdução dos adultos do ácaro-praga nas arenas. Colunas com letras minúsculas distintas são significativamente diferentes entre si pelo teste de Wilcoxon (signed-rank test) ($P < 0,05$)... 47

Figura 13. Distância percorrida por adultos de *Tetranychus urticae* em 60 minutos, em arenas de folha de feijão-de-porco previamente expostas ou não às larvas de *Chrysoperla externa*, em diferentes períodos após a retirada das larvas do crisopídeo das arenas e introdução dos adultos do ácaro-praga nas arenas. Colunas com mesma letra não diferem entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância..... 48

Figura 14. Velocidade média de adultos de *Tetranychus urticae* em 60 minutos, em arenas de folha de feijão-de-porco previamente expostas ou não às larvas de *Chrysoperla externa*, em diferentes períodos após a retirada das larvas do crisopídeo das arenas e introdução dos adultos do ácaro-praga nas arenas. Colunas com mesma letra não diferem entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância..... 49

Figura 15. Número de ovos (média ± EP) depositados por fêmeas de *Tetranychus urticae*, em arenas de folha de feijão-de-porco previamente expostas ou não às larvas de *Chrysoperla externa*, em diferentes períodos após a retirada das larvas do crisopídeo das arenas e introdução dos adultos do ácaro-praga nas arenas. Colunas com letras minúsculas distintas são significativamente diferentes entre si pelo teste de Wilcoxon (signed-rank test) ($P < 0,05$).... 50

Figura 16. Número médio de adultos de *Raoiella indica* predados por larva de *Chrysoperla externa* em um período de quatro horas, em condições de laboratório ($24 \pm 1^\circ\text{C}$; UR $54 \pm 2\%$). Colunas com mesma letra não diferem entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância..... 51

Figura 17. Curvas de regressão linear entre número de ácaros *Raoiella indica* oferecidos, por arena, e número de ácaros predados por larva de diferentes instares de *Chrysoperla externa*, em quatro horas..... 53

Figura 18. Número de adultos de *Tetranychus urticae* predados por larva de *Chrysoperla externa* em um período de quatro horas, em condições de laboratório ($24 \pm 1^\circ\text{C}$; UR $54 \pm 2\%$). Colunas com mesma letra não diferem entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância..... 55

- Figura 19. Curva de regressão linear entre número de ácaros *Tetranychus urticae* oferecidos, por arena, e número de ácaros predados por larva de diferentes ínstares de *Chrysoperla externa*..... 56
- Figura 20. Densidades populacionais de pulgões (*Aphis gossypii*) em folhas de algodoeiro [médias (\pm EP) das infestações observadas aos: 1, 3, 5, 7 e 14 dias após a liberação de *Chrysoperla externa*], em plantas sem ou com liberação de larvas do segundo instar de *C. externa*, nas taxas de 0 (controle), 5, 10 ou 20 larvas do crisopídeo por planta. Colunas com mesma letra não diferem entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância. Campinas, SP, junho de 2018..... 59
- Figura 21. Variações nas densidades populacionais de *Aphis gossypii* entre 1 e 14 dias após a liberação de larvas do segundo instar de *Chrysoperla externa* em plantas de algodão, em folhas de algodão coletadas na mesma altura do local da liberação dos predadores (65 cm, a partir do solo), que ocorreu na parte superior das plantas de algodão avaliadas Campinas, SP, junho de 2018..... 61
- Figura 22. Variações nas densidades populacionais de *Aphis gossypii* entre 1 e 14 dias após a liberação de larvas do segundo instar de *Chrysoperla externa* em plantas de algodão, em folhas de algodão coletadas na altura de 35 cm, a partir do solo. Campinas, SP, junho de 2018..... 62
- Figura 23. Densidades populacionais de *Raoiella indica* em folhas de coqueiro, em plantas com liberação de larvas de 2º instar de *Chrysoperla externa*, em diferentes taxas de liberação [0 (controle), 10, 20 e 40 larvas do crisopídeo por planta], e diferentes períodos [0 (prévia), 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias] após a liberação do crisopídeo sobre as plantas..... 65
- Figura 24. Variações nas densidades populacionais de *Raoiella indica* em folhas de coqueiro, em plantas com ou sem liberação de larvas de 2º instar de *Chrysoperla externa*, em diferentes taxas de liberação, ao longo do período de avaliação (até 7 dias após a liberação dos crisopídeos)..... 66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Componentes e proporções das dietas artificiais ofertadas às larvas de 2º instar de crisopídeos.....	29
Tabela 2. Componentes e proporções das dietas artificiais ofertadas às larvas de 2º instar de crisopídeos.....	30
Tabela 3. Sobrevivência larval de <i>Chrysoperla externa</i> , para três dietas artificiais ofertadas às larvas do 2º instar do crisopídeo.....	39
Tabela 4. Custo de produção da dieta padrão (apenas ovos de <i>Ephestia kuehniella</i>) e dieta 3 em mistura com 20% de ovos de <i>E. kuehniella</i> . Campinas, fevereiro de 2022.....	44
Tabela 5. Densidades populacionais de pulgões (<i>Aphis gossypii</i>) em folhas de algodoeiro, em plantas com (ou sem) liberação de larvas do segundo instar de <i>Chrysoperla externa</i> , nas taxas de 0 (controle), 5, 10 ou 20 larvas do crisopídeo por planta. A liberação das larvas de <i>C. externa</i> foi realizada sobre as plantas na altura de 65 cm a partir do solo. A altura média das plantas era de 70 cm, no momento da liberação dos predadores. Campinas, SP, junho de 2018.....	58

SUMÁRIO

RESUMO	i
ABSTRACT	ii
LISTA DE FIGURAS	iii
LISTA DE TABELAS	vi
1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	11
2.1. Geral	11
2.2. Específicos.....	11
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
3.1. Cultivo de coqueiro no Brasil.....	12
3.2 <i>Raoiella indica</i>	12
3.2.1 Estágios de desenvolvimento e tipo de reprodução.....	13
3.2.2 Injúrias causadas por <i>Raoiella indica</i>	13
3.2.3. Legislação: Instrução Normativa Nº 14.....	14
3.2.4 Controle biológico para <i>Raoiella indica</i>	14
3.3 Cultivo de algodão no Brasil	15
3.4 <i>Aphis gossypii</i>	16
3.4.1 Fatores que favorecem o desenvolvimento do pulgão.....	17
3.4.2 Influência do clima no desenvolvimento do <i>Aphis gossypii</i>	17
3.4.3 Injúrias causadas por <i>Aphis gossypii</i>	17
3.4.4 Tipos de controle utilizados.....	18
3.5 <i>Tetranychus urticae</i>	19
3.5.1 Aspectos bioecológicos do ácaro-rajado	20
3.5.2 Métodos do controle	20
3.6 Influência de inimigos naturais sobre o comportamento de artrópodes-praga.....	21
3.6 Uso de crisopídeos no controle biológico de pragas	22
3.6.1 Características e desenvolvimento.....	22
3.6.2 Fase de predação.....	23
3.6.3 Produção massal e controle biológico aplicado.....	23
4. MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1 Criação de ácaros e crisopídeos.....	25
4.1.1 Criação de ácaros.....	25
4.1.2 Criação de crisopídeos (<i>Chrysoperla externa</i>)	25
4.1.3 Criação de <i>Ephestia kuehniella</i> para alimentação de <i>Chrysoperla externa</i>	28
4.2. Estudos para aprimoramento da metodologia de criação de <i>Chrysoperla externa</i> ..	28
4.2.1 Experimento 1	28
4.2.2 Experimento 2	29

4.2.3 Experimento 3	30
4.2.4 Custos da dieta de criação de <i>Chrysoperla externa</i>	31
4.3 Estudos sobre influência de crisopídeos sobre o comportamento de ácaros-praga...	31
4.4 Comportamento de predação de larvas de <i>Chrysoperla externa</i> sobre ácaros-praga	32
4.4.1 Teste de predação de <i>Raoiella indica</i>	32
4.4.2 Teste de predação de <i>Tetranychus urticae</i>	32
4.5 Experimentos de liberação de <i>Chrysoperla externa</i> para o controle biológico de artrópodes-praga em diferentes plantas hospedeiras	33
4.5.1 Experimento de liberação de larvas de <i>Chrysoperla externa</i> em algodoeiro	33
4.5.2 Experimento de liberação de <i>Chrysoperla externa</i> em coqueiro	36
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
5.1 Estudos para aprimoramento da metodologia de criação de <i>Chrysoperla externa</i> ...	38
5.1.1 Experimento 1	38
5.1.2 Experimento 2	39
5.1.3 Experimento 3	40
5.1.4 Custos da dieta de criação de <i>Chrysoperla externa</i>	43
5.2 Estudos sobre influência de crisopídeos sobre o comportamento de ácaros-praga...	44
5.2.1 Influência de crisopídeos sobre o comportamento de <i>Raoiella indica</i>	44
5.2.2 Influência de crisopídeos sobre o comportamento de <i>Tetranychus urticae</i>	48
5.3 Comportamento de predação de larvas de <i>Chrysoperla externa</i> sobre ácaros-praga.....	51
5.3.1 Testes de predação de <i>Raoiella indica</i>	51
5.3.2 Teste de predação de <i>Tetranychus urticae</i>	55
5.4 Experimentos de liberação de <i>Chrysoperla externa</i> para o controle biológico de artrópodes-praga em diferentes plantas hospedeiras	58
5.4.1 Experimento de liberação de larvas de <i>Chrysoperla externa</i> em algodoeiro	58
5.4.2 Experimento de liberação de larvas <i>Chrysoperla externa</i> em coqueiro	64
6. CONCLUSÕES	68
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
8. ANEXOS	86

1. INTRODUÇÃO

Dentre os métodos que compõem o Manejo Integrado de Pragas (MIP), está o Controle Biológico (CB), que foi definido por Parra et al. (2021) em seu sentido restrito, como a utilização de organismos vivos que possuam pelo menos uma fase de seu ciclo de vida que realize o controle de artrópodes fitófagos, seja por parasitismo ou predação, visando suprimir a densidade populacional dessas pragas. Para o MIP não existe receita, sendo necessário que cada caso seja avaliado isoladamente.

Dentre os fatores limitantes da produção agrícola estão os insetos e ácaros pragas, que contribuem para a redução da produtividade. Entre os principais insetos-praga, podemos destacar o pulgão do algodoeiro, *Aphis gossypii* Glover (Hemiptera: Aphididae), que ataca mais de 80 espécies de plantas (MIRANDA et al., 2008), e em plantas de algodão, causa injúrias desde a germinação até o fim da cultura quando não controlado (ARANTES et al., 1998; FURTADO et al., 2009). A espécie *A. gossypii* possui uma grande diversidade de inimigos naturais, com destaque para os predadores das famílias Coccinelidae, Chrysopidae, Syrphidae e parasitoides da família Aphidiidae (GUIMARÃES, MOURA e OLIVEIRA, 2013). Além do controle biológico podem ser utilizados outros métodos de controle, como o cultural, químico e a resistência de plantas.

O ácaro-rajado, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), é outra praga de importância econômica para a cultura, gerando aumento no custo de produção, devido à necessidade de frequentes aplicações de acaricidas. O ácaro-rajado ataca principalmente a página inferior das folhas, alimentando-se do conteúdo celular extravasado de células foliares rompidas por seus estiletos. Como consequência, as folhas ficam com manchas avermelhadas na parte dorsal e podem cair prematuramente, o que resulta em uma desfolha precoce das plantas (MORAES; FLECHTMANN, 2008). O ácaro-praga causa sérios prejuízos à cultura, ocasionando uma perda de produção de até 30%, redução de 14,8% no micronaire e 19,2% na altura das plantas (REIS, 1972).

O ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), é outro artrópode considerado importante inseto-praga de culturas como coqueiro e espécies de palmeiras, sendo também uma importante praga da bananeira em diferentes partes do mundo (CARRILO; PEÑA et al., 2010). Apresenta uma alta capacidade de dispersão e ataca uma grande diversidade de plantas hospedeiras (ETIENNE; FLECHTMANN, 2006; CARRILO et al., 2011a). Entre os danos causados por altas infestações de *R. indica* a seus hospedeiros, destacam-se o amarelecimento severo das folhas, seguido de necrose dos tecidos

(FLECHTMANN; ETIENNE, 2004; PEÑA et al., 2006; WELBOURN, 2009). Quando as infestações são associadas ao estresse hídrico e nutricional, as plantas são mais seriamente afetadas (NAVIA et al., 2015).

Dentre as medidas de controle utilizadas para *R. indica*, o controle quarentenário no Brasil é feito com base em Instrução Normativa¹ estabelecida pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, principalmente pela utilização de barreiras fitossanitárias e outras medidas que evitem a dispersão dos ácaros para outras áreas ainda não invadidas. O controle químico é encorajado como medida emergencial de viveiros de mudas (NAVIA et al., 2015). Além disso, a crescente preocupação com os impactos dos inseticidas a organismos não-alvo tem levado à busca de métodos mais sustentáveis para o seu controle, entre estes o controle biológico (BARROSO, 2019). Considerando as estratégias de CB, os crisopídeos pertencentes ao gênero *Chrysoperla* (Neuroptera: Chrysopidae) são os mais estudados em todo o mundo, com espécies comercializadas por várias empresas na América do Norte e Europa para o controle de pragas agrícolas.

Os crisopídeos são os insetos mais estudados dentro da ordem Neuroptera, devido à sua grande ocorrência em diversos agroecossistemas e reconhecida importância como agentes de controle biológico, pois são predadores vorazes nas fases larvais, possuindo um alto potencial reprodutivo, grande capacidade de busca por presas e tolerância a alguns inseticidas e acaricidas, no caso específico de certas espécies, como: *Chrysoperla externa* (Hagen). Este fato os caracteriza como predadores-chave em diversos sistemas agrícolas, por serem considerados organismos importantes para o controle biológico, e por apresentarem também boa capacidade de adaptação às condições laboratoriais (SOARES; MACEDO, 2000).

De acordo com López (1996), para um predador ser utilizado em programas de manejo integrado de pragas, além do potencial de alimentação, é fundamental que se conheça a mobilidade na busca pelo organismo praga e a quantidade de presas consumidas indicando, assim, a capacidade de predação da espécie estudada.

Diversos estudos têm mostrado a capacidade de supressão de pragas por meio da liberação de predadores desse gênero em casas de vegetação e campo (CAIXETA, 2021). O potencial de uso dos crisopídeos como agentes de controle biológico de insetos e ácaros aumentou à medida que os estudos de sua biologia foram sendo desenvolvidos. A capacidade de alimentação desses insetos é grande, como demonstrado nos ensaios a seguir: larvas de espécie *Chrysoperla carnea* (Stephens) consumiram em média 292,4 pulgões da espécie *A. gossypii* durante seu desenvolvimento (LIU; CHEN, 2001). Uma larva de *C. externa* pode consumir 7 a 8 lagartas ou pupas de bicho-mineiro (*Leucoptera coffeella*) (Guérin-Mèneville

& Perrottet)) por dia (VACARI; PINCERATO; BARBOSA, 2021). E ainda, Almeida et al. (2009) constataram que a espécie *Ceraeochrysa claveri* Navás consumiu em média 1323,0 ovos de *Plutella xylostella* (L.) em seu terceiro instar larval.

O controle biológico é hoje uma técnica de controle de pragas amplamente divulgada e colocada como uma importante prática visando à redução no uso de inseticidas. A sociedade tem exigido cada vez mais dentre os diversos produtos de uso cotidiano, que também os produtos comestíveis sejam produzidos com o uso mínimo de agrotóxicos.

Os crisopídeos têm sido estudados para viabilizar a produção e a liberação desses predadores pelos produtores em seus cultivos (FREITAS, 2002). Considerando o crescente interesse pela produção de predadores “on farm” a produção de uma dieta alternativa de baixo custo se faz necessária para atender esse novo mercado que já se mostra promissor.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Aprimorar os conhecimentos sobre biologia e ecologia do crisopídeo da espécie *Chrysoperla externa*, visando o uso deste predador em programas manejo integrado de pragas em diversos cultivos no Brasil.

2.2. Específicos

1) Estabelecer uma metodologia de criação de larvas de *C. externa*, com baixo custo de produção e menor dependência no uso de presas alternativas (*E. kuheniella*) para o desenvolvimento do inseto.

2) Avaliar a influência dos odores associados à presença de *C. externa* sobre os comportamentos de movimentação e oviposição de ácaros fitófagos (*T. urticae* e *R. indica*), em condições de laboratório.

3) Avaliar o comportamento de predação de larvas de *C. externa* sobre diferentes espécies de ácaros-praga (*T. urticae* e *R. indica*), em condições de laboratório.

4) Avaliar o efeito da liberação de larvas de *C. externa* em diferentes plantas hospedeiras (algodoeiro e coqueiro), sobre o controle biológico de artrópodes-praga (pulgões e ácaros) associados.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Cultivo de coqueiro no Brasil

O coco (*Cocos nucifera* L.) apresenta grande importância para a agricultura brasileira, gerando emprego e renda ao longo de toda a cadeia produtiva (FONTES; MUCIO, 2006; IBGE, 2019). A cultura passou a ser cultivada intensamente no Brasil a partir da década de 1970, principalmente nas regiões nordeste e norte do Brasil, sendo que o Nordeste atualmente responde por cerca de 70% da produção nacional de coco (MARTINS; JESUS JR., 2011; IBGE, 2019). Nas últimas décadas, observou-se a expansão da cultura para outros estados brasileiros, principalmente das regiões Sudeste e Centro-Oeste, com destaque para os estados de Minas Gerais, São Paulo, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul. Nessas localidades, registrou-se um aumento significativo tanto na produção quanto na produtividade, devido à utilização de cultivares mais produtivas, à adoção de novas tecnologias de cultivo e a maior proximidade dos grandes centros consumidores (FONTES; MUCIO, 2006, IBGE, 2019).

Recentemente, uma nova praga tem causado preocupação aos produtores de coco no Brasil. Trata-se do ácaro-vermelho-das-palmeiras, *R. indica*, um ácaro fitófago que foi registrado pela primeira vez no País em 2009 e desde então vem chamando a atenção dos produtores devido ao potencial de danos que esta praga apresenta à cultura em diversas regiões brasileiras (NÁVIA et al., 2011; CARRILLO et al., 2012a).

3.2 *Raoiella indica*

O primeiro relato de *R. indica* foi em 1924, na Índia, em *Cocos nucifera* L., posteriormente, este ácaro foi encontrado em outros países da Ásia (CHAUDHRI, 1974; CABI, 2015), no nordeste e sul da África (PRITCHARD; BAKER, 1958; MOUTIA, 1958), Oriente Médio (GERSON, VENEZIAN E BLUMBERG, 1983) e noroeste e norte da África (SAYED, 1942; MOUTIA, 1958; QUILICI et al., 1997; ZANNOU et al., 2010).

Nas Américas, a primeira ocorrência de *R. indica* foi constatada na ilha de Martinica em 2004 (FLECHTMANN; ETIENE, 2004), espalhando-se posteriormente para as demais ilhas caribenhas (KANE et al., 2005; ETIENE; FLECHTMANN, 2006). Em 2007, este ácaro

foi reportado no sul da Flórida (WELBOURN, 2009), Venezuela (VÁSQUEZ et al., 2008), em 2009 no México, e em 2010 na Colômbia (CARRILLO et al., 2011a).

No Brasil, *R. indica* foi detectado em áreas urbanas de Boa Vista em 2009, espalhando-se posteriormente por todo o estado de Roraima (NAVIA et al., 2011; GONDIM JR et al., 2012;). Em 2011, foi detectado em Manaus, estado do Amazonas, infestando palmeiras ornamentais e coqueiros (RODRIGUES; ANTONY, 2011). Em 2015, foi detectado em Dracena, estado de São Paulo, atacando uma espécie de palmeira ornamental e coqueiros em áreas urbanas (OLIVEIRA et al., 2016). A partir de então novos registros de *R. indica* foram feitos no Sul (HATA et al., 2017) e no Nordeste do Brasil (MELO et al., 2018).

Raoiella indica se estabeleceu em diversas regiões do Brasil de acordo com as previsões realizadas por Amaro e Morais (2013). Na região Nordeste, que concentra a maior produção de coco do Brasil, *R. indica* foi relatado em diversos estados (MELO et al., 2018). De acordo com Navia et al. (2015), *R. indica* torna-se uma ameaça também para produtores de açaí, banana e flores tropicais.

3.2.1 Estágios de desenvolvimento e tipo de reprodução

Raoiella indica é um ácaro que passa por cinco estágios de desenvolvimento. Após a fase de ovo, o ácaro passa pelas fases de larva, protoninfa e deutoninfa até chegar a fase adulta. Entre os estágios pós-embrionários de desenvolvimento, os ácaros ficam quiescentes (NAVIA et al., 2015). O ovo tem coloração avermelhada, é oblongo e brilhante, com um pedicelo em uma das suas extremidades (KANE et al., 2012; NAVIA et al., 2011). Em todas as fases de desenvolvimento pós-embrionário do ácaro, as extremidades das setas dorsais contêm gotículas que podem ter função defensiva sobre os predadores (KANE et al., 2012).

O tipo de reprodução de *R. indica* pode ser sexuada ou assexuada. Neste caso, a reprodução assexuada é arrenótoca, e ocorre quando ovos não fecundados produzem apenas machos. Seu ciclo de vida é em média de 45 dias com período de oviposição de 2 a 17 dias e fecundidade média de 22 ovos por fêmea (NAVIA et al., 2011, 2015).

3.2.2 Injúrias causadas por *Raoiella indica*

As injúrias causadas por *R. indica* a seus hospedeiros estão ligadas a seu hábito alimentar, que ao contrário de outras espécies de ácaros, este se alimenta do conteúdo celular presente nas células do mesófilo, inserindo seu estilete através da abertura dos estômatos

(OCHOA et al., 2011; BEARD et al., 2011). Em plantas adultas, os danos causados são mais evidentes em folhas mais velhas, que ficam de coloração amarelada e podem se tornar completamente secas, reduzindo a fotossíntese e causando o abortamento de flores (SATHIAMMA, 1996). As plantas mais jovens são mais susceptíveis ao seu ataque, podendo levar à morte mudas presentes em viveiros ou no campo (SARKAR; SOMCHOUDHURY, 1988; SATHIAMMA, 1996). O alto índice de necrosamento de folhas basais em coqueiro pode refletir na menor produção de frutos (NAVIA et al., 2015). Além disso, tem sido observado impacto estético em coqueiros em paisagens importantes para a indústria do turismo (HOY, 2011; NAVIA et al., 2015).

Plantas de coqueiro novas são mais afetadas do que plantas com mais de cinco anos, as quais resistem melhor ao ataque. As folhas atacadas exibem amarelecimento severo, necrose e ressecamento, podendo ocorrer a morte da planta. A população do ácaro aumenta em períodos quentes e com baixa umidade relativa do ar e diminui durante o período chuvoso, em função do aumento da precipitação e umidade (GONDIM JUNIOR. et al., 2012; TAYLOR et al., 2012). Em algumas localidades tem-se observado que infestações severas podem reduzir a produção do coqueiro em mais de 50% (PEÑA; BRUIN e SABELIS, 2012; NAVIA et al., 2015).

3.2.3 Legislação: Instrução Normativa N° 14

As medidas quarentenárias estão relacionadas ao impedimento da comercialização de produtos vegetais provenientes de certas regiões onde o ácaro esteja presente, ou estabelecimento de regras específicas para tal, diminuindo a possibilidade de introdução de pragas associadas a estes produtos (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Com a introdução de *R. indica* no Brasil, foi estabelecida a Instrução Normativa N° 14, de 6 de abril de 2010, que impôs regras para a produção, transporte e comercialização de mudas de plantas que são hospedeiras deste ácaro (MAPA, 2010).

3.2.4 Controle biológico para *Raoiella indica*

O controle biológico constitui o método ideal para o controle de *R. indica* de médio a longo prazo nas Américas, tendo sido uma das linhas de pesquisa mais estudadas para o controle desse ácaro (NAVIA et al., 2015).

Em uma revisão feita por Carrillo et al. (2012) foram relatadas 28 espécies de insetos e ácaros predadores associadas com *R. indica* no mundo, além de três espécies de fungos entomopatogênicos infectando *R. indica* em Porto Rico.

Amblyseius largoensis (Muma) (Acari: Phytoseiidae) tem sido o inimigo natural mais frequentemente encontrado em associação com *R. indica* no mundo (NAVIA et al., 2015). Investigações sobre o potencial de inimigos naturais para o controle biológico aplicado de *R. indica* também foram realizadas, principalmente com *A. largoensis* (PEÑA et al. 2009; CARRILLO et al. 2010; CARRILLO; PEÑA, 2012).

Considerações sobre a eficiência dos agentes de controle biológico desta praga no Brasil foram publicadas por Gondim Jr. et al. (2012) que analisaram cenários atual e futuros diante das mudanças climáticas, e predizem que as condições climáticas podem afetar as interações tróficas e as taxas de predação. Cruz et al. (2015) avaliaram a diversidade de fitoseídeos em coqueiros de três municípios de Manaus e constataram baixos níveis populacionais de *R. indica* e atribuíram à grande diversidade de ácaros predadores, principalmente nos períodos chuvosos.

O controle biológico clássico com a busca de inimigos naturais na região de origem desta praga foi citado por Moraes et al. (2012). Estudos realizados por Domingos et al. (2012) indicaram que uma população de *A. largoensis* coletada na ilha de La Reunion teve maior potencial de predação e oviposição comparadas com uma população coletada no estado de Roraima, no Brasil.

Dentre os agentes de controle biológico de ácaros-praga, os ácaros da família Phytoseiidae têm sido considerados os mais importantes (McMURTRY et al., 2013). Predadores fitoseídeos encontrados em coqueiro no estado de São Paulo foram relatados por Oliveira et al. (2012). Porém na publicação, os únicos fitoseídeos relatados foram *Euseius citrifolius* Denmark & Muma e *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma, espécies que não têm sido citadas como relevantes no controle de *R. indica* (CARRILLO et al., 2011b; GONDIM JR et al., 2012; CRUZ et al., 2015).

3.3 Cultivo de algodão no Brasil

O algodão é uma planta herbácea da família Malvaceae. O gênero botânico *Gossypium* apresenta aproximadamente 39 espécies. A espécie mais utilizada no Brasil é *Gossypium hirsutum* L. O algodão está entre as mais importantes culturas de fibras do mundo, sendo que, a área total cultivada é de aproximadamente 35 milhões de hectares (YARA BRASIL, 2022).

A safra 2020/21 de algodão no Brasil foi marcada por uma forte queda na área plantada, em consequência do atraso no plantio da soja, o que prejudicou a janela para o plantio do algodão. Por outro lado as dúvidas sobre o impacto da pandemia no consumo de algodão, por não ser um bem alimentício, também contribuíram para a retração da área na safra do último biênio (CONAB, 2021).

A expectativa é de aumento da área a ser plantada na safra brasileira 2021/22, diante do elevado patamar dos preços, valorização do dólar, alta rentabilidade, comercialização antecipada e da fidelização de clientes internacionais. A Conab estima uma área a ser plantada na safra 2021/22 de 1.548 mil ha, um aumento de 13,4% ao total da safra 2020/21 (CONAB, 2021).

Com uma produtividade estimada de 1.750 kg/ha, a produção prevista é de 2,71 milhões de toneladas, volume 15,8% maior ao da safra 2020/21. A expectativa é de aumento da área a ser plantada na safra mundial 2021/22, diante do cenário de déficit entre oferta e demanda. Os preços internacionais elevados estimulam o aumento da área mundial destinada ao algodão e, diante da grande produção da safra 2019/20, de 3,0 milhões de toneladas de pluma, o Brasil se tornou um exportador regular (CONAB, 2021).

A queda da produção na safra 2019/20 e o forte volume exportado contribuíram para redução do estoque de passagem esperado (CONAB, 2021).

Um dos grandes entraves ao aumento de produção da cultura é o ataque de diversos artrópodes-praga, podendo-se mencionar o pulgão *A. gossypii* e o ácaro-rajado, *T. urticae*.

3.4 *Aphis gossypii*

O pulgão *A. gossypii*, também conhecido como pulgão do algodoeiro, é uma espécie cosmopolita (particularmente abundante nos trópicos), altamente polífaga, tendo como hospedeiros mais de 80 espécies de plantas, e que transmite mais de 50 vírus fitopatogênicos (MIRANDA et al., 2008).

O pulgão do algodoeiro é considerado uma das principais pragas da cultura do algodão e apresenta ampla distribuição mundial, com ocorrência relatada desde áreas tropicais até áreas temperadas (KOCOUREK et al., 1994; SHRESTHA; PARAJULEE, 2013), causando perdas severas, além de significativa degradação qualitativa das plantas (ROSENHEIM et al., 1997; DEGUINE; GOZE; LECLANT, 2000). Essa espécie de afídeo está presente em lavouras de algodão durante todas as fases de desenvolvimento das plantas (FERNANDES et al., 2012). As populações de *A. gossypii* aglomeram-se, preferencialmente, na face inferior

das folhas e nos brotos novos das plantas (GONZAGA; RAMALHO e SANTOS, 1991; AFSHARI et al., 2009). As ninfas e os adultos do pulgão possuem aparelho bucal sugador, especializado em perfurar, causando injúrias diretas por meio da sucção da seiva das plantas, o que resulta em murcha de folhas e deformação de brotos, prejudicando o desenvolvimento da planta e causando nanismo (LEITE et al., 2008; TAKALLOOZADEH, 2010).

3.4.1 Fatores que favorecem o desenvolvimento do pulgão

Segundo Ghovlanov (1976), o desenvolvimento de pulgões na planta hospedeira depende de dois fatores principais: as características da planta (a influência da planta hospedeira no sucesso de uma espécie de inseto fitófago pode ser medida sob três aspectos gerais: os estímulos que levam o inseto a localizar e escolher a planta, as condições da planta que levam o inseto a iniciar e manter a alimentação, e por último, as características da planta (especialmente do ponto de vista nutricional) que garantem o desenvolvimento do inseto e sua progênie) e as condições climáticas. Sabe-se que os pulgões do algodoeiro desenvolvem-se melhor entre 25°C e 30°C, sendo a temperatura de 27°C considerada ótima para o desempenho de suas funções biológicas (DEGUINE, 1995).

3.4.2 Influência do clima no desenvolvimento do *Aphis gossypii*

Clima seco e elevadas temperaturas alteram a biologia dos pulgões, diminuindo seu ciclo de vida. Pulgões da espécie *A. gossypii*, pragas-chave da cultura do algodoeiro, apresentam nestas condições grande velocidade de dispersão e alta taxa de incremento populacional. Sendo sua reprodução assexuada, reproduzem-se por partenogênese telítica, ou seja, fêmeas dão origem a novos indivíduos, que por sua vez já nascem como novas fêmeas, geradas em seus organismos, fenômeno este denominado de gerações telescópicas (MIRANDA et al., 2008), no qual uma fêmea pode produzir até 40 ninfas (VAN STEENIS, 1992). Cerca de cinco dias após seu nascimento, os pulgões atingem a idade reprodutiva e mantêm-se vivos por mais 20 dias (MIRANDA et al., 2008).

3.4.3 Injúrias causadas por *Aphis gossypii*

O pulgão do algodoeiro, *A. gossypii*, é uma das mais importantes pragas sugadoras do algodoeiro, pois, devido ao seu hábito alimentar, provoca danos diretos (sucção da seiva e

injeção de toxinas), causando encarquilhamento das folhas, deformação dos brotos e redução severa no desenvolvimento da planta e indiretos (fumagina, viroses) à cultura. (DEGRANDE, 1998; MORAES, 2011). *Aphis gossypii* é encontrado em todos os continentes, sendo particularmente abundante nos trópicos, onde ataca diversas culturas além do algodão, tais como melão, melancia, pimenta, pepino, batata, cajueiro, tomate e plantas ornamentais (DEGUINE, 1995).

Embora haja preferência do pulgão do algodoeiro pela face inferior da folha, adultos e ninfas podem também ocupar a face superior da mesma (GONZAGA; RAMALHO; SANTOS, 1991; MORAES, 2011). Numa única folha encontram-se colônias de indivíduos ápteros e alados, em diferentes estágios, sendo que as formas aladas aparecem com maior frequência em altas densidades de infestação, quando a competição por alimento é maior (O'BRIEN et al., 1993; MORAES, 2011). As formas aladas voam para outras plantas, para iniciarem novas colônias.

O pulgão é tido como praga inicial no algodoeiro, entretanto, o seu período crítico pode se estender à fase de aparecimento dos capulhos caso o manejo da praga e os aspectos nutricionais da cultura não ocorram de forma adequada (MORAES, 2011).

Quando consideramos as perdas econômicas causadas pela presença do pulgão *A. gossypii* nos campos de algodão, a não adoção de medidas de controle da praga leva a perdas de 44% na produção. Estima-se que, quando o ataque do pulgão ocorre até os 60 dias após o plantio, há uma perda de 24% de peso do caroço de algodão, além de atraso no desenvolvimento da cultura. Caso fosse considerada a depreciação das fibras provocada pela mela, estas estimativas certamente serão maiores (MORAES, 2011).

Nesse cenário, o manejo correto das pragas, incluindo o pulgão do algodoeiro, é de grande importância para a manutenção da produção e qualidade do produto.

3.4.4 Tipos de controle utilizados

Na cultura do algodão, o controle das infestações de *A. gossypii* tem sido realizado principalmente por meio de aplicações de inseticidas sintéticos, muitas vezes empregados em doses acima das recomendadas. Isso tem acelerado a seleção de populações de insetos resistentes à maioria dos ingredientes ativos utilizados, além de elevar os custos de produção e os riscos de contaminação humana e ambiental (NAUEN; ELBERT, 2003; HEGDE et al., 2011). Esse cenário de desequilíbrio tem estimulado estudos com métodos alternativos ao manejo químico, mas que ao mesmo tempo sejam eficientes na regulação da população do

afídeo. Nesse sentido, o uso de cultivares resistentes destaca-se como uma estratégia valiosa de controle (PAINTER, 1951; LARA, 1991). A resistência varietal apresenta eficiência comprovada, podendo reduzir as populações de insetos-praga abaixo do nível de dano econômico e, conseqüentemente, diminuindo os custos de produção. Além desses aspectos, essa prática é compatível com os demais métodos de controle empregados no MIP-Algodão, podendo ser facilmente incorporada pelo produtor (SMITH; CLEMENT, 2012).

Os crisopídeos também se mostram eficientes e aptos para o uso em programas de controle biológico como foi constatado por Costa (2011) quando avaliou que larvas de *C. externa* liberadas no segundo instar na densidade de 10 (proporção de 1:2) promoveram uma grande redução dos pulgões em um período de 24 horas, com 95% de predação. Quando liberadas nas densidades de 1 (proporção de 1:20) e 5 (proporção de 1:4) a predação foi de 38 e 59%.

3.5 *Tetranychus urticae*

O ácaro-rajado, *T. urticae*, causa grandes prejuízos a diversas culturas no Brasil. Os danos causados às plantas pelo ácaro consistem na perfuração das células superficiais, alimentando-se do conteúdo celular extravasado. Primeiro, aparecem os sintomas de clorose, como pequenas manchas amareladas nas folhas, que evoluem tornando as folhas amarelas ou avermelhadas e secas, causando desfolha e até a morte da planta, em alguns casos (BERNARDI et al., 2015).

Tetranychus urticae é considerado um dos ácaros-praga de maior importância econômica no mundo (SATO et al., 2007). É encontrado em um grande número de países, desde as regiões tropicais até as regiões temperadas, tanto em casa de vegetação como no campo. Mais de 1100 espécies de plantas são hospedeiras desse ácaro (BOLLAND et al., 1998; ZHANG, 2003).

O ácaro-rajado ocorre, preferencialmente, na parte mediana da planta, onde os adultos e ninfas se alimentam nas folhas. A sua ocorrência pode ser identificada pelo aparecimento de manchas avermelhadas no limbo foliar, que podem crescer e cobrir toda a superfície da folha, causando sua queda.

O ácaro-praga, quando não controlado, pode causar danos significativos à cultura, com redução na produção (até 30%) e na qualidade das fibras (REIS, 1972).

3.5.1 Aspectos bioecológicos do ácaro-rajado

O período de desenvolvimento de *T. urticae* varia de 5 a 21 dias, dependendo da temperatura. Possui cinco fases de desenvolvimento, sendo: ovo, larva, protoninfa, deutoninfa e adulto. Os ovos são hialinos ou amarelados e esféricos, sendo postos entre fios de teia produzidos pelo ácaro. Após a eclosão, surgem as larvas que são incolores e translúcidas e de tamanho igual a do ovo, caracterizando-se pela presença de três pares de pernas. Passam pelas fases de protoninfa e deutoninfa, com quatro pares de pernas, até atingirem a fase adulta. As fêmeas são maiores que os machos e possuem o corpo ovalado, enquanto que nos machos, a extremidade posterior do corpo (opstossoma) é mais estreita. Vivem principalmente na parte inferior das folhas em grande número e tecem teias para a sua proteção. Na fase adulta, tem cor geral verde amarelada, com um par de manchas escuras nas regiões laterais do corpo. É pequeno, com no máximo 0,50 mm de comprimento (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

Tempo seco e quente são condições favoráveis a surtos populacionais do ácaro-rajado. Sua infestação é favorecida em plantas sob estresse hídrico porque a temperatura do microambiente sob a cobertura foliar torna-se mais elevada (MIRANDA, 2010).

Adubações nitrogenadas tendem a incrementar o valor nutricional das folhas das plantas de algodão e favorecer o aumento da população de ácaro-rajado. Assim, embora o nitrogênio seja um importante nutriente para a cultura, seu uso em excesso deve ser evitado (MIRANDA, 2010).

3.5.2 Métodos do controle

O método mais utilizado para o seu controle ainda é o químico, com uso de acaricidas sintéticos, que nem sempre são eficientes; devido à rápida evolução de resistência dessa espécie a acaricidas (SATO et al., 2005, 2016). *Tetranychus urticae* é um dos artrópodes com maior número de casos de resistência a acaricidas e inseticidas no mundo (WHALON et al., 2008), para o qual foi relatada resistência a pelo menos 94 ingredientes ativos, de praticamente todos os grupos químicos comercializados (IRAC-MSU, 2021). Diversos casos de resistência a acaricidas foram registrados em populações de ácaro-rajado de algodoeiro no Brasil (NICASTRO et al., 2013; SATO et al., 2016).

Os mais importantes agentes de controle natural de ácaros fitófagos em algodoeiro são os ácaros predadores da família Phytoseidae (MIRANDA, 2010). No passado os ácaros fitófagos, incluindo o ácaro-rajado, eram considerados pragas secundárias em algumas

culturas, como soja e algodão. Porém, a utilização frequente de alguns defensivos para o controle de pragas nessas culturas, fez com que os principais inimigos naturais, tais como os ácaros fitoseídeos, fossem reduzidos drasticamente, aumentando consideravelmente a população dos ácaros fitófagos. Na cultura do algodoeiro, a utilização de inseticidas, para o controle do bicudo-do-algodoeiro, *Anthonomus grandis* Boheman (Coleoptera: Curculionidae), tem proporcionado um aumento significativo na população desses ácaros-praga e nos danos causados por eles (TOMQUELSKI et al., 2018).

No caso dos crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae), embora sejam considerados importantes inimigos naturais de pulgões e outros insetos presentes em algodoeiro e outras culturas (BEZERRA et al., 2009), ainda são poucos os trabalhos (HAGLEY; MILES, 1987) sobre a eficácia e o potencial de uso desses organismos no controle biológico aplicado de ácaro-rajado no Brasil.

3.6 Influência de inimigos naturais sobre o comportamento de artrópodes-praga

Alterações no comportamento de presas devido à presença de inimigos naturais têm sido reportadas por diversos autores (NOLTE et al., 1994; KRIESCH; DICKE, 1997). Muitas espécies de presas apresentam alta capacidade (olfato/tato/paladar) de detecção de seus predadores. Diversas substâncias ou materiais podem indicar a presença dos predadores. Alguns cairomônios podem ser emitidos pelos predadores. Feromônios de alarme emitidos por presas ao serem atacadas ou restos mortais de presas também podem indicar a presença de predadores em determinada área e afetar o comportamento das presas (VADAS et al., 1994; CHIVERS et al., 1996; JANSSEN et al., 1997; PIJANOWSKA, 1997; KACSOH et al., 2015).

Alterações na movimentação de artrópodes-praga (períodos parados e em movimento, velocidade de caminamento), comportamento de dispersão e taxa de oviposição podem ser afetadas devido à presença de predadores (GROSTAL; DICKE, 1999; CHOH; TAKABAYASHI, 2007). No caso de diversas espécies de insetos (ex.: pulgões, moscas-brancas, tripes) e ácaros (ex.: *Aceria*, *Brevipalpus*) (SILVA; SATO, 2011), essas alterações no comportamento podem influenciar a aquisição e a transmissão de víruses de plantas.

3.6 Uso de crisopídeos no controle biológico de pragas

O controle biológico natural realizado por inimigos naturais também tem contribuído significativamente para a redução populacional dos pulgões e outros artrópodes fitófagos, em condições de campo. Entre os inimigos naturais presentes em algodoeiro, destacam-se os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae), que são predadoras altamente vorazes, que apresentam tolerância a alguns inseticidas e acaricidas e que possuem um alto potencial reprodutivo, sendo importantes no controle biológico natural (ONO et al., 2017; HERRERA et al., 2019).

3.6.1 Características e desenvolvimento

Dentre os agentes com características adequadas para o controle biológico, os crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) se destacam, entre outros fatores, pela voracidade das suas larvas, facilidade de criação em laboratório e elevado potencial de reprodução.

Dessa forma, os crisopídeos podem se constituir de agentes entomófagos no controle da densidade populacional desses insetos-praga, devendo ser alvo de estudos que possam garantir sua efetiva utilização como biocontroladores.

São insetos de desenvolvimento holometábolo e a fase responsável pela predação é a fase larval, que tem duração aproximada de oito dias. Seus ovos são elevados por um pedicelo que é fixado nas folhas, possuem comprimento variando de 4 a 8 mm, com forma elipsoidal e coloração que varia entre verde claro ao amarelo esverdeado. Os adultos possuem aproximadamente 1,2 a 2 cm de comprimento, coloração esverdeada, corpo delicado, asas membranosas reticuladas, pernas ambulatoriais normais, antenas longas filiformes, aparelho bucal do tipo mastigador e cabeça livre.

Os adultos possuem hábitos crepusculares, durante o dia podem ser encontrados na face inferior das folhas e durante a noite são vistos em voo e próximos a pontos luminosos. As larvas dos crisopídeos são campodeiformes, possuindo pernas ambulatoriais normais, cabeça triangular e prognata e mandíbulas e maxilas curvas com fechamento de forma associada. Apresentam hábito livre e alimentam-se de diferentes presas, sendo que a maior eficiência de predação dá-se entre o segundo e terceiro instar. A duração da fase larval e das ecdises está relacionada a fatores climáticos, e disponibilidade e qualidade de alimentos (BASTOS et al., 2007).

3.6.2 Fase de predação

Crisopídeos são inimigos naturais-chave em vários programas de manejo integrado, devido à sua ação predatória durante a fase larval, ampla distribuição geográfica, fácil criação massal e potencial de adaptação em diferentes cultivos (NÚÑEZ, 1989; RIBEIRO et al., 2013). Os crisopídeos são caracterizados como predadores generalistas, utilizando como presas artrópodes de pequeno porte e cutícula fina como pulgões, cochonilhas, tripses, moscas-brancas, ovos e lagartas de lepidópteros, ácaros e pequenas aranhas (FREITAS, 2002; RIBEIRO, 2013), assumindo importante papel no controle biológico em diversos cultivos de importância econômica, como café, citros, milho e algodão (FREITAS, 2002).

O desenvolvimento dos diversos programas de controle biológico de artrópodes-praga demonstra a viabilidade do controle efetivo de pragas por inimigos naturais e reflete uma mudança na mentalidade da sociedade pela produção de alimentos mais limpos e saudáveis, associado à preservação dos recursos naturais e manutenção da qualidade de vida dos agricultores e trabalhadores rurais. Entretanto, para muitas culturas, ainda não há um programa efetivo de controle biológico aplicado de pragas (NAVA, 2007).

Em um programa de controle biológico aplicado, o qual envolve a liberação de agentes de controle de pragas, pode-se usar uma ou mais espécies de inimigos naturais. Porém, o uso simultâneo de mais de uma espécie pode acarretar mudanças em suas características biológicas e comportamentais de modo que o resultado do uso dos agentes controladores pode ser imprevisível. Nesses casos, pode ocorrer a perda de eficiência de cada um deles devido à interação intraguilda ser negativa, comprometendo o sucesso do controle biológico proposto. É necessário, portanto, estudar como esses predadores atuam quando liberados conjuntamente para uso em um programa de controle biológico que visa ao manejo de diferentes pragas (CARDOSO, 2015).

3.6.3 Produção massal e controle biológico aplicado

Nas criações de crisopídeos, as larvas são, tradicionalmente, alimentadas com ovos de presas alternativas (ex.: *Ephestia kuehniella* Zeller), entretanto, o alto custo desses ovos inviabiliza a produção e o uso desses inimigos naturais em programas de controle biológico. Porém, os adultos de espécies do gênero *Chrysoperla* podem ser alimentados com levedo de cerveja e mel, na proporção de 1:1, o que pode proporcionar elevada produção de ovos. Dessa

forma, pode-se considerar que um dos entraves econômicos, na produção de crisopídeos, refere-se à alimentação das larvas (BEZERRA, 2014).

O sucesso de um predador depende de sua eficiência de predação, custo de produção e eficiência de reprodução (THOMPSON; HAGEN, 1999; YAZLOVETSKY, 1992). Outro fator limitante está em sua complexa composição nutricional (COHEN; SMITH, 1998).

Além dos problemas associados ao alto custo da produção de crisopídeos, ainda há necessidade de diversos estudos relacionados à interação entre esses predadores com os artrópodes-praga, nos diferentes cultivos agrícolas, para o estabelecimento de programas adequados de manejo integrado de pragas, envolvendo o uso desses inimigos naturais.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos foram realizados no Laboratório de Acarologia, do Centro de Pesquisa em Proteção de Plantas e Saúde Animal (CAPSA), Instituto Biológico (IB), em Campinas, SP.

4.1 Criação de ácaros e crisopídeos

4.1.1 Criação de ácaros

Para criação de ácaro-rajado, fêmeas adultas de *T. urticae* coletadas em diferentes cultivos comerciais (ex.: algodão, tomate) foram transferidas para plantas de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* (L.) DC., cultivadas em vasos no interior de bandejas plásticas. As populações de *T. urticae* foram mantidas em laboratório, em condições controladas de temperatura ($25 \pm 2^\circ\text{C}$), umidade relativa ($70 \pm 5\%$) e fotofase de 14h.

As populações de *R. indica* foram mantidas em mudas de coqueiro, no Laboratório de Acarologia do IB.

4.1.2 Criação de crisopídeos (*Chrysoperla externa*)

Os adultos de *C. externa* foram mantidos em gaiolas cilíndricas de PVC (10 cm de diâmetro x 23 cm de altura) (Figura 1A e B). Uma dieta constituída de levedura de cerveja e mel, na proporção de 1:1, foi fornecida diariamente. As gaiolas foram revestidas internamente com papel sulfite branco, para facilitar a retirada dos ovos (AUAD et al., 2001). Os ovos de *C. externa* foram coletados a cada dois dias e individualizados em pequenos recipientes de acrílico (3 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura) (Figura 2A). As larvas (Figura 2B) foram alimentadas com ovos de *E. kuehniella*. As gaiolas foram mantidas sob temperatura de $25 \pm 1^\circ\text{C}$, umidade relativa de $60 \pm 10\%$ e fotoperíodo de 14 horas (CHAGAS, 2017).



Figura 1. Gaiolas de criação e adultos de *Chrysoperla externa*: vista frontal (1A) e vista superior (1B) (Fonte: CHAGAS, 2017).

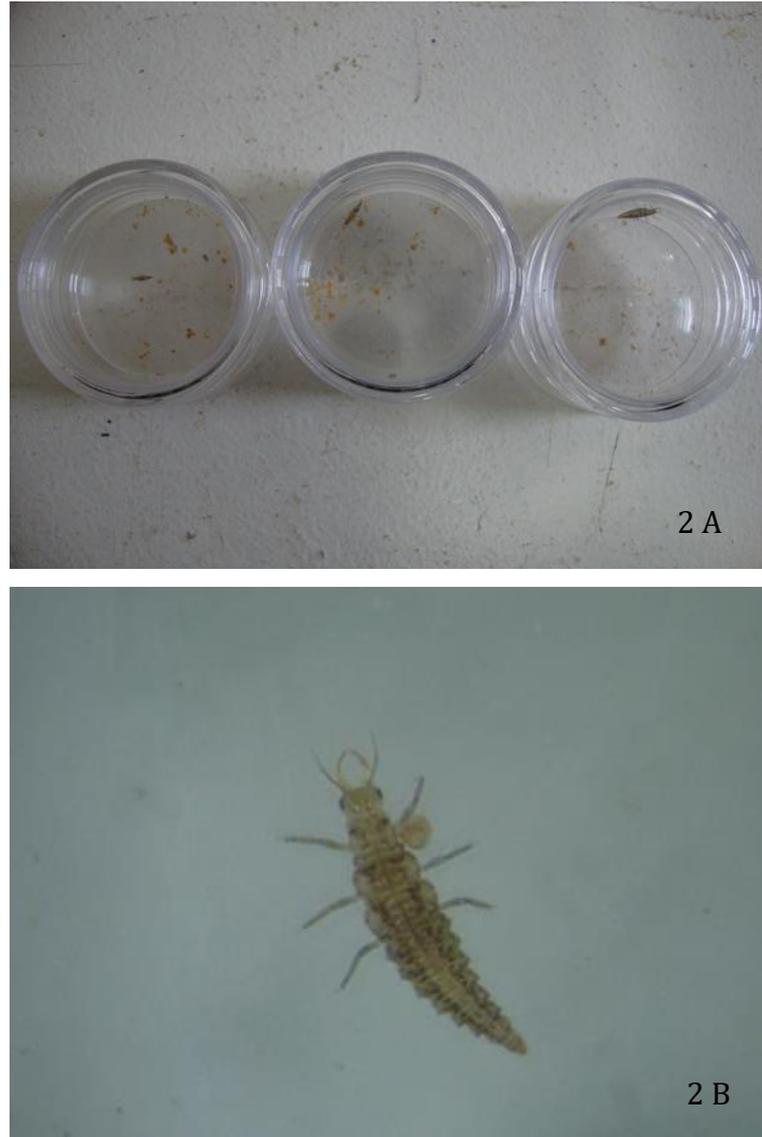


Figura 2. Arenas de criação de formas jovens de *Chrysoperla externa* (2A) e larva de *C. externa* (2 B)
(Fonte: CHAGAS, 2017).

4.1.3 Criação de *Ephestia kuehniella* para alimentação de *Chrysoperla externa*

A criação de *Ephestia kuehniella* (Zeller) (Lepidoptera: Pyralidae) foi implantada no Laboratório de Acarologia do Instituto Biológico no segundo semestre de 2020. Antes disso, a criação de *C. externa* era alimentada com ovos da traça advindos de doações da Koppert Biological Systems.

Os ovos de *E. kuehniella* utilizados para iniciar a criação da traça foram gentilmente cedidos pelo Prof. Dr. José Roberto Postali Parra da ESALQ/USP.

A criação de *E. kuehniella* em laboratório foi realizada seguindo a metodologia descrita por Parra et al. (2014). Foram utilizados recipientes plásticos, com tela de *voil* na tampa, contendo 1 kg de dieta artificial para larvas, constituída de farinha de trigo integral (97%) e levedura de cerveja (3%). Após aproximadamente 40 dias da introdução dos ovos (0,3 g) de *E. kuehniella* na dieta, emergiam os primeiros adultos, que eram coletados a cada dois dias e transferidos para uma gaiola de postura. Essa gaiola, constituída por um tubo de PVC de 10 cm de altura e 20 cm de diâmetro, fechada nas extremidades com tela de náilon, foi colocada sobre uma placa de Petri, também com 20 cm de diâmetro, para facilitar a coleta dos ovos. Os ovos desta traça foram utilizados como o alimento principal para as larvas de *C. externa*.

4.2 Estudos para aprimoramento da metodologia de criação de *Chrysoperla externa*

4.2.1 Experimento 1

Foram avaliados diferentes tipos de alimentos para criação de *C. externa* em condições de laboratório, utilizando-se metodologia adaptada de Bezerra (2014) e Ribeiro (2017).

Inicialmente, foram testadas duas dietas a base de fígado de frango e mel, que diferem uma da outra pelo uso de “whey protein” (proteína isolada de ervilha) em uma delas, e levedura de cerveja na outra. Na Tabela 1, são apresentados os componentes e proporções utilizados nas dietas.

Cada larva de *C. externa* foi colocada isoladamente em arenas de acrílico (3 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura) (Figura 2A) e alimentada com uma das respectivas dietas. O experimento foi inteiramente casualizado com 20 repetições.

O experimento foi conduzido em laboratório à temperatura de $25,0 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $65 \pm 3\%$ e fotofase de 14 horas.

Tabela 1. Componentes e proporções das dietas artificiais ofertadas às larvas de 2^o instar de crisopídeos

Dieta 1	Dieta 2
Lêvedo de cerveja (5 g)	“Whey protein” (5 g) ²
Fígado de frango (200 g)	Fígado de frango (200 g)
Mel (2 g)	Mel (2 g)
Nipagin (0,1 g)	Nipagin (0,1 g)
Ácido benzoico (0,1 g)	Ácido benzoico (0,1 g)
Ácido acético (5 mL)	Ácido acético (5 mL)

²Informação nutricional (Anexo 1)

Foram avaliados os parâmetros de sobrevivência e duração de cada estágio de desenvolvimento de *C. externa* até atingir a fase adulta.

4.2.2 Experimento 2

Para a obtenção de uma dieta de melhor qualidade, foi realizado um experimento adicional, incluindo-se novos ingredientes e vitaminas adaptando-se as dietas de Ribeiro (2017).

Foram testadas três diferentes dietas a base de fígado de frango, farinha de grão-de-bico, gérmen de trido e mel. As dietas diferiram uma das outras pela adição ou não de levedura de cerveja e complexo vitamínico, e pelas diferentes proporções de cada um dos ingredientes mencionados, além de solução vitamínica e ácido ascórbico. Alguns outros compostos (nipagin, ácido benzoico, ácido clorídrico) também foram acrescentados à dieta, visando reduzir a deterioração da dieta pela ação de microrganismos (Tabela 2). Os testes foram realizados com larvas a partir do 2^o instar.

Cada larva de *C. externa* foi colocada isoladamente em arenas de acrílico (3 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura) e alimentada com uma das respectivas dietas. O experimento foi inteiramente casualizado com 20 repetições.

O experimento foi conduzido em laboratório à temperatura de $25,0 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$, umidade relativa de $65 \pm 3\%$ e fotofase de 14 horas.

A duração do experimento foi de apenas sete dias, devido à elevada mortalidade das larvas para pelo menos um dos tratamentos.

Neste experimento, avaliou-se a sobrevivência larval e o tamanho das larvas no final do terceiro dia após o início da exposição das larvas às dietas artificiais avaliadas.

Tabela 2. Componentes e proporções das dietas artificiais ofertadas às larvas de 2º instar de crisopídeos

Dietas (100 g)	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3	Dieta 4
Fígado de frango	2 g	3 g	5 g	10 g
Farinha de grão-de-bico	1 g	2 g	5 g	-
Gérmen de trigo	1 g	1 g	1,5 g	2 g
Mel	1 g	2,5 g	5 g	5 g
Levedura de cerveja	-	-	2 g	10 g
Whey	-	-	-	5 g
Complexo vitamínico	-	-	0,35 mL	-
Solução vitamínica	0,45 mL	0,90 mL	1,35 mL	-
Ácido ascórbico	0,12g	0,17 g	0,21 g	0,45 g
Nipagin 0,40%	0,10 g	0,12 g	0,14 g	0,16 g
Ácido benzoico 0,5%	0,5 mL	0,5 mL	0,5 mL	0,5 mL
Ácido clorídrico 5%	0,5 mL	0,5 mL	0,5 mL	0,5 mL
Ágar Agar	2,5 g	2,5 g	2,5 g	2,5 g
Água	90,87 mL	86,81 mL	75,95 mL	63,89 mL

¹Informações sobre os componentes do CV e SV (Anexo 2).

4.2.3 Experimento 3

Em um último teste, a dieta mais promossora (dieta 3), com base no experimento 2, foi testada isoladamente e em mistura com ovos de *E. kuehniella* [dieta 3 (80%) e ovos de *E. kuehniella* (20%)], e comparada com uma dieta padrão para criação do predador, com 100% de ovos de *E. kuheniella*. Neste teste, foram utilizadas larvas do 3º instar de *C. externa*.

Cada larva de *C. externa* foi colocada isoladamente em arenas de acrílico (3 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura) e alimentada com uma das respectivas dietas. O experimento foi inteiramente casualizado com três tratamentos e 20 repetições. Para fins de análise estatística, o conjunto de duas arenas de cada tratamento foi considerado uma repetição.

Foram avaliados os parâmetros de sobrevivência e duração de cada estágio de desenvolvimento de *C. externa* até atingir a fase adulta.

O experimento foi conduzido em laboratório à temperatura de $25,0 \pm 2,0^\circ\text{C}$, umidade relativa de $70 \pm 3\%$ e fotofase de 14 horas.

4.2.4 Custos da dieta de criação de *Chrysoperla externa*

Foram comparados os custos de produção da dieta artificial 3 (dieta 3) com adição de 20% de ovos de *E. kuehniella* com uma dieta padrão para larvas de *C. externa*, com 100% de ovos de *E. kuehniella*. Para a comparação dos custos de produção de cada dieta, foram considerados os valores comerciais (fevereiro de 2022) de cada ingrediente utilizado na dieta.

4.3 Estudos sobre influência de crisopídeos sobre o comportamento de ácaros-praga

Estudos sobre a influência de *C. externa* sobre o comportamento de ácaros fitófagos e predadores foram conduzidos em arenas de folha, baseando-se na metodologia descrita por Barnes et al. (2002). Arenas de folha foram previamente expostas à presença de larvas de *C. externa* que foram deixadas nas arenas por um período de até 24 horas, juntamente com diferentes fases de desenvolvimento de ácaros-praga, que serviram de alimento ao predador (GROSTAL; DICKE, 1999). Imediatamente antes do início do experimento, as larvas do predador e todas as formas ativas vivas dos ácaros (não predadas) foram retiradas das arenas. O comportamento de movimentação (distância percorrida por tempo, velocidade de caminamento, tempo parado, tempo em movimento) e oviposição dos ácaros em arenas expostas à presença do predador foram comparados com os dos ácaros (da mesma espécie) em folhas não expostas ao predador (*C. externa*). Os estudos foram realizados para os ácaros das espécies *T. urticae* e *R. indica*.

Imediatamente após a remoção de todos os predadores (assim como de todos os ácaros sobreviventes), foram colocados até dez ácaros fitófagos adultos de uma das espécies mencionadas anteriormente, em cada arena de folha feijão-de-porco (para *T. urticae*) ou de coqueiro (para *R. indica*).

Filmagens por 60 minutos foram realizadas após 1 h, 6 h, 12 h, 24 h e 48 h após o término do período de exposição das arenas às larvas de *C. externa*. No final de cada período de filmagem, foram realizadas as contagens do número de ovos dos ácaros mantidos sobre as arenas de teste.

Os dados de comportamento de movimentação (distância percorrida em 60 min, velocidade de caminamento, tempo sem movimentação) foram submetidos à análise de variância com dois fatores (Two Way ANOVA): exposição prévia as larvas de *C. externa*

(com ou sem exposição) e tempo após o término da exposição da praga às larvas do crisopídeo (1h, 6h, 12h, 24h, 48h). O experimento foi repetido quatro vezes.

Os dados de oviposição para cada espécie de ácaro, considerando-se todas as avaliações realizadas em diferentes tempos após o término da exposição da praga às larvas do crisopídeo, foram analisados utilizando-se o teste de Wilcoxon (não paramétrico) ($P < 0,05$), pelo fato de que os dados não satisfizeram as suposições de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (teste de Levene).

4.4 Comportamento de predação de larvas de *Chrysoperla externa* sobre ácaros-praga

4.4.1 Teste de predação de *Raoiella indica*

Foram realizados testes de predação do ácaro-vermelho-das-palmeiras, *R. indica*, utilizando-se larvas de primeiro, segundo e terceiro instares de *C. externa*.

Foi colocada uma larva do crisopídeo por arena constituída por um recipiente de acrílico (3 cm de diâmetro x 1,5 cm de altura) (Figura 2A). Em cada arena foram oferecidos adultos do ácaro *R. indica* em diferentes quantidades por arena: 30, 60, 90, 120, 150, 180 e 210. A contagem do número de ácaros predados em cada arena foi realizada quatro horas após a exposição dos ácaros à larva do crisopídeo. O experimento foi repetido 12 vezes. O experimento foi conduzido em sala climatizada a $24 \pm 1^\circ\text{C}$ e umidade relativa de $54 \pm 2\%$.

Os dados de predação foram submetidos à análise de variância com dois fatores (Two Way ANOVA): instar larval (1º, 2º ou 3º) e densidade de presas por arena (30, 60, 90, 120, 150).

Foram realizadas análises de correlação entre as densidades de presas por arena e o número de ácaros predados por cada instar larval.

4.4.2 Teste de predação de *Tetranychus urticae*

Os testes com *T. urticae* foram conduzidos seguindo a mesma metodologia descrita para *R. indica*, porém, substituindo-se o ácaro *R. indica* por *T. urticae*.

No caso de *R. indica*, foram avaliadas as seguintes quantidades de adultos de *R. indica* por arena, nos testes de predação: 30, 60, 90, 120, 150.

4.5 Experimentos de liberação de *Chrysoperla externa* para o controle biológico de artrópodes-praga em diferentes plantas hospedeiras

Foram realizados estudos sobre liberação de *C. externa* em dois tipos de cultivos: algodão e coqueiro. A avaliação da eficiência da liberação foi realizada baseando-se no método proposto por Freitas (2001). Foram avaliadas as densidades populacionais de diversos artrópodes que podem ser atacados pelos crisopídeos, incluindo pulgões e ácaros.

4.5.1 Experimento de liberação de larvas de *Chrysoperla externa* em algodoeiro

No período de junho e julho de 2018, foi instalado um experimento de liberação de crisopídeos (*C. externa*) em um cultivo de algodão, na área experimental do Laboratório de Acarologia do IB (Figura 3), em Campinas, SP, que estava infestada naturalmente por pulgões da espécie *A. gossypii*. As liberações do predador foram feitas utilizando-se larvas de 2º instar em diferentes densidades populacionais por planta.



Figura 3. Área de cultivo de algodão onde foram feitas liberações de predadores em diferentes densidades. Campinas, SP, junho de 2018.

Foram utilizados os seguintes tratamentos:

- 1) Liberação de 05 larvas de *C. externa* por planta de algodão
- 2) Liberação de 10 larvas de *C. externa* por planta de algodão
- 3) Liberação de 20 larvas de *C. externa* por planta de algodão
- 4) (Controle): Sem liberação de larvas de *C. externa* em plantas de algodão

O experimento foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos e cinco repetições.

As amostragens foram realizadas em três alturas diferentes (65 cm, 50 cm e 35 cm) de cada planta, sendo que, as liberações das larvas de *C. externa* foram feitas na altura de 65 cm, a partir do solo (Figura 4).

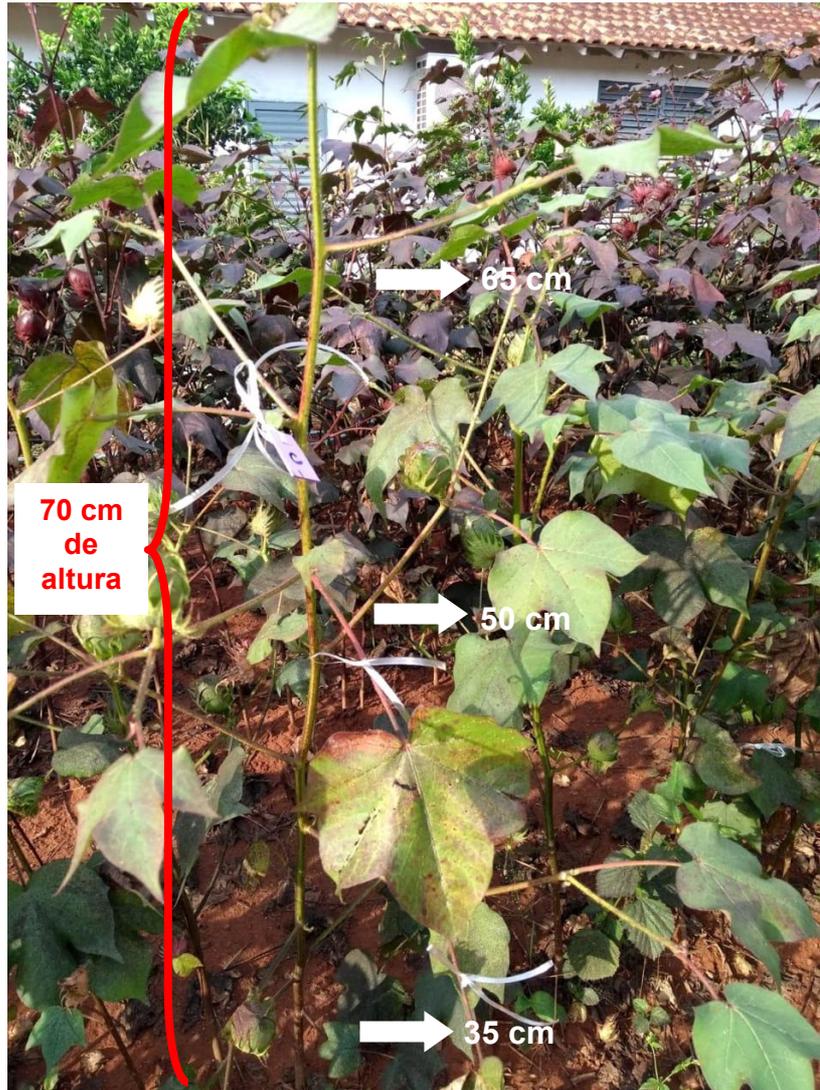


Figura 4. Planta de algodão (controle): As setas indicam os locais de amostragem de pulgões, em área experimental com liberação de larvas de *Chrysoperla externa*. Campinas, SP, junho de 2018.

Cada parcela foi constituída de três plantas, sendo avaliada apenas a planta central, com liberação das larvas do crisopídeo. As duas plantas laterais foram consideradas bordadura.

As avaliações do número de pulgões por folha foram conduzidas aos 1, 3, 5, 7 e 14 dias após a liberação das larvas de *C. externa* sobre as plantas de algodão.

4.5.2 Experimento de liberação de *Chrysoperla externa* em coqueiro

O experimento foi conduzido em casa-de-vegetação do Laboratório de Acarologia do Instituto Biológico, em Campinas, SP, no período de julho a agosto de 2020. As liberações foram feitas utilizando larvas de 2º instar de *C. externa* em diferentes densidades, sobre plantas (mudas) de coqueiro anão (Figura 5).

Foram utilizados os seguintes tratamentos:

- 1) Liberação de 10 larvas de *C. externa* por planta (coqueiro)
- 2) Liberação de 20 larvas de *C. externa* por planta (coqueiro)
- 3) Liberação de 40 larvas de *C. externa* por planta (coqueiro)
- 4) (Controle) Sem liberação de larvas de *C. externa* em coqueiro



Figura 5. Mudanças de coqueiro anão agrupadas de acordo com a densidade de larvas de *Chrysoperla externa* liberadas (10, 20 e 40).

No dia anterior à liberação das larvas de *C. externa* (28/07/2020) foi feita uma avaliação prévia com contagem das formas ativas dos ácaros da espécie *R. indica* presentes em folíolos de coqueiro. As avaliações foram feitas diariamente, após a liberação das larvas do crisopídeo, durante sete dias, contando-se todas as formas ativas de *R. indica* em um folíolo escolhido (área correspondente a um trecho de 4 cm de folíolo) de forma aleatória em cada planta de coqueiro e cada tratamento foi constituído por cinco vasos com plantas de coqueiro.

Os dados de número de ácaros *R. indica* foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste *t*, a 5% de significância.

Foram realizadas análises de correlação linear (Pearson) entre as densidades populacionais de *R. indica* e as taxas de liberação de *C. externa*, para cada dia após a liberação de *C. externa* sobre as plantas de coqueiro.

As porcentagens de redução populacional de *R. indica*, nos tratamentos com liberação de *C. externa*, foi calculada utilizando-se a equação de Henderson e Tilton (1955).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Estudos para aprimoramento da metodologia de criação de *Chrysoperla externa*

5.1.1 Experimento 1

Inicialmente foram testadas duas dietas a base de fígado de frango e mel, diferindo uma da outra pela adição de levedura de cerveja na dieta 1 ou “Whey protein” (proteína isolada de ervilha) na dieta 2.

As duas dietas mostraram-se adequadas para o desenvolvimento das larvas de *C. externa* a partir do segundo instar com 100% de sobrevivência larval para a dieta 1 (com whey protein) e 95% para a dieta 2 (com levedura de cerveja).

A principal diferença ($t = 2,0586$; g.l. = 28,78; $p = 0,0489$) detectada entre as duas dietas foi o período de duração da fase larval (a partir do início do segundo instar) de *C. externa*, que se mostrou 12,3% maior no tratamento com a dieta 1, com “Whey protein” (Figura 6).

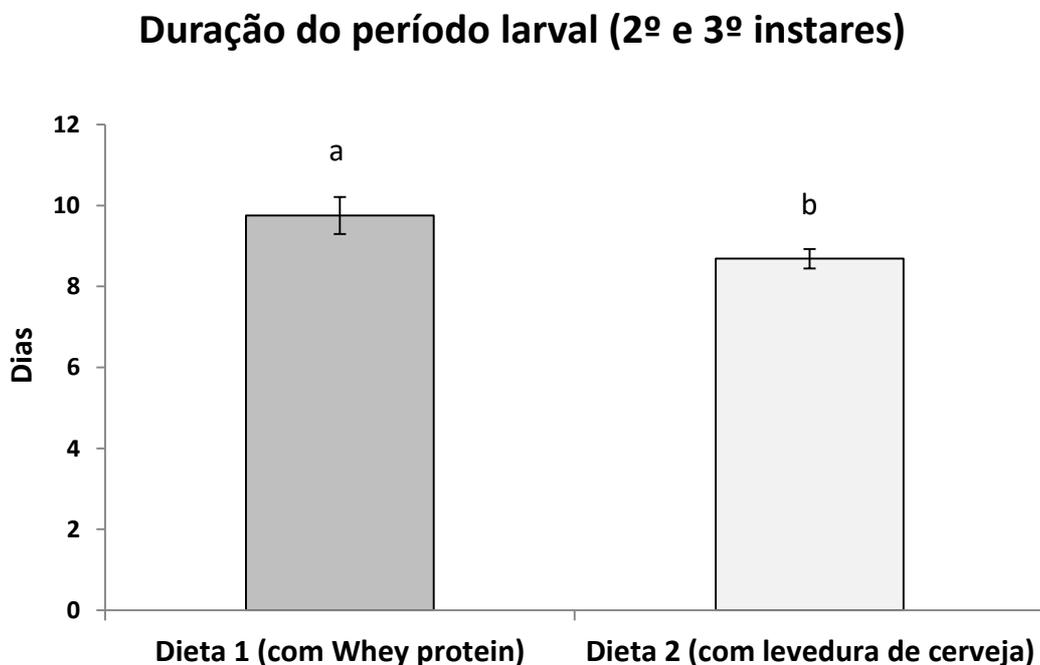


Figura 6. Duração da fase larval de *Chrysoperla externa*, a partir do início do segundo instar larval, para duas dietas larvais, a $26,5 \pm 1,0^\circ\text{C}$. Colunas com letras distintas diferem entre si pelo teste t (LSD) a 5% de significância.

Os resultados indicam que a dieta 2 (com levedura de cerveja) mostra-se mais favorável ao desenvolvimento das larvas de *C. externa*, em relação à dieta 1, permitindo atingir a fase de pupa em menor tempo.

Embora essas dietas tenham possibilitado a formação de pupas, a sobrevivência das mesmas foi baixa para as duas dietas, sendo respectivamente de 25,0% e 40,0%, para as dietas 1 e 2.

O menor período de desenvolvimento da fase de larva e a maior taxa de sobrevivência das pupas de *C. externa* observados para o tratamento com a dieta 2, indicam que a levedura de cerveja se mostra mais adequada que Whey protein para o desenvolvimento das larvas de *C. externa*.

5.1.2 Experimento 2

No experimento 2, foram comparadas três diferentes dietas a base de fígado de frango, farinha de grão-de-bico, gérmen de trido e mel. As dietas diferiram uma das outras pela adição ou não de levedura de cerveja e complexo vitamínico, e pelas diferentes proporções de cada um dos ingredientes mencionados, além de solução vitamínica e ácido ascórbico (Tabela 3).

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos ($F = 9,8259$; g.l. = 2, 12; $p = 0,0033$), com maior sobrevivência das larvas no tratamento com a dieta 3 (durante o período de avaliação de 10 dias), que seria a mais completa entre as dietas avaliadas.

Tabela 3. Sobrevivência larval de *Chrysoperla externa*, para três dietas artificiais ofertadas às larvas do 2º instar do crisopídeo

Ingredientes (principais)	Dietas (100 g)		
	Dieta 1	Dieta 2	Dieta 3
Fígado de frango	2 g	3 g	5 g
Farinha de grão-de-bico	1 g	2 g	5 g
Gérmen de trigo	1 g	1 g	1,5 g
Mel	1 g	2,5 g	5 g
Levedura de cerveja	-	-	2 g
Complexo vitamínico	-	-	0,35 mL
Solução vitamínica	0,45 mL	0,90 mL	1,35 mL
Ácido ascórbico	0,12g	0,17 g	0,21 g
Sobrevivência larval (%)	45,46 ± 4,17 b	51,3 ± 3,23 b	62,50 ± 2,68 a ¹

¹Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância.

Além da maior taxa de sobrevivência larval, observou-se maior tamanho das larvas de *C. externa* alimentadas com a dieta 3, que se mostraram pelo menos 60% maiores (em comprimento) que as larvas alimentadas com a dieta 1 ou dieta 2 (Figura 7).

Os resultados indicam que o acréscimo de alguns ingredientes na dieta, como a levedura de cerveja e o complexo vitamínico, são de grande importância para o desenvolvimento e sobrevivência das larvas de *C. externa*.

A baixa proporção de fígado de frango e outras fontes de proteína pode ter afetado significativamente a sobrevivência larval de *C. externa*, nas três dietas avaliadas.



Figura 7. Larva de 2º instar de *Chrysoperla externa* com menos de 3 mm de comprimento (3A), larva de 2º instar com mais de 5 mm (3B). A larva da figura 3B foi alimentada com a dieta 3.

5.1.3 Experimento 3

A dieta 3, que se mostrou a mais favorável para o desenvolvimento das larvas de *C. extena* no experimento 2, foi testada isoladamente ou em mistura com 20% de ovos de *E. kuehniella*, para avaliar a sua influência no desenvolvimento e na sobrevivência das larvas e pupas do crisopídeo, até atingir a fase adulta. Observou-se boa procura das larvas do crisopídeo pela dieta 3, em mistura ou não como os ovos de *E. kuehniella* (Figura 8).

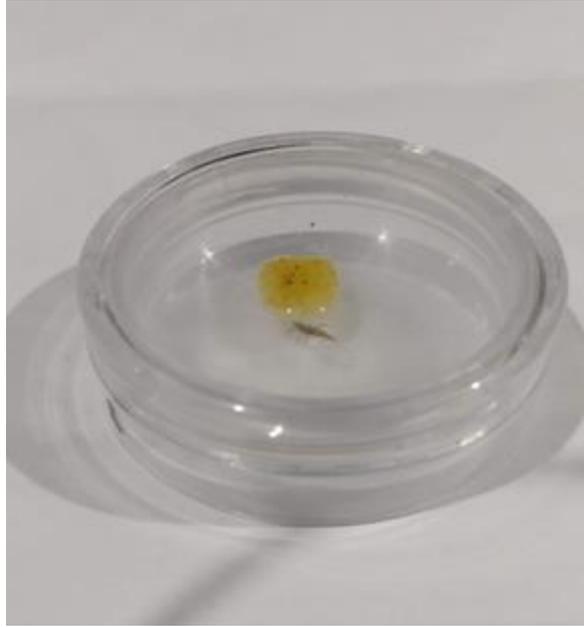


Figura 8. Larva de 3º instar consumindo a mistura de dieta 3 + 20% de ovos de *Ephestia kuehniella*

Embora a dieta 3, contendo levedura de cerveja e complexo vitamínico, tenha favorecido a sobrevivência inicial e o crescimento das larvas de *C. externa*, não se observou a formação de pupas do crisopídeo, quando a dieta foi oferecida isoladamente para as larvas de terceiro instar de *C. externa*. Esse mau desempenho da dieta 3 pode estar associada à baixa concentração de alguns componentes da dieta, como fígado de frango (5%) e levedura de cerveja (2%), que podem ter sido ingeridos em quantidades insuficientes pelas larvas do inseto predador. O aumento na concentração desses componentes na dieta pode fazer com que as larvas do crisopídeo possam obter maior quantidade dos nutrientes associados a esses compostos, ingerindo a mesma quantidade de alimento.

Com o acréscimo de 20% de ovos de *E. kuehniella*, observou-se uma melhoria significativa da dieta 3, passando-se a obter sobrevivências de 90% para as larvas de terceiro instar e de 95% para as pupas de *C. externa*, não diferindo significativamente do tratamento com 100% de ovos de *E. kuehniella*, em termos de sobrevivência das fases de larva (L3) e pupa ($p > 0,05$). No caso do tratamento com apenas de ovos de *E. kuehniella*, observou-se 95% de sobrevivência de larvas (L3) e 100% de pupas de *C. externa*.

Bonani et al. (2009) também observaram zero por cento de viabilidade larval de *C. externa* quando as larvas do crisopídeo foram alimentadas exclusivamente com pulgões da espécie *Toxoptera citricida* (Kirkaldy) (Hemiptera: Aphididae), concluindo que os pulgões desta espécie não se contituem um alimento adequado para o crisopídeo.

Caetano (1995) observou que a viabilidade larval de *C. externa*, em condições ambientais controladas, variou de 97 a 100%, quando as larvas foram alimentadas com ovos de *E. kuehniella*, coincidindo com os resultados obtidos no presente experimento. No entanto, Boregas et al. (2003) reportaram taxas de viabilidade larval (L3) de *C. externa* entre 68,6 a 76,9, em condições de casa-de-vegetação, com temperaturas oscilando entre 15 e 27°C e umidade relativa entre 65 e 90%, para o mesmo tipo de alimento.

Ribeiro (1988), avaliando a criação de *C. externa* em tubos de vidro, mantida a $25 \pm 2^\circ\text{C}$, e $70 \pm 10\%$ de umidade relativa, e alimentada com ovos de *Alabama argilacea* (Hübner) (Lepidoptera: Noctuidae), obteve 100% de sobrevivência para essa fase, indicando que outras espécies de insetos também podem ser úteis para a criação desta espécie de crisopídeo.

Em termos de duração das fases de desenvolvimento, observou-se aumento significativo na duração das fases de larva (L3) (59,8% ou 1,9 dias) ($t = 8,2393$; g.l. = 1, 38; $p < 0,001$) e pupa (11,9% ou 1,08 dias) ($t = 2,8154$; g.l. = 1, 36; $p = 0,0078$), em relação ao tratamento com apenas ovos de *E. kuehniella*, no presente experimento (Figura 9).

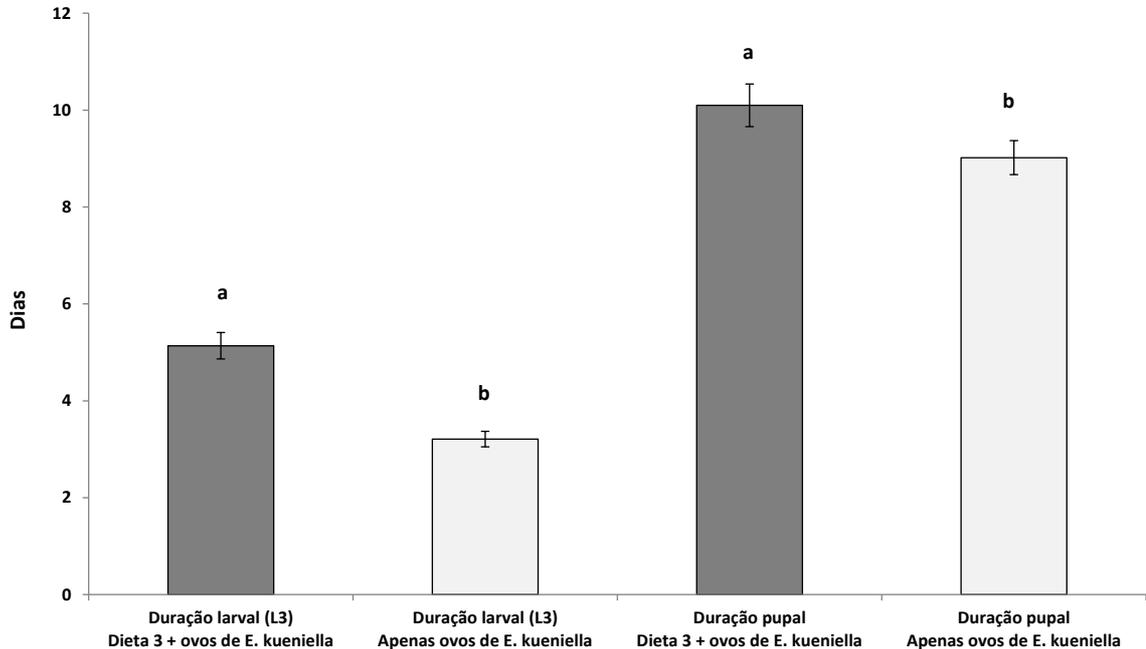


Figura 9. Duração da fase larval, a partir do início do terceiro instar (L3) e da fase pupal de *Chrysoperla externa*, a $25,0 \pm 2^\circ\text{C}$, para larvas alimentadas com a dieta 3 em mistura com ovos de *Ephestia kuehniella* (20%) e dieta padrão com apenas ovos de *E. kuehniella* (100%). Colunas com letras distintas, para a mesma fase de desenvolvimento, diferem entre si pelo teste t (LSD) a 5% de significância.

O maior período de duração das fases de larva e pupa é um indicativo que há necessidade de ajustes na dieta 3 (mesmo em mistura com ovos de *E. kuehniella*), para se obter uma criação de *C. externa* com as mesmas características da dieta padrão com 100% de ovos de *E. kuehniella*. Ajustes nas proporções de proteínas e carboidratos, na dieta 3, devem favorecer o estabelecimento de uma dieta mais adequada para a criação do crisopídeo.

Maia et al. (2000) verificaram que a 24°C a duração da fase larval de *C. externa*, alimentada com o pulgão *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), foi de $3,5 \pm 0,3$; $3,3 \pm 0,3$ e $3,8 \pm 0,4$ dias, respectivamente, para o primeiro, segundo e terceiro ínstars. O valor 3,2 dias observado no presente trabalho, para a duração do terceiro instar larval de *C. externa*, alimentada com ovos de *E. kuehniella*, foi semelhante ao observado por esses autores.

Ribeiro et al. (2011), estudando a viabilidade do uso de ovos de *Bonagota cranaodes* (Meyrick) (Lepidoptera: Tortricidae) para a criação de *C. externa*, observaram uma duração do terceiro instar larval do crisopídeo de $4,5 \pm 0,97$ dias e da fase de pupa de $9,3 \pm 1,43$ dias, com viabilidades entre 83,1% e 100%, para esses dois estágios de desenvolvimento. Os autores concluíram que ovos de *B. cranaodes* permitem o desenvolvimento das fases imaturas de *C. externa* e podem ser utilizados para a criação do inseto predador. Esses resultados de duração e viabilidade dos estágios de larva (L3) e pupa foram semelhantes aos observados para a dieta 3 com a adição de 20% de ovos de *E. kuehniella*.

5.1.4 Custos da dieta de criação de *Chrysoperla externa*

Com relação ao custo de produção de *C. externa*, considerando-se apenas o valor da dieta de criação, no caso da dieta 3 em mistura com 20% de ovos de *E. kuehniella*, observa-se uma redução no custo de produção de aproximadamente R\$ 7.515,00 por kg de dieta ou 75,2% em relação à dieta padrão com 100% de ovos de *E. kuehniella*, para valores de fevereiro de 2022.

Assim sendo, mesmo fazendo os ajustes necessários na dieta 3, com aumento na proporção de alguns ingredientes (como fígado de frango e levedura de cerveja), o valor da nova dieta em mistura com 20% de ovos de *E. kuehniella* ainda será de grande vantagem econômica para o estabelecimento de uma produção massal de *C. externa*, em condições de laboratório.

Tabela 4. Custo de produção da dieta padrão (apenas ovos de *Ephestia kuehniella*) e dieta 3 em mistura com 20% de ovos de *E. kuehniella*. Campinas, fevereiro de 2022.

Ingredientes (por kg)	Valores (R\$ por kg)	
	D3 + 20% de ovos de <i>E. kuehniella</i> (por kg)	Dieta padrão: 100% de ovos de <i>E. kuehniella</i> (por kg)
Fígado de frango 50g	0,39	
Farinha de grão-de-bico 50g	0,69	
Gérmen de trigo 15g	0,21	
Mel 50g	4,00	
Levedura de cerveja 20g	0,60	
Complexo vitamínico 3,5 mL	150,00	
Solução vitamínica 13,5 mL	320,00	
Ácido ascórbico 2,1 g	5,20	
Nipagin (0,40%) 1,4 g	0,30	
Ácido benzoico (0,5%) 5 mL	0,20	
Ácido clorídrico (5%) 5 mL	0,40	
Ágar Agar 25 g	2,60	
Ovos de <i>E. kuehniella</i> (até 1.000 g)	2.000,00	10.000,00
Valor total	2.484,50	10.000,00

5.2 Estudos sobre influência de crisopídeos sobre o comportamento de ácaros-praga

5.2.1 Influência de crisopídeos sobre o comportamento de *Raoiella indica*

Os estudos envolvendo a liberação prévia de larvas do crisopídeo *C. externa* sobre as arenas de folha de coqueiro indicam influência significativa dos odores associados à presença do predador sobre o comportamento de movimentação dos adultos de *R. indica*. Considerando-se os parâmetros de distância percorrida em 60 minutos e velocidade de deslocamento dos ácaros nas arenas de folha, observou-se um aumento de até 5,12 vezes na distância percorrida, assim como, na velocidade (média) de caminhar dos ácaros nas arenas previamente expostas às larvas do crisopídeo (Figuras 10 e 11).

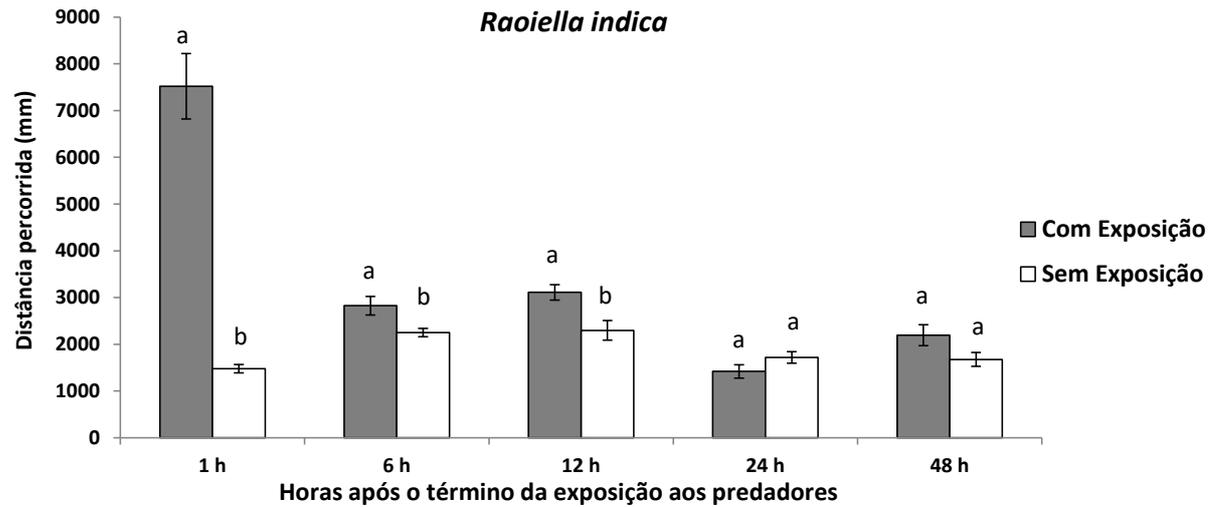


Figura 10. Distância percorrida por adultos de *Raoiella indica* em 60 minutos, em arenas de folha de coqueiro previamente expostas ou não às larvas de *Chrysoperla externa*, em diferentes períodos após a retirada das larvas do crisopídeo das arenas e introdução dos adultos do ácaro-praga nas arenas. Colunas com mesma letra não diferem entre si pelo teste t (LSD) a 5% de significância, para o mesmo período de avaliação.

O maior contraste ($t = 2,5847$; g.l. = 18; $p = 0,0199$) entre as velocidades de deslocamento dos ácaros *R. indica* nas arenas previamente expostas ao crisopídeo e nas não expostas ao predador foi observado na avaliação realizada uma hora após o término da exposição das arenas às larvas do predador (Figura 11). Diferenças significativas ($t \geq 2,3479$; g.l. = 18; $p \leq 0,032$) ainda foram mantidas até 12 horas após o término da exposição aos predadores, porém, com valores bem inferiores aos observados no início do experimento.

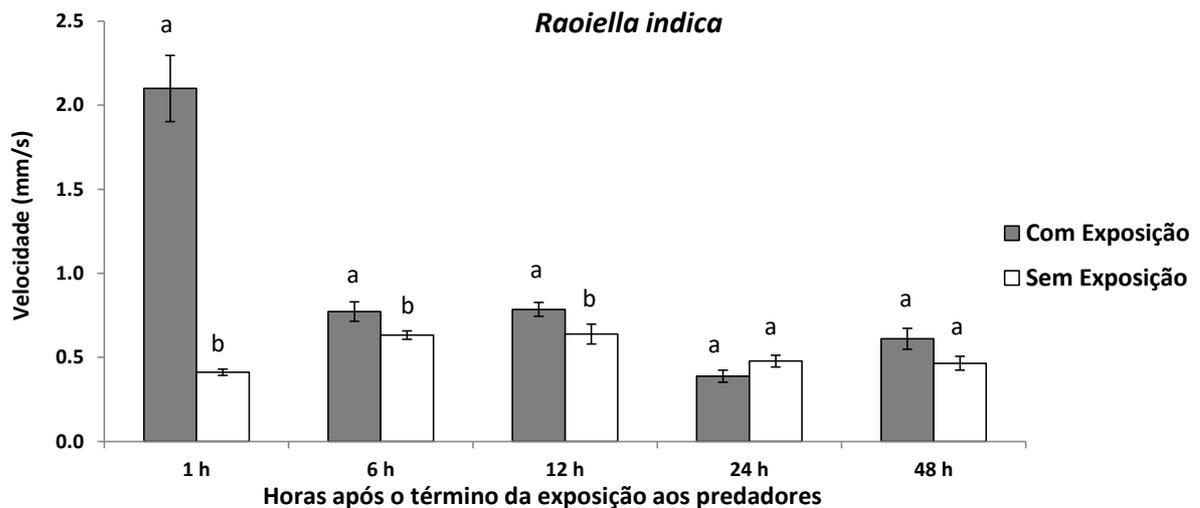


Figura 11. Velocidade média de adultos de *Raoiella indica* em 60 minutos, em arenas de folha de coqueiro previamente expostas ou não às larvas de *Chrysoperla externa*, em diferentes períodos após a retirada das larvas do crisopídeo das arenas e introdução dos adultos do ácaro-praga nas arenas. Colunas com mesma letra não diferem entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância.

A maior velocidade de caminamento dos ácaros *R. indica* nas arenas previamente expostas às larvas do crisopídeo está provavelmente associado aos odores deixados pelos predadores (*C. externa*) e presas (*R. indica*) nas arenas durante as 24 horas de permanência das larvas do predador em presença dos ácaros fitófagos da mesma espécie que serviram de alimento ao predador. Nesse caso diversas pistas da presença do predador nas arenas poderiam ter sido detectadas pelos ácaros *R. indica* introduzidos nas arenas após a retirada das larvas de *C. externa*, podendo-se mencionar as fezes dos predadores, restos mortais dos ácaros *R. indica* atacados pelo predador, cairomônios e feromônios de alarme emitidos pelos ácaros-praga, antes de serem removidos das arenas (JANSSEN et al., 1997; PIJANOWSKA, 1997; KACSOH et al., 2015).

Alterações no comportamento de artrópodes-praga em resposta à presença de predadores, incluindo o aumento na velocidade de caminamento e maior taxa de dispersão (comportamento de fuga) para evitar a presença dos inimigos naturais, também foram reportadas por diversos outros autores (GROSTAL; DICKE, 1999; CHOH; TAKABAYASHI, 2007).

Em trabalhos recentes (2021) conduzidos no Instituto Biológico, observou-se também um aumento na velocidade de caminamento (até 2,9 vezes) de *Brevipalpus yothersi* Baker (Acari: Tenuipalpidae) em arenas previamente expostas aos ácaros predadores da espécie

Euseius concordis (Chant) (Acari: Phytoseiidae) (Comunicação Pessoal: Maria Cristina Vitelli Queiroz), coincidindo com os resultados obtidos para *R. indica* na presente pesquisa. Deve ser lembrado que *B. yothersi* pertence à mesma família (Tenuipalpidae) de ácaros que *R. indica*. Nesse caso, os ácaros tenuipalpeos das duas espécies apresentaram um comportamento semelhante em resposta aos odores associados à presença de predadores de tamanhos e grupos taxonômicos (Acari: Phytoseiidae e Insecta: Neuroptera: Chrysopidae) bastante distintos.

Com relação às taxas de oviposição, observou-se redução significativa ($z = 2,0226$; $n = 5$; $p = 0,0431$) no número de ovos (27,8%) depositados por *R. indica* nas arenas previamente expostas às larvas de *C. externa*, considerando-se as primeiras 48 horas após o término da exposição das arenas ao predador (Figura 12).

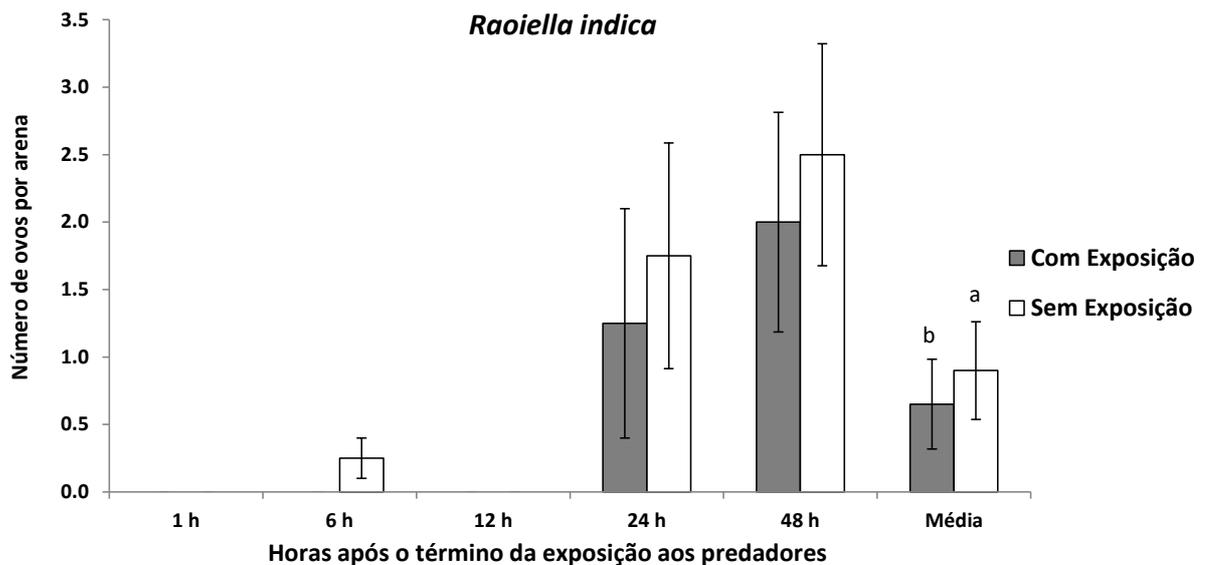


Figura 12. Número de ovos (média \pm EP) depositados por fêmeas de *Raoiella indica*, em arenas de folha de coqueiro previamente expostas ou não às larvas de *Chrysoperla externa*, em diferentes períodos após a retirada das larvas do crisopídeo das arenas e introdução dos adultos do ácaro-praga nas arenas. Colunas com letras minúsculas distintas são significativamente diferentes entre si pelo teste de Wilcoxon (signed-rank test) ($P < 0,05$).

As reduções nas taxas de oviposição de *R. indica* nas arenas previamente expostas às larvas do crisopídeo estão provavelmente associadas ao maior gasto de energia dos ácaros, que caminharam por uma distância maior e com maior velocidade nas primeiras horas após o

contato com os odores associados à presença do inseto predador (GROSTAL; DICKE, 1999; CHOH; TAKABAYASHI, 2007; CHOH et al., 2010). Nesse aspecto, pesquisas bioquímicas e moleculares ainda são necessárias para explicar os possíveis mecanismos associados às interações entre o predador e a presa (CINEL et al., 2020).

5.2.2 Influência de crisopídeos sobre o comportamento de *Tetranychus urticae*

No caso de ácaro-rajado, também foi observada influência significativa ($t \geq 2,2096$; g.l. = 18; $p \leq 0,0403$) dos odores associado à presença do crisopídeo sobre a distância percorrida pelo ácaro-praga, assim como, sobre a velocidade dos ácaros-praga nas primeiras 12 horas após o término da exposição das arenas ao predador, observando-se reduções de até 21,9% na distância percorrida pelo ácaro fitófago nas arenas previamente expostas ao predador (Figura 13).

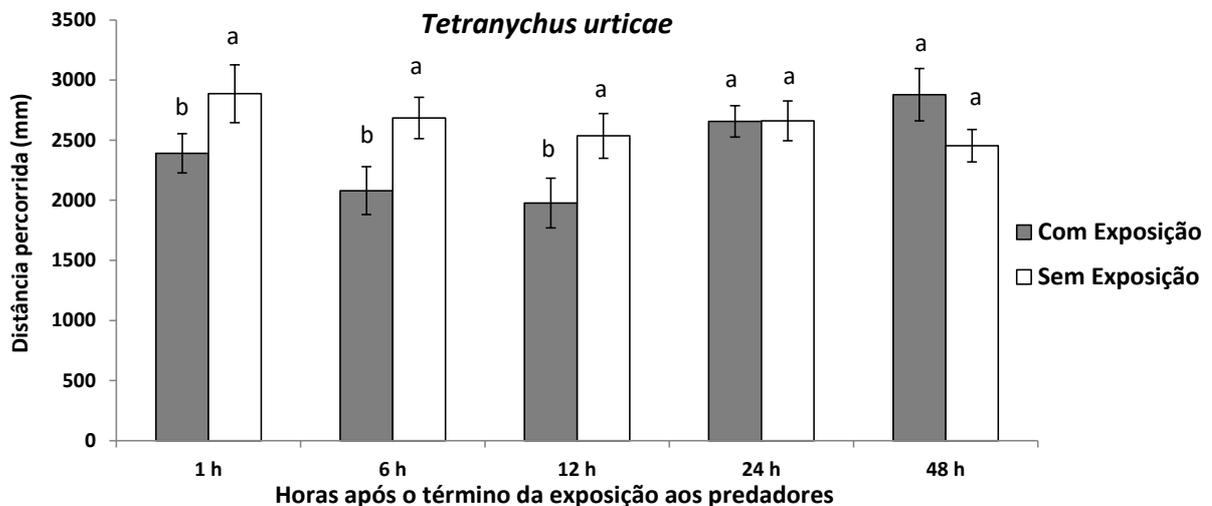


Figura 13. Distância percorrida por adultos de *Tetranychus urticae* em 60 minutos, em arenas de folha de feijão-de-porco previamente expostas ou não às larvas de *Chrysoperla externa*, em diferentes períodos após a retirada das larvas do crisopídeo das arenas e introdução dos adultos do ácaro-praga nas arenas. Colunas com mesma letra não diferem entre si pelo teste t (LSD) a 5% de significância.

O maior contraste ($\sim 22\%$) ($t = 2,175$; g.l. = 18; $p = 0,043$) entre as velocidades de deslocamento dos ácaros *R. indica*, nas arenas previamente expostas ao crisopídeo e nas não expostas ao predador, foi observado na avaliação realizada seis horas após o término da exposição das arenas às larvas do predador (Figura 14).

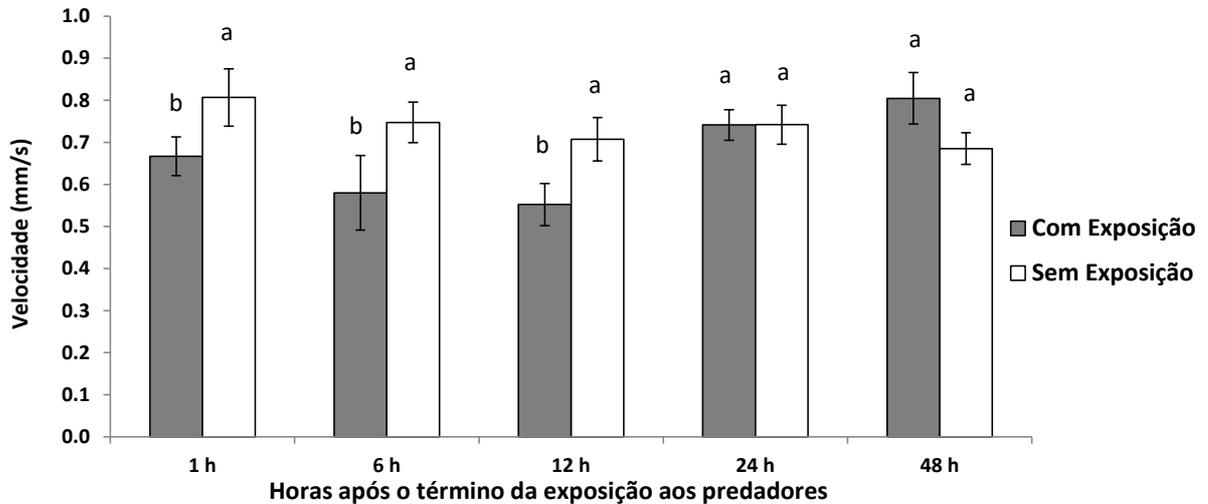


Figura 14. Velocidade média de adultos de *Tetranychus urticae* em 60 minutos, em arenas de folha de feijão-de-porco previamente expostas ou não às larvas de *Chrysoperla externa*, em diferentes períodos após a retirada das larvas do crisopídeo das arenas e introdução dos adultos do ácaro-praga nas arenas. Colunas com mesma letra não diferem entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância.

Ao contrário do observado para *R. indica*, no caso de *T. urticae* foram observadas reduções na distância percorrida e na velocidade de caminamento dos ácaros nas arenas previamente expostas às larvas de *C. externa*, em vez de aumento nos valores desses parâmetros como observado para o ácaro tenuipalpídeo.

Essa diferença de comportamento observada entre essas espécies de ácaros pode estar associada às estratégias de defesa adotadas por cada espécie ou família de ácaro. No caso de ácaros da família Tetranychidae, uma das principais estratégias de defesa em resposta ao ataque de artrópodes predadores é a produção de teias de proteção, para dificultar o caminamento dos predadores e reduzir o desempenho desses organismos (GERSON, 1985; LEMOS et al., 2010).

A menor taxa de caminamento observada para *T. urticae* nas arenas previamente expostas às larvas de *C. externa* pode estar associada ao estímulo dos odores deixados pelo predador, induzindo a produção de uma teia mais densa ou modificada, para dificultar o deslocamento do inseto predador (TIEN et al., 2009; LEMOS et al., 2010). Nesse caso, o ácaro-praga reduziria a velocidade global de caminamento para a produção desta de teia mais densa para sua defesa (LEMOS et al., 2010).

A produção de teia por ácaros tetraniquídeos pode ser efetiva contra diversos predadores (incluindo crisopídeos), no entanto, a teia dos ácaros em geral não protege contra todas as espécies de predadores. Devido à grande importância das teias na proteção contra predadores, algumas espécies de ácaros predadores, tais como *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) desenvolveram modificações no padrão de setas médio-dorsais para facilitar o deslocamento entre as teias dos ácaros tetraniquídeos (SABELIS; BAKKER, 1992) ou até mesmo cortar fios da teia (SHIMODA et al. 2009; LEMOS et al., 2010).

Com relação à taxa de oviposição, embora os ácaros *T. urticae* tenham caminhado menos nas arenas previamente expostas às larvas de *C. externa*, observou-se redução significativa ($z = 2.6656$; $n = 9$; $p = 0,0077$) no número de ovos (23,9%) depositados pelo ácaro-praga nessas arenas em 48 horas (Figura 15), corroborando a hipótese de maior investimento de tempo e energia no preparo de teias mais densas ou modificadas, para dificultar o caminhamento e reduzir o desempenho das larvas de *C. externa* na predação de *T. urticae* (LEMOS et al., 2010).

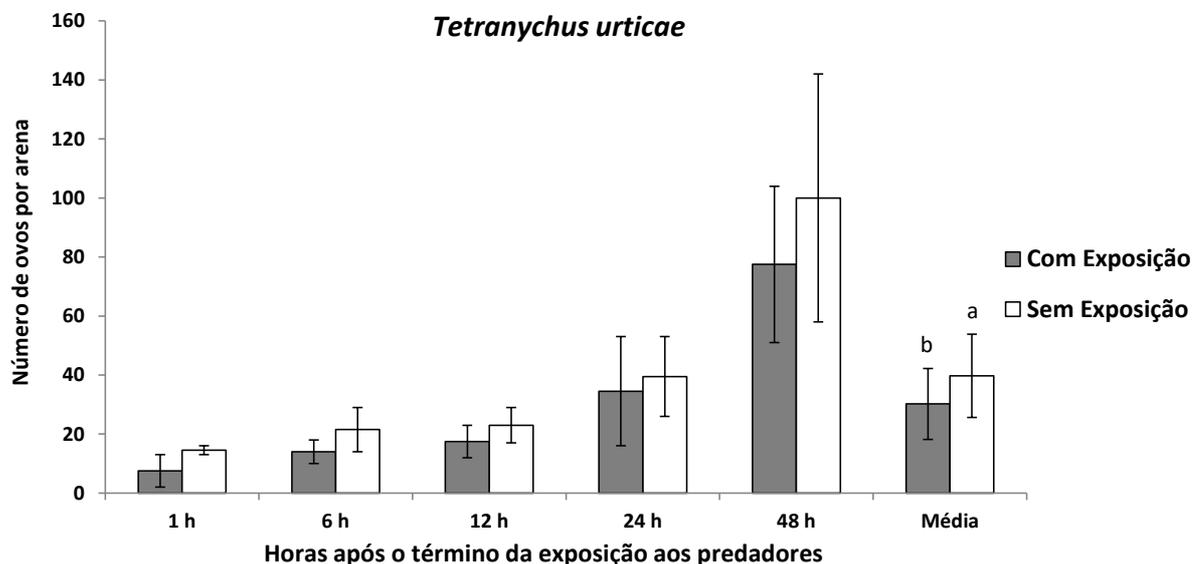


Figura 15. Número de ovos (média \pm EP) depositados por fêmeas de *Tetranychus urticae*, em arenas de folha de feijão-de-porco previamente expostas ou não às larvas de *Chrysoperla externa*, em diferentes períodos após a retirada das larvas do crisopídeo das arenas e introdução dos adultos do ácaro-praga nas arenas. Colunas com letras minúsculas distintas são significativamente diferentes entre si pelo teste de Wilcoxon (signed-rank test) ($P < 0,05$).

5.3 Comportamento de predação de larvas de *Chrysoperla externa* sobre ácaros-praga

5.3.1 Testes de predação de *Raoiella indica*

Observou-se influência significativa ($F = 4,8476$; g.l. = 2, 213; $p = 0,0089$) do instar larval de *C. externa* sobre a taxa de predação sobre o ácaro tenuipalpeado, com diferenças significativas ($t \geq 2,0597$; g.l. = 142; $p \leq 0,0412$) entre o primeiro instar larval e os outros dois instares avaliados (2º e 3º). A maior taxa de predação de *R. indica* foi observada para a larva de terceiro instar do crisopídeo (97,4 ácaros/larva), em um período de quatro horas, sendo que, esta taxa foi 38,3 % maior que da larva de primeiro instar (70,4 ácaros/larva), mas não diferiu significativamente da larva de segundo instar (87,6 ácaros/larva) (Figura 16).

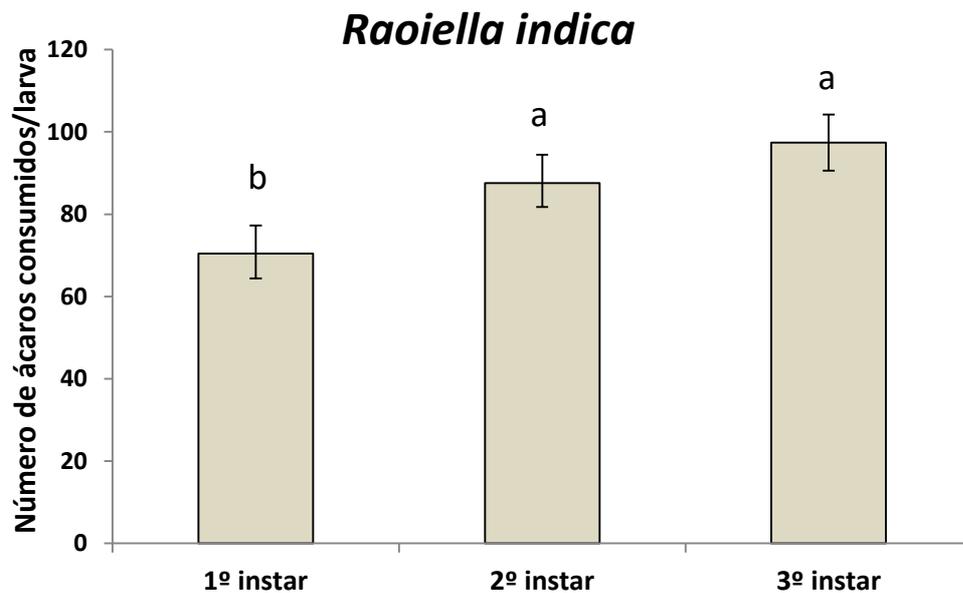
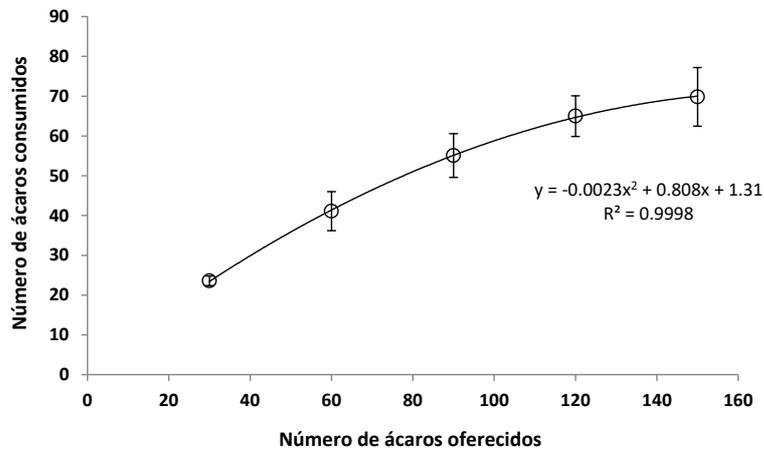


Figura 16. Número médio de adultos de *Raoiella indica* predados por larva de *Chrysoperla externa* em um período de quatro horas, em condições de laboratório ($24 \pm 1^\circ\text{C}$; UR $54 \pm 2\%$). Colunas com mesma letra não diferem entre si pelo teste t (LSD) a 5% de significância.

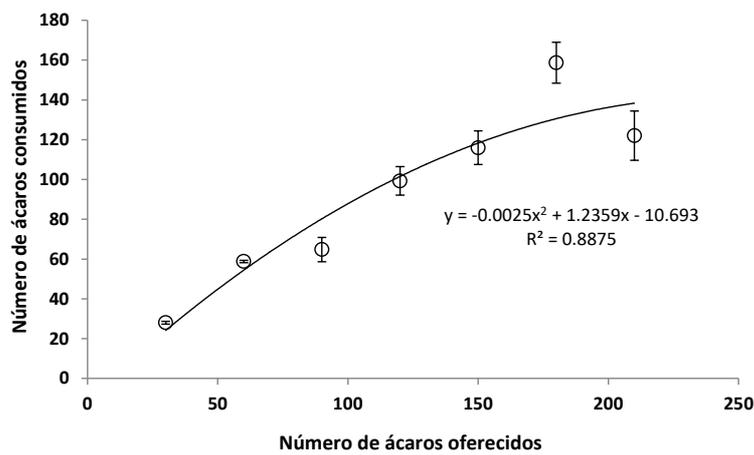
Foram observadas diferenças significativas ($F \geq 10,7365$; g.l. = 6, 63; $p < 0,0001$) entre as taxas de predação para as diferentes quantidades (30, 60, 90, 120, 150, 180, 210) de presas (adultos de *R. indica*) oferecidas para cada larva de primeiro, segundo e terceiro instar de *C. externa*, observando-se as maiores taxas de predação para as arenas com as maiores densidades populacionais do ácaro-praga, para as larvas de primeiro e terceiro instares. No caso da larva de segundo instar, a maior taxa de predação (158,7 ácaros por larva do crisopídeo em 4 h) foi observada para as arenas com 180 ácaros *R. indica*, indicando o atingimento do limiar máximo de consumo deste ácaro-praga pelas larvas de segundo instar deste predador. Não se observou aumento na taxa de consumo de adultos de *R. indica* por *C. externa* quando foram oferecidos 210 ácaros por arena, sendo que, o número de ácaros consumidos por larva de *C. externa* em 4 h neste tratamento (122,0) foi inferior ao observado para o tratamento com 180 ácaros por arena (158,7) e semelhante ao observado para o tratamento com 150 ácaros por arena (115,9).

Foram observadas também correlações positivas e significativas ($R^2 \geq 0,8875$; g.l. = 24; $p \leq 0,0039$) entre o número de ácaros *R. indica* oferecidos e consumidos por larvas do primeiro, segundo e terceiro instares de *C. externa*, indicando a importância desses estádios de desenvolvimento de *C. externa* para o controle do ácaro-praga (Figura 17).

1º instar de *C. externa*



2º instar de *C. externa*



3º instar de *C. externa*

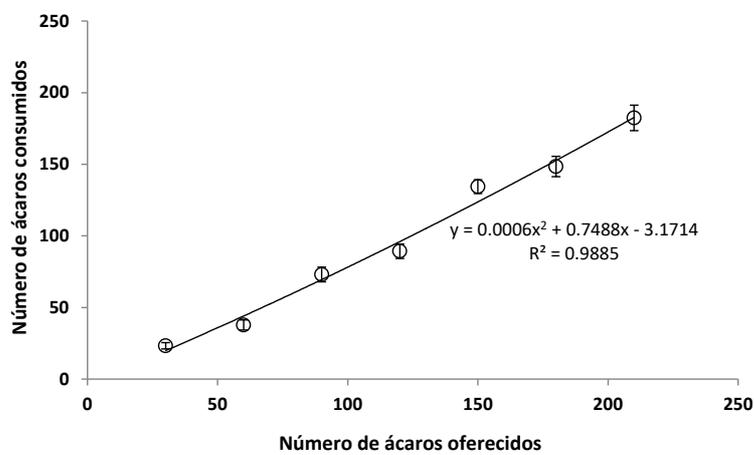


Figura 17. Curvas de regressão linear entre número de ácaros *Raoiella indica* oferecidos, por arena, e número de ácaros predados por larva de diferentes ínstar de *Chrysoperla externa*, em quatro horas.

Jumbo et al. (2019) avaliaram a capacidade de predação do crisopídeo *Ceraeochrysa caligata* (Neuroptera: Chrysopidae) sobre diferentes fases de desenvolvimento de *R. indica*. As maiores taxas de predação foram observadas para ovos e larvas em relação aos adultos de *R. indica*, para as larvas de primeiro e segundo instar de *C. caligata*. No caso das larvas de terceiro instar do crisopídeo, o número de adultos de *R. indica* predados foi semelhante a dos estágios imaturos do ácaro tenuipalpídeos. As larvas de terceiro instar foram as que apresentaram a maior taxa de predação, chegando a mais de 500 adultos de *R. indica* por larva em 24 horas. A taxa de predação das larvas de segundo instar de *C. caligata* foi um pouco mais baixa, sendo de aproximadamente 300 adultos de *R. indica* por larva do crisopídeo em um período de 24 horas. Essas taxas de predação seriam inferiores às observadas para as larvas de segundo instar de *C. externa*, no presente experimento, com valor máximo de aproximadamente 1.269 ácaros adultos predados em 24 horas (158,7 ácaros/larva/4 horas), indicando maior capacidade de predação de *C. externa* sobre *R. indica*, em relação a *C. calignata*.

Palomares-Pérez et al. (2020) também mencionaram elevada capacidade de predação de larvas de *C. cincta* sobre *R. indica*, porém, os autores reportaram que o ácaro-praga não satisfazia as exigências nutricionais do predador, sendo que, apenas 6,5% das larvas alimentadas exclusivamente com *R. indica* atingiram a fase adulta. Nesse caso, os autores mencionaram que o predador precisaria se alimentar de outras espécies de presas para conseguir completar o seu ciclo de vida no campo.

5.3.2 Testes de predação de *Tetranychus urticae*

Observou-se influência significativa ($F = 143,52$; g.l. = 2, 177; $p < 0,0001$) do instar larval de *C. externa* sobre a taxa de predação de adultos de *T. urticae*, com diferenças significativas ($t \geq 11,667$; g.l. $\geq 62,5$; $p < 0,0001$) entre o primeiro instar larval e os outros dois instares avaliados (2º e 3º). A menor taxa de predação de ácaro-rajado (por larva do crisopídeo em quatro horas) foi observada para a larva de primeiro instar do crisopídeo (4,7 ácaros/larva), sendo esta taxa foi 8,4 vezes menor que da larva de segundo instar (39,7 ácaros/larva) e 9,7 vezes menor que da larva de terceiro instar (45,7 ácaros/larva) de *C. externa* (Figura 18).

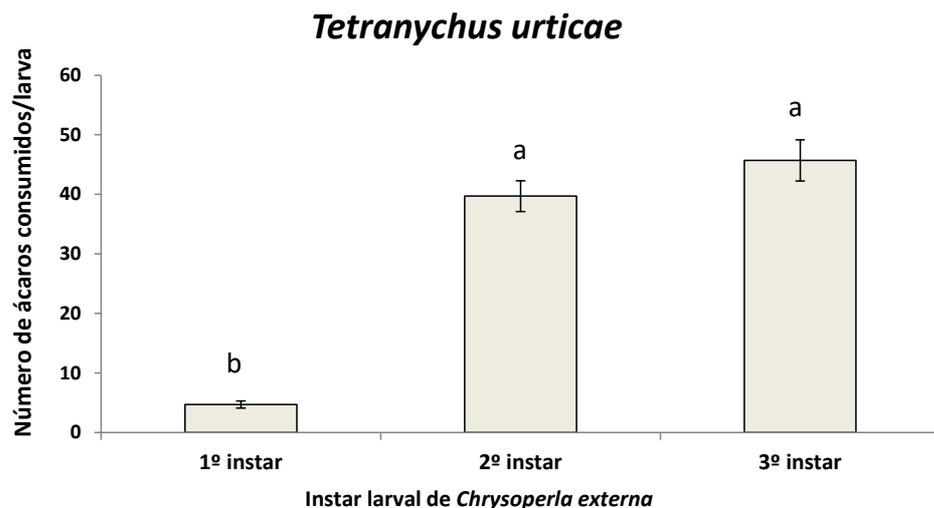


Figura 18. Número de adultos de *Tetranychus urticae* predados por larva de *Chrysoperla externa* em um período de quatro horas, em condições de laboratório ($24 \pm 1^\circ\text{C}$; UR $54 \pm 2\%$). Colunas com mesma letra não diferem entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância.

Foram observadas diferenças significativas ($F \geq 19,908$; g.l. = 4, 55; $p < 0,0001$) entre as taxas de predação para as diferentes quantidades (30, 60, 90, 120, 150) de presas (adultos de *T. urticae*) oferecidas para cada larva de segundo e terceiro instar de *C. externa*, indicando que esses dois estádios de desenvolvimento do predador podem ser úteis para o controle biológico do ácaro-praga (Figura 19).

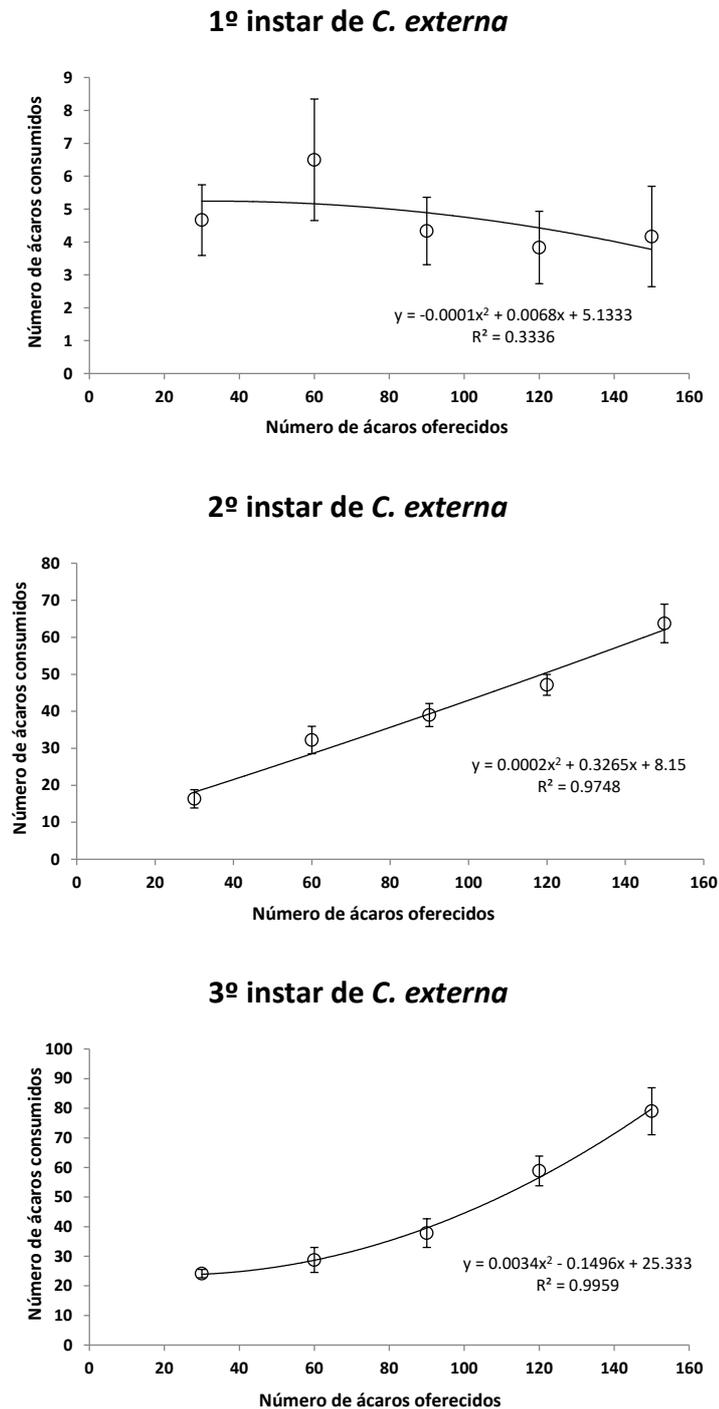


Figura 19. Curva de regressão linear entre número de ácaros *Tetranychus urticae* oferecidos, por arena, e número de ácaros predados por larva de diferentes instares de *Chrysoperla externa*.

Foram observadas, também, correlações positivas e significativas ($R^2 \geq 0,9749$; g.l. ≥ 22 ; $p \leq 0,007$) entre o número de ácaros *T. urticae* oferecidos e consumidos por larvas do segundo e terceiro instares de *C. externa*, confirmando a importância desses dois estádios de

desenvolvimento de *C. externa* para a redução populacional da praga. No entanto, no caso das larvas de primeiro instar, não foi observada correlação significativa entre o número de ácaros oferecidos e a taxa de predação pela larva do crisopídeo (Figura 19).

Macedo et al. (2008), avaliando a capacidade de predação de *C. externa* sobre ácaros *T. urticae* originários de plantas de gérbera, verificaram que o crisopídeo consumiu em média, 18,7, 47,1 e 66,4 ácaros em 24 horas, no 1º, 2º e 3º instar, respectivamente. Os valores registrados por esses autores, para o segundo e terceiro instar de *C. externa* são consideravelmente menores que os registrados no presente experimento, com valores iguais ou acima de 32 ácaros *T. urticae* por larva de segundo ou terceiro instar, a cada quatro horas (192 por 24 horas), para densidades populacionais da presa iguais ou acima de 60 ácaros por arena. Essa diferença na taxa de consumo pode estar associada à origem dos ácaros avaliados (gérbera ou feijão-de-porco) ou ao número de ácaros disponíveis para as larvas do predador ao longo do período de alimentação avaliado.

O controle biológico exercido por crisopídeos sobre ácaros tetraniquídeos também foi reportado por diversos outros autores. Hagley e Miles (1987) observaram um controle eficiente do ácaro-rajado *T. urticae* em pessegueiro, por meio de liberações de ovos de *Chrysoperla carnea* Stephens em pomares onde os tratamentos com acaricidas químicos mostraram-se ineficientes. Lorenzato (1987) reportou que os crisopídeos presentes em pomares de macieira, em Farroupilha, RS, foram os principais agentes de controle dos ácaros fitófagos nessa cultura. Em um curto período de tempo conseguiram controlar a infestação do ácaro-praga *Panonychus ulmi* (Koch) (Acari: Tetranychidae) que apresentava densidades populacionais acima de 114 formas ativas e 316 ovos por folha.

5.4 Experimentos de liberação de *Chrysoperla externa* para o controle biológico de artrópodes-praga em diferentes plantas hospedeiras

5.4.1 Experimento de liberação de larvas de *Chrysoperla externa* em algodoeiro

A tabela 5 traz informações sobre as infestações do pulgão *A. gossypii* nas plantas de algodão com e sem liberação de larvas do crisopídeo *C. externa*. Os maiores contrastes entre os tratamentos (taxas de liberação do crisopídeo) foram observados quando as amostragens de folhas (para contagem dos pulgões) foram realizadas em uma altura de 35 cm do solo (Tabela 5 e Figura 20).

Tabela 5. Densidades populacionais de pulgões (*Aphis gossypii*) em folhas de algodoeiro, em plantas com (ou sem) liberação de larvas do segundo instar de *Chrysoperla externa*, nas taxas de 0 (controle), 5, 10 ou 20 larvas do crisopídeo por planta. A liberação das larvas de *C. externa* foi realizada sobre as plantas na altura de 65 cm a partir do solo. A altura média das plantas era de 70 cm, no momento da liberação dos predadores. Campinas, SP, junho de 2018

Dias após a liberação de <i>C. externa</i>	Número de larvas de <i>C. externa</i> liberadas	Número de pulgões por folha		
		Altura de amostragem		
		65 cm	50 cm	35 cm
0 (Prévia)	0	708,0 ± 181,9 ns	-	-
	5	596,0 ± 213,6	-	-
	10	1012,6 ± 181,0	-	-
	20	789,2 ± 186,4	-	-
1 dia	0	759,0 ± 224,4 ns	850,0 ± 191,7 ns	756,4 ± 11,1 a
	5	711,2 ± 87,9	650,0 ± 52,1	683,2 ± 55,7 ab
	10	912,6 ± 167,6	821,0 ± 198,4	370,2 ± 89,1 c
	20	711,0 ± 209,3	663,2 ± 39,3	494,2 ± 69,5 cb
3 dias	0	871,2 ± 145,6 ns	954,0 ± 243,9 ns	933,8 ± 159,1 a
	5	739,0 ± 202,4	676,0 ± 240,3	455,8 ± 34,6 b
	10	757,6 ± 175,1	1188,0 ± 253,3	623,6 ± 76,2 b
	20	494,6 ± 110,4	918,0 ± 247,3	471,0 ± 94,5 b
5 dias	0	1128,0 ± 219,5 ns	1057,0 ± 320,9 ns	979,0 ± 267,8 a
	5	996,6 ± 276,2	852,8 ± 263,1	722,0 ± 221,9 ab
	10	1290,0 ± 135,1	1156,0 ± 249,6	353,8 ± 115,2 b
	20	834,6 ± 280,2	964,0 ± 294,1	371,0 ± 101,6 b
7 dias	0	913,2 ± 187,4 ns	418,0 ± 115,9 ns	676,0 ± 198,6 a
	5	852,0 ± 237,9	576,4 ± 77,3	364,8 ± 96,9 b
	10	815,2 ± 244,3	746,6 ± 267,6	209,4 ± 85,3 b
	20	492,0 ± 82,9	655,8 ± 200,2	260,2 ± 248,0 b
14 dias	0	1234,0 ± 165,6 a	750,4 ± 278,1 ns	389,8 ± 84,0 a
	5	591,8 ± 120,5 b	427,8 ± 124,5	442,2 ± 79,1 a
	10	589,2 ± 121,5 b	607,4 ± 324,9	178,0 ± 65,2 b
	20	628,6 ± 106,1 b	418,2 ± 257,0	95,6 ± 30,5 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância; ns = Não significativo

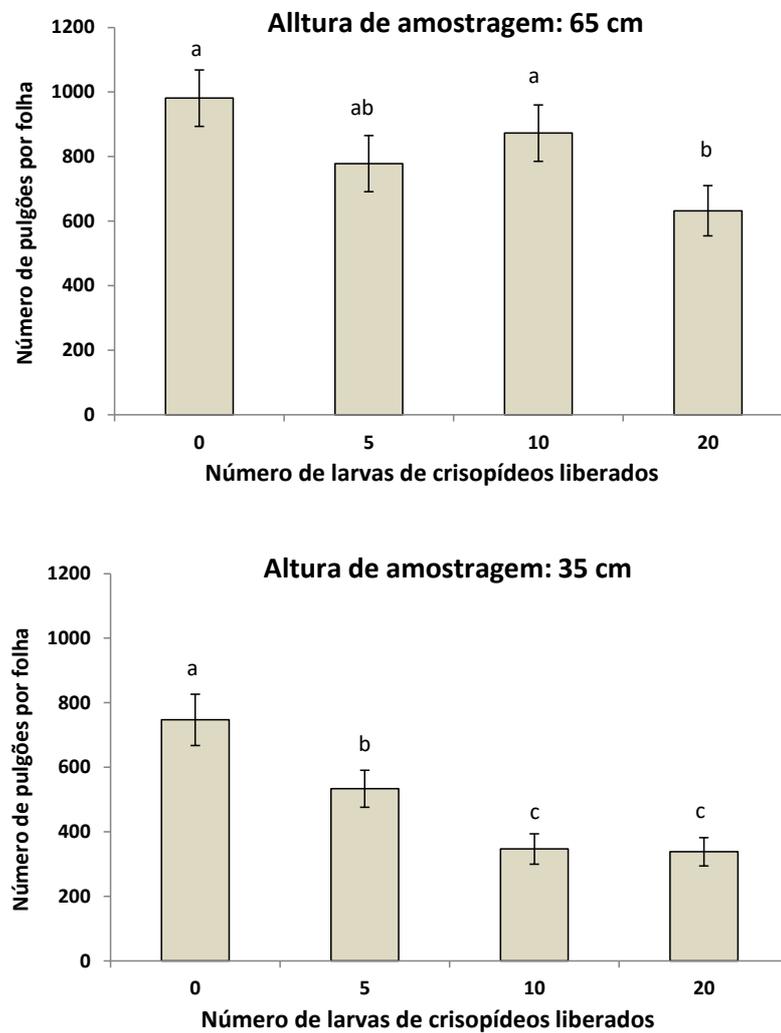


Figura 20. Densidades populacionais de pulgões (*Aphis gossypii*) em folhas de algodoeiro [médias (\pm EP) das infestações observadas aos: 1, 3, 5, 7 e 14 dias após a liberação de *Chrysoperla externa*], em plantas sem ou com liberação de larvas do segundo instar de *C. externa*, nas taxas de 0 (controle), 5, 10 ou 20 larvas do crisopídeo por planta. Colunas com mesma letra não diferem entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância. Campinas, SP, junho de 2018.

Considerando-se as amostragens realizadas à altura de 35 cm do solo, reduções populacionais (ABBOTT, 1925) de pulgões de 62,1% e 75,5% foram observadas, respectivamente, aos cinco e 14 dias após a liberação dos predadores nas plantas de algodão, para o tratamento com 20 larvas liberadas por planta (Tabela 5). No caso das amostragens realizadas na mesma altura do local de liberação dos predadores (65 cm do solo), as reduções populacionais de *A. gossypii* foram de apenas 26,0% e 37,7%, aos cinco e 14 dias da liberação dos predadores, para a mesma taxa de liberação de larvas de *C. externa* (Tabela 5), indicando possível influência da posição na planta (altura do local de amostragem) sobre o desempenho dos crisopídeos no controle da praga.

Analisando-se as densidades populacionais dos pulgões entre o primeiro e o décimo quarto dia após a liberação dos crisopídeos, para o tratamento com 20 larvas de *C. externa* por planta, não se observou uma redução significativa na infestação da praga, ao longo do tempo, para as amostragens realizadas no mesmo nível de liberação dos predadores. No caso do tratamento sem a liberação de predadores (controle), observou-se tendência de aumento populacional da praga, no mesmo período, considerando-se as amostragens de folhas realizadas no mesmo nível da liberação dos crisopídeos (parte alta da planta) (Figura 21).

Considerando-se as amostragens realizadas na altura de 35 cm do solo, a situação foi bem diferente, com nítida redução populacional (80,6%) de pulgões no tratamento com 20 larvas de *C. externa* por planta, ao longo dos 14 dias após a liberação dos predadores. Mesmo no caso da testemunha, observou-se também uma pequena tendência redução populacional da praga a partir do sétimo dia após o início de liberação dos crisopídeos na área experimental. Essa redução populacional, de até 21,7% em 14 dias, está possivelmente relacionada à migração das larvas dos crisopídeos das partes mais altas (pontos de liberação) das plantas que receberam a liberação de *C. externa* para as plantas controle (Figura 22), passando a ocorrer em maior proporção em uma faixa da planta 30 cm abaixo do local de soltura dos predadores. Esses resultados confirmam a preferência das larvas de *C. externa* para a busca e ataque aos pulgões nas partes mais inferiores das plantas de algodão.

Fatores como a menor temperatura e a maior umidade relativa do ar (TAUBER; TAUBER, 1983) nas camadas mais inferiores das plantas de algodão podem ter favorecido o desempenho das larvas de *C. externa* no controle biológico de *A. gossypii* nas folhas amostradas em uma altura de 35 cm do solo. Em geral, a temperatura é o fator de maior importância na incidência de *C. externa* nos pomares cítricos da região Sudeste do Brasil, com maior abundância de insetos dessa espécie nos períodos mais frescos do ano (SOUZA; CARVALHO, 2002).

A preferência das larvas de *C. externa* pelas regiões mais inferiores da planta provavelmente não representa um fator limitante para o controle biológico de *A. gossypii* em algodoeiro, pois foi observada uma redução significativa na população do afídeo, para a taxa de liberação de 20 larvas do predador por planta, mesmo na altura de 65 cm do solo, que corresponde à parte mais alta da planta (Figura 20). Nesse aspecto, a incidência de larvas de crisopídeos predando diferentes espécies de artrópodes-praga tem sido observada mesmo em plantas de porte bem maior que algodoeiro, como palmeiras e citros (BUSOLI, 1992; PAIVA et al., 1994; SOUZA; CARVALHO, 2002; PENÃ et al., 2009).

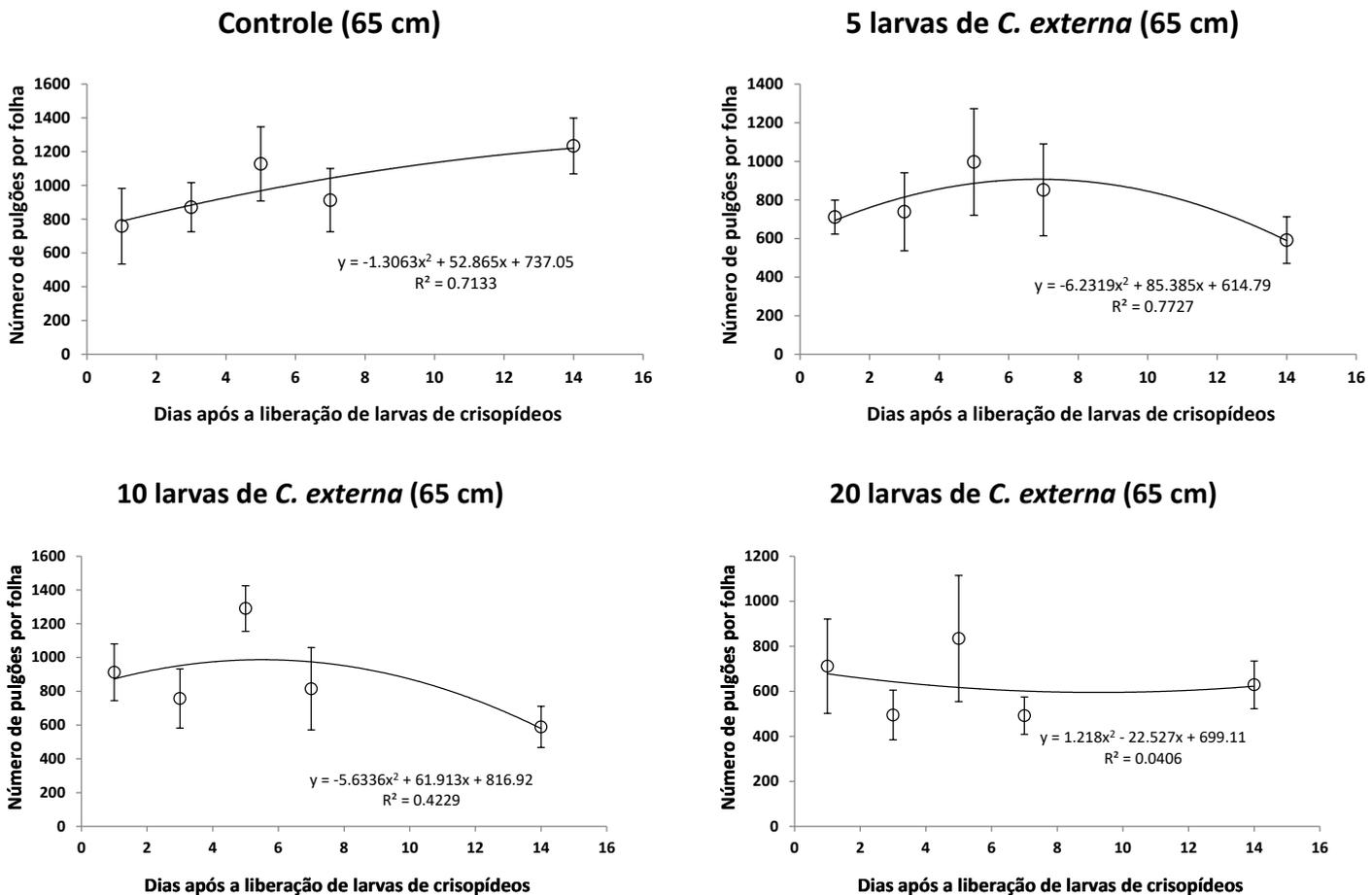


Figura 21. Variações nas densidades populacionais de *Aphis gossypii* entre 1 e 14 dias após a liberação de larvas do segundo instar de *Chrysoperla externa* em plantas de algodão, em folhas de algodão coletadas na mesma altura do local da liberação dos predadores (65 cm, a partir do solo), que ocorreu na parte superior das plantas de algodão avaliadas Campinas, SP, junho de 2018.

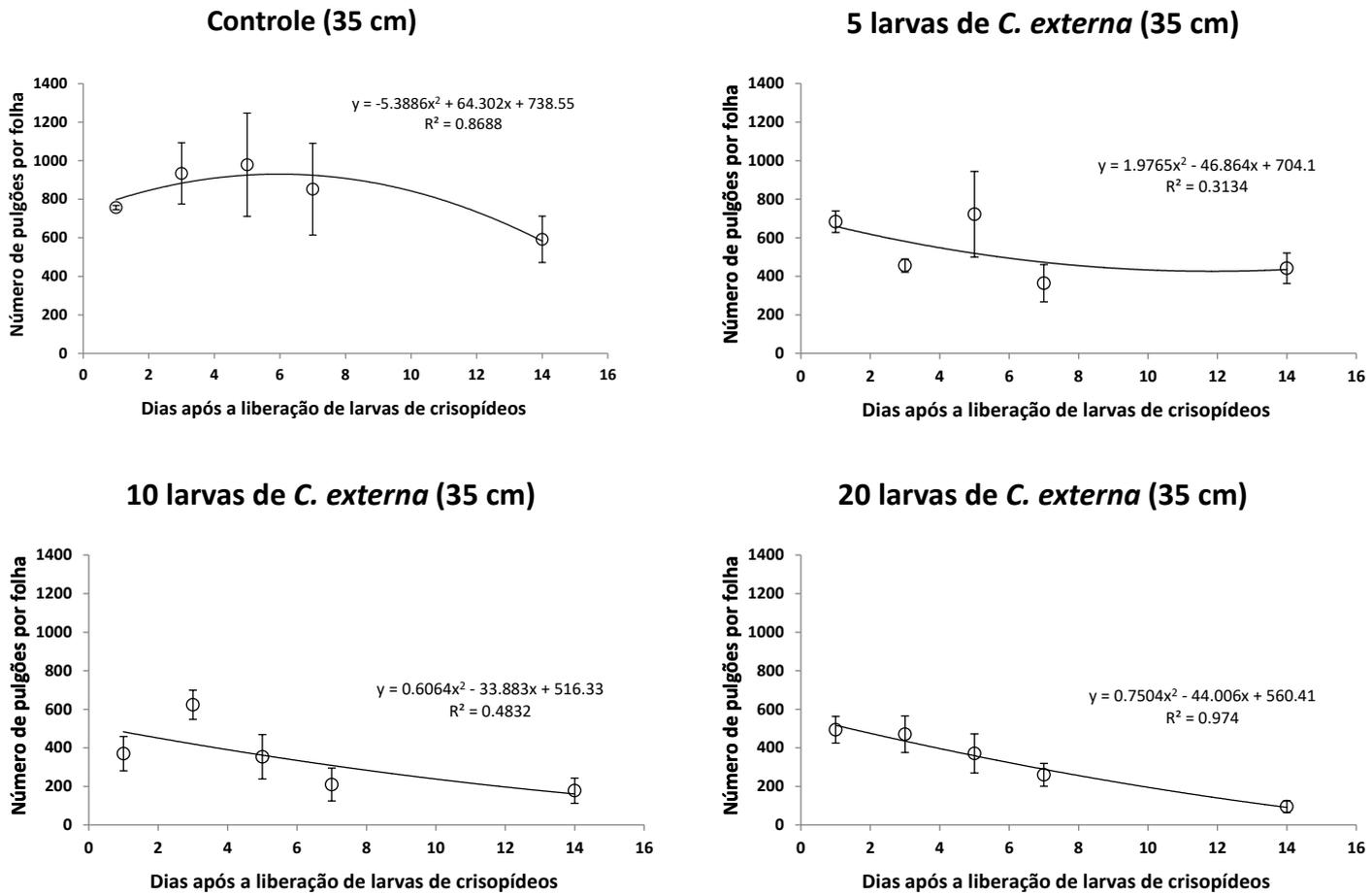


Figura 22. Variações nas densidades populacionais de *Aphis gossypii* entre 1 e 14 dias após a liberação de larvas do segundo instar de *Chrysoperla externa* em plantas de algodão, em folhas de algodão coletadas na altura de 35 cm, a partir do solo. Campinas, SP, junho de 2018.

A importância de crisopídeos no controle biológico de pulgões também foi relatada por diversos autores. Hamilton, Kirkland e Peries (1982) reportaram que larvas de *C. carnea* exerceram um importante papel no controle do pulgão verde *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae), na cultura de sorgo. Hagley (1989), ao realizar liberação inundativa de *C. carnea* (335.000 ovos por hectare) em pomar de macieira, verificou uma redução significativa no número de ninfas e adultos do pulgão *Aphis pomi* de Geer (Hemiptera: Aphididae) (ULHÔA, 2000).

Ribeiro (1988) reportou que larvas de *C. externa* (Hagen) alimentadas com o pulgão *A. gossypii* completaram o desenvolvimento em 10,3 dias com 93,3 % de viabilidade, enquanto que, quando alimentadas com o pulgão *Toxoptera citricidus* Kirkaldy (Homoptera: Aphididae), as larvas não sobreviveram além do 2º ínstar. Esses resultados indicam que *C. externa* pode representar um importante inimigo natural da praga em algodoeiro (SANTA-CECÍLIA; SOUZA; CARVALHO, 1997).

5.4.2 Experimento de liberação de larvas *Chrysoperla externa* em coqueiro

Foram observadas reduções significativas ($F \geq 3.3022$; g.l. = 3, 16; $p \leq 0.0467$) nas densidades populacionais de *R. indica* nas plantas de coqueiro com liberação de *C. externa*, a partir do segundo dia após a liberação do predador sobre as plantas de coqueiro, indicando influência significativa do crisopídeo sobre a redução populacional do ácaro-praga (Figura 23).

Na avaliação realizada no segundo dia após a liberação de *C. externa*, observou-se diferença significativa ($t = 3.4375$; g.l. = 16; $p = 0.0034$) apenas entre o tratamento com a maior taxa de liberação de *C. externa* (40 larvas/planta) e o tratamento controle, sem a liberação do predador. Os demais tratamentos não diferiram significativamente do controle (Figura 23).

Na avaliação realizada aos quatro dias após a liberação de larvas de *C. externa*, observou-se diferença significativa ($t \geq 3,5979$; g.l. = 16; $p \leq 0,0024$) de todos os tratamentos com liberação do crisopídeos (10, 20 e 40 larvas/planta) em relação ao controle (sem liberação do predador) (Figura 23).

As maiores porcentagens de redução populacional foram observadas no tratamento com 40 larvas de *C. externa* por planta, com redução de 68,4 ácaros *R. indica* por folíolo (avaliação prévia) para 21,8 ácaros por folíolo, dois dias após a liberação do crisopídeo. Nesse mesmo período, houve um aumento na densidade populacional de *R. indica* no tratamento controle, que passou de 28,0 para 37,2 ácaros por folíolo. Nesse caso, a porcentagem de redução populacional para *R. indica* (associada a liberação de *C. externa*) foi de 76,0% (HENDERSON; TILTON, 1955).

As menores densidades populacionais de *R. indica* oscilaram entre 22 e 24 ácaros por folíolo, considerando-se os três tratamentos com liberação de crisopídeos, independentemente da taxa de liberação do predador (Figura 23).

As menores infestações de *R. indica* foram observadas em diferentes períodos após a liberação das larvas do crisopídeo, para as diferentes taxas de liberação de *C. externa*, sendo que, essas menores densidades populacionais da praga foram atingidas em menor tempo para as maiores taxas de liberação do crisopídeo. No caso de taxa de liberação de 40 larvas de *C. externa* por planta, a menor infestação do ácaro-praga foi observada aos dois dias após a liberação do crisopídeo. No caso da taxa de 20 larvas de *C. externa*, a menor infestação de *R. indica* foi atingida aos três dias após a liberação do predador, e para a taxa de liberação de 10

larvas do crisopídeo, a menor densidade populacional do ácaro foi alcançada aos quatro dias após a liberação do predador (Figuras 23 e 24).

Após atingir a menor densidade populacional do ácaro-praga, observou-se tendência de aumento populacional da praga em todos os tratamentos (Figura 24), indicando possível migração das larvas de crisopídeos para outros locais (folhas ou plantas de coqueiro) com maiores abundâncias do ácaro-praga.

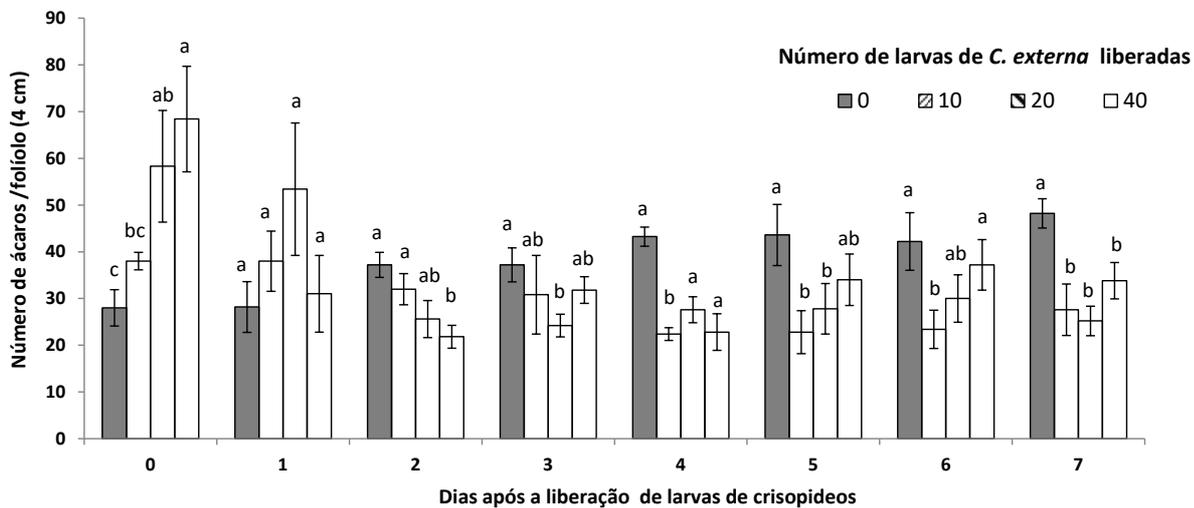


Figura 23. Densidades populacionais de *Raiella indica* em folhas de coqueiro, em plantas com liberação de larvas de 2º instar de *Chrysoperla externa*, em diferentes taxas de liberação [0 (controle), 10, 20 e 40 larvas do crisopídeo por planta], e diferentes períodos [0 (prévia), 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7 dias] após a liberação do crisopídeo sobre as plantas.

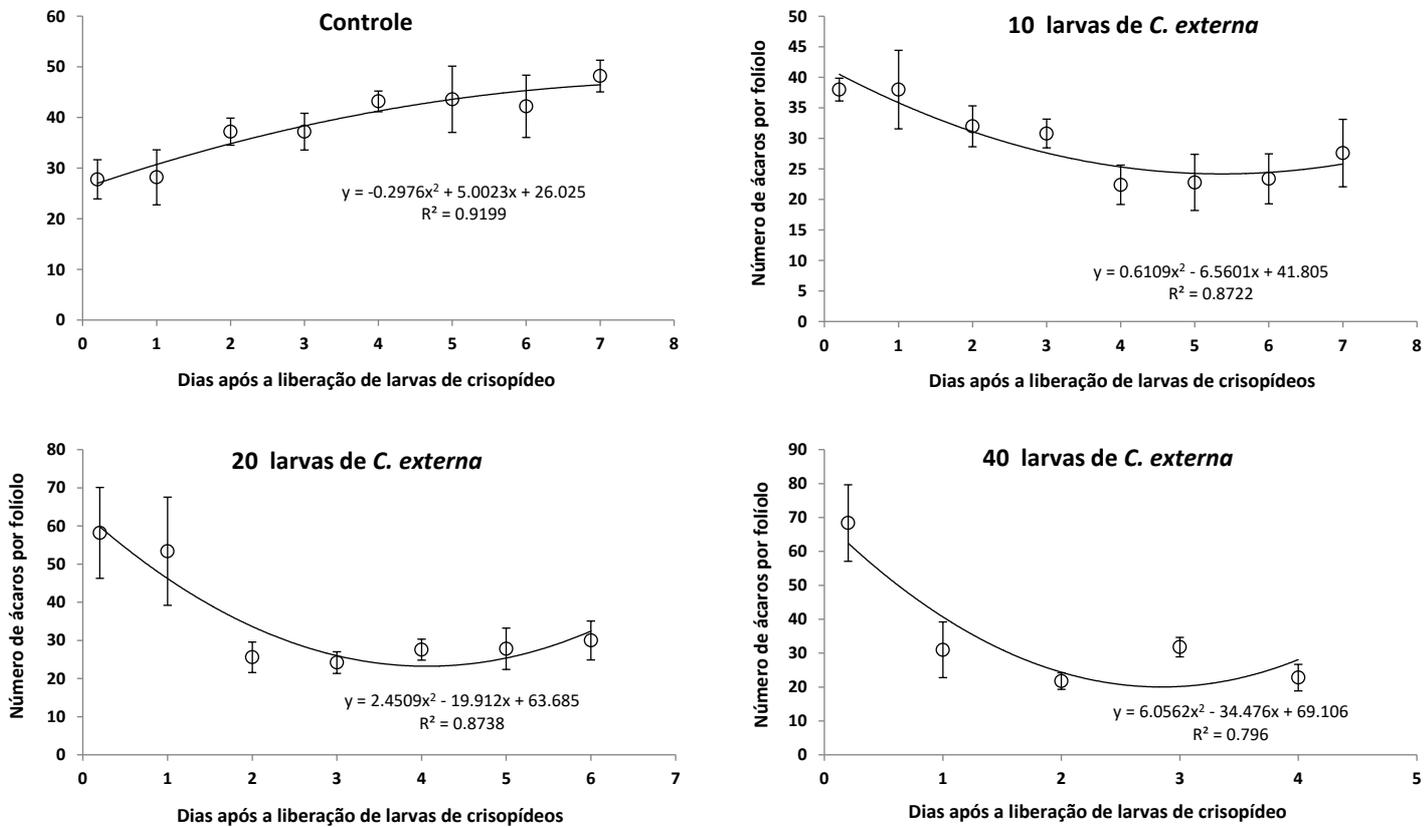


Figura 24. Variações nas densidades populacionais de *Raoiella indica* em folhas de coqueiro, em plantas com ou sem liberação de larvas de 2º instar de *Chrysoperla externa*, em diferentes taxas de liberação, ao longo do período de avaliação (até 7 dias após a liberação dos crisopídeos).

Foram observadas correlações negativas e significativas entre as densidades populacionais de *R. indica* e as taxas de liberação de larvas de *C. externa*, para as avaliações realizada aos 2 dias ($r = -0,6596$; g.l. = 18; $p = 0,0015$), 3 dias ($r = -0,5181$; g.l. = 18; $p = 0,0192$), 4 dias ($r = -0,6296$; g.l. = 18; $p = 0,0029$) e 7 dias ($r = -0,5730$; g.l. = 18; $p = 0,0082$) após a liberação dos crisopídeos sobre as plantas, confirmando a influência significativa do predador na redução populacional do ácaro-praga em coqueiro.

Há pouca informação na literatura sobre a importância dos crisopídeos no controle biológico de *R. indica* em coqueiro ou em outras culturas. A alta capacidade de predação das larvas de crisopídeos, de diferentes espécies, sobre *R. indica* também foi reportada por outros autores (JUMBO et al. 2019; PALOMARES-PÉREZ et al., 2020).

Contreras-Bermúdez et al. (2017) associaram a presença dos crisopídeos *Ceraeochrysa cincta* (Schneider), *Ceraeochrysa claveri* (Navás), *Ceraeochrysa valida* (Banks), *Ceraeochrysa smithi* (Navás) e *C. carnea* ao controle biológico de *R. indica* em coqueiro em Colima, no México.

No Brasil, praticamente não há informações na literatura sobre o potencial de uso de *C. externa* para o controle de *R. indica* em coqueiro ou outras culturas (ex.: bananeira). Estudos em condições de campo, em diferentes regiões e condições climáticas, ainda são necessários para a definição de estratégias para a inclusão dos crisopídeos em programas de manejo integrado ou de controle biológico da praga.

Nesse aspecto, o uso integrado com outras espécies de inimigos naturais (ex.: ácaros predadores da família Phytoseiidae, entomopatógenos) (CARRILLO et al., 2012) pode contribuir para o aumento da eficiência global do controle da praga no campo. Os ácaros predadores, por exemplo, podem sobreviver com uma quantidade de presas (ex.: ácaros fitófagos) bem menor que as larvas de crisopídeos (McMURTRY; MORAES, SOURASSOU, 2013; MENDES et al., 2018), podendo ser úteis para reduzir a população da praga para níveis bem abaixo das menores densidades populacionais (22 ácaros/folículo) observadas em plantas de coqueiro, após a liberação das larvas de *C. externa*, no presente experimento, podendo minimizar ou eliminar os possíveis danos provocados por *R. indica* às plantas hospedeiras mesmo na presença dos crisopídeos.

6. CONCLUSÕES

- Alguns ingredientes, como levedura de cerveja e complexo vitamínico, adicionados à dieta larval de *Chrysoperla externa* favoreceram o desenvolvimento e a sobrevivência das larvas do crisopídeo.

- A adição de 20% de ovos de *Ephestia kuehniella* a uma dieta artificial (constituída de fígado de frango, farinha de grão-de-bico, gérmen de trigo, mel, levedura de cerveja, complexo vitamínico, solução vitamínica, ácido ascórbico, anticontaminantes, ágar-ágar e água), possibilitou o desenvolvimento larval (L3) e pupal de *Chrysoperla externa*, com taxas de sobrevivência iguais ou acima de 90%, com redução de custo em torno de 75%, em relação à dieta padrão com 100% de ovos de *E. kuehniella*.

- Os odores associados à presença de *Chrysoperla externa* afetaram o comportamento de *Raoiella indica* em arenas de folha de coqueiro, aumentando a sua velocidade de caminamento em até 5,12 vezes e reduzindo a sua taxa de oviposição (27,8% em 48 horas).

- Os odores associados à presença de *Chrysoperla externa* afetaram o comportamento de *Tetranychus urticae* em arenas de folha de feijão-de-porco, reduzindo a sua velocidade de caminamento em até 21,9% (para a produção de teia de defesa) e a sua taxa de oviposição (23,9% em 48 horas).

- As larvas de *Chrysoperla externa* apresentaram alta capacidade de predação de ácaros *Raoiella indica*, com taxas médias de predação de 70,4 ácaros adultos por larva de primeiro instar, de 87,6 ácaros por larva de segundo instar e 97,4 ácaros por larva de terceiro instar, em um período de quatro horas, em arenas de folha de coqueiro infestadas com 30 a 210 ácaros *R. indica* por larva do predador.

- As larvas de *Chrysoperla externa* apresentaram elevada capacidade de predação de ácaros da espécie *Tetranychus urticae* com taxas médias de predação de 39,7 ácaros adultos por larva de segundo instar e 45,7 ácaros por larva de terceiro instar, em um período de quatro horas, em arenas de folha de feijão-de-porco infestadas com 30 a 150 ácaros *T. urticae* por larva do crisopídeo. A taxa média de predação de ácaro-rajado por larva de primeiro instar de

C. externa foi 8,4 vezes menor que a observada para a larva de segundo instar.

- O crisopídeo *Chrysoperla externa* apresentou bom potencial de uso para o controle biológico de pulgões da espécie *Aphis gossypii*, observando-se reduções populacionais de até 80% para o tratamento com liberação de 20 larvas de *C. externa* por planta de algodão, em um período de 14 dias.

- Houve influência da posição dos insetos nas plantas de algodão, sobre o desempenho das larvas de *Chrysoperla externa* no controle de *Aphis gossypii*, verificando-se os maiores índices de redução populacional de pulgões, nas folhas localizadas a 35 cm de altura.

- As larvas de *Chrysoperla externa* apresentaram bom desempenho no controle de *Raoiella indica* em plantas de coqueiro, observando-se reduções populacionais mais rápidas do ácaro-praga, para as maiores taxas de liberação do predador.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

AFSHARI, A.; SOLEIMAN-NEGADIAN, E.; SHISHEBOR, P. Population density and spatial distribution of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae) on cotton in Gorgan, Iran. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Tehran, v.11, p.27-38, 2009.

ALMEIDA, M.F.; BARROS, R.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; Sérgio de FREITAS, S. de; BEZERRA, A.L.B. Biologia de *Ceraeochrysa claveri* Navás (Neuroptera: Chrysopidae) predando *Plutella xylostella* (L.) (Lepidoptera: Plutellidae). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.2, p.313-318, 2009.

AMARO, G.; MORAIS, E.G.F. Potential geographical distribution of the red palm mite in South America. **Experimental and Applied Acarology**, v.60, p.343-355, 2013.

ARANTES, N.E.; PENNA, J.C.V.; SILVA, C.M. Algodão: principais pragas da cultura e seu manejo. In: Associação dos Produtores de Sementes e Mudanças do Estado de Minas Gerais (ed.). **Guia Técnico Algodão e Soja**. Belo Horizonte: APSEMG, 1998. p. 34-71.

AUAD, A.M.; TOSCANO, L.C.; BOIÇA JÚNIOR, A.L.; FREITAS, S. de. Aspectos biológicos dos estádios imaturos de *Chrysoperla externa* (Hagen) e *Ceraeochrysa cincta* (Schneider) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentados com ovos e ninfas de *Bemisia tabaci* (Gennadius) biótipo B (Hemiptera: Aleyrodidae). **Neotropical Entomology**, v.30, n.3, p.429-432, 2001.

BARNES, M. C.; PERSONS, M. H.; RYPSTRA, A. L. The effect of predator chemical cue age on antipredator behavior in the Wolf Spider *Pardosa milvina* (Araneae: Lycosidae). **Journal of Insect Behavior**, v.15, p.269-281, 2002.

BARROSO, G.S.P. **Bioecologia e manejo do ácaro-vermelho-das-palmeiras *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), centro-sul do Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019. Disponível em: <<https://teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-09082019-160136/pt-br.php>>. Acesso em: 13 jan. 2021.

BASTOS, C.S.B.; SILVEIRA, J.D.M. da; SANTANA, R.M. da C.; SOARES, J.J. **Seletividade de pesticidas a *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopide)**. Embrapa Algodão, Campina Grande. 2007. (Comunicado Técnico n. 346).

BEARD, J.J.; OCHOA, R.; BAUCHN, G.R.; WELBOURN, W.C.; POOLY, C.; DOWLING, A.P.G. External mouthpart morphology in the Tenuipalpidae (Tetranychoida): *Raoiella* a case study. **Experimental and Applied Acarology**, v.57, p.227-255, 2011.

BEZERRA, C. E. S. ***Chrysoperla externa* (Hagen): dietas artificiais na alimentação larval e controle de *Bemisia tabaci* (Gennadius) na cultura da melancia**. Tese (doutorado). UFLA, Lavras. 2014. 78 p.

BEZERRA, C. E. S.; NOGUEIRA, C. H. F.; SOMBRA, K. D. S.; DEMARTELAERE, A. C. F.; ARAUJO, E. L. Crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae): aspectos biológicos, potencial de utilização e perspectivas futuras. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 252-256, 2009.

BONANI, J.P.; SOUZA, B.; SANTA-CECÍLIA, L.V.C.; CORREA, L.R.B. Aspectos biológicos de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) alimentada com *Planococcus citri* (Risso, 1813) (Hemiptera: Pseudococcidae) e *Toxoptera citricida* (Kirkaldy, 1907) (Hemiptera: Aphididae). **Ciência e Agrotecnologia**, v.33, n.1, p.31-38, 2009.

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**, v.27, n.1, p.7-16, 2003.

BUSOLI, A. C. Uso do enxofre em citros e dinâmica populacional de cochonilhas e ácaros. **Laranja**, v.13, p.353-395, 1992.

CABI. **Invasive species compendium**. *Raoiella indica*, 2015. Disponível em: <www.cabi.org/isc/?compid=5&dsid=46792&loadmodule=datasheet&page=481&site=144#>. Acesso em: 11 Ago. 2015.

CAETANO, A.C. **Capacidade de consumo de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em diferentes presas, sob condições de laboratório**. 41p. Dissertação (Mestrado). FCAV UNESP, Jaboticabal, 1995.

CAIXETA, L. Controle Biológico. **Campo & Negócios**. 2021. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/controle-biologico/>

CARDOSO, G.F. **Interação intraguilida entre *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) e *Ceraeochrysa cubana* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) em roseiras**. Dissertação (Mestrado). Lavras: UFLA, 2015. 48 p.

CARRILLO, D.; AMALIN, D.; HOSEIN, F.; RODA, A.; DUNCANR, E.; PEÑA, J. E. Host plant range of *Raioella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in areas of invasion of the New World. **Experimental and Applied Acarology**, v.57, n.3-4, p.271-289, 2011a.

CARRILLO, D.; FRANK, J.H.; RODRIGUES, J.C.V.; PEÑA, J.E. A review of the natural enemies of the red palm mite, *Raioella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.57, p.347-360, 2012a.

CARRILLO, D.; NAVIA, D.; FERRAGUT, F.; PEÑA, J.E. First report of *Raioella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in Colombia. **Florida Entomologist**, v.94, n.2, p.370-711, 2011b.

CARRILLO, D.; PEÑA J.E. Prey-stage preferences and functional and numerical responses of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) to *Raioella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.57, p.361-372, 2012.

CARRILLO, D.; PEÑA, J.E.; HOY, M.A.; FRANK, J.H. Development and reproduction of *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) feeding on pólen, *Raioella indica* (Acari: Tenuipalpidae), and other microarthropods inhabiting coconuts in Florida, USA. **Experimental and Applied Acarology**, v.52, n.2, p.119-129, 2010.

CHAGAS, R.C.M. **Influência de *Chrysoperla externa* (Neuroptera: Chrysopidae) sobre os ácaros-praga *Brevipalpus yothersi* e *Oligonychus ilicis* (Acari: Tenuipalpidae, Tetranychidae) e o predador *Euseius citrifolius* (Acari: Phytoseiidae) em cafeeiro**. Dissertação (Mestrado). Instituto Biológico. São Paulo. 65p. Disponível em: <<http://www.biologico.agricultura.sp.gov.br/pos/uploads/files/pdf/2017/rafaelly.pdf>>. Acesso em: 20 Jan. 2021.

CHIVERS, D.P.; KIESECKER J.M.; ANDERSON M.T.; WILDY, E.L.; BLAUSTEIN A.R. Avoidance response of a terrestrial salamander (*Ambystoma macrodactyllum*) to chemical alarm cues. **Journal Chemical Ecology**, v.22, p.1709-1716. 1996.

CHOH, Y.; TAKABAYASHI, J. Predator avoidance in phytophagous mites: response to present danger depends on alternative host quality. **Oecologia**, v.151, p.262-267, 2007.

CHOH, Y.; UEFUNE, M.; TAKABAYASHI, J. Predation-related odours reduce oviposition in a herbivorous mite. **Experimental and Applied Acarology**, v.50, p.1-8. 2010. DOI: 10.1007/s10493-009-9277-8.

CINEL, S.D.; HAHN, D.A.; KAWAHARA, A.Y. Predator-induced stress responses in insects: A review. **Journal of Insect Physiology**, v.122, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.jinsphys.2020.104039>

COHEN, A.C.; SMITH, L.K. A new concept in artificial diets for *Chrysoperla rufilabris*: the efficacy of solid diets. **Biological Control**, San Diego, v.13, p.49-54, 1998.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Perspectivas para a Agropecuária**. v.9. 2021/2022. Edição Grãos. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria>.

CONTRERAS-BERMÚDEZ, Y.; PALOMARES-PÉREZ, M.; GALLOU, A.; SUASTE-DZUL, A.P.; SARMIENTO-CORDERO, M.A.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, J.A.; ARREDONDO-BERNAL, Y.H.C. Chrysopids (Neuroptera: Chrysopidae) associated with *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in Colima, Mexico. **Journal of Entomological Science**, v.52, n.4, p.460-462, 2017.

CRUZ, W. P.; KRUG, C.; VASCONCELOS, G.J.N.; MORAES, G.J. Diversity of mites associated with *Raoiella indica* (Acari: Prostigmata) on coconut palms in the central region of the Brazilian Amazonia, with emphasis on the predaceous Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata). **Systematic and Applied Acarology**, v.20, p.875-886, 2015.

DEBACH, P. **Control biológico de las plagas de insectos y malas hierbas**. Editora Continental, S.A., México. 927p. 1968.

DEGUINE, J.P. **Bioécologie et épidémiologie du puceron *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera, Aphididae) sur cotonnier en Afrique Centrale. Vers une évolution de la protection phytosanitaire.** Tese (Doutorado). École Nationale Superior de Agriculture. Montpellier, França, 1995. 124p.

DEGUINE, J.P.; GOZE, E.; LECLANT, F. The consequences of late outbreaks of the aphid *Aphis gossypii* in cotton growing in central Africa: towards a possible method 97 for the prevention of cotton stickiness. **International Journal of Pest Management**, v.46, p.85-89, 2000.

DOMINGOS, C.A.; OLIVEIRA, L.O.; MORAIS, E.G.F.; NAVIA, D.; MORAES, G.J.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C. Comparison of two populations of the pantropical predator *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) for biological control of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.60, p.83-93, 2012.

ETIENNE, J.; FLECHTMANN, C.H.W. First recording of *Raoiella indica* (Hirst, 1924) (Acari: Tenuipalpidae) in Guadeloupe and Saint Martin, West Indies. **International Journal of Acarology**, v.32, n.3, p.331-332, 2006.

FERNANDES, F.S.; RAMALHO, F.S.; MALAQUIAS, J.B.; NASCIMENTO JUNIOR, J.L.; CORREIA, E.T.; ZANUNCIO, J.C. Within-plant distribution of cotton aphid (Hemiptera: Aphididae) in cotton cultivars with colored fibers. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.84, p.707-719, 2012.

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* (Hubner, 1818) (Lepidoptera: Noctuidae). **Ciência e Agrotecnologia**, v.2, n.24, p.319-326, 2000.

FLECHTMANN, C.H.W.; ETIENNE, J. The red palm mite, *Raoiella indica* Hirst, a threat to palms in the Americas (Acari: Prostigmata: Tenuipalpidae). **Systematic and Applied Acarology**, v.9, p.109-110, 2004.

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

FREITAS, S. **O uso de crisopídeos no controle biológico de pragas**. Funep. Jaboticabal, 2002.

FURTADO, R.F. et al. Susceptibilidade de cultivares de *Gossypium hirsutum* L.r. *latifolium* Hutch a *Aphis gossypii* Glover. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, n.3, p.461-464, 2009.

GERSON, U.; VENEZIAN, A.; BLUMBERG, D. Phytophagous mites on date palms in Israel. **Fruits**, Bengal, v.38, p.133-135, 1983.

GERSON, U. Webbing. In: HELLE, W.; SABELIS, M.W. (Ed.). **Spider mites: their biology, natural enemies and control**. Amsterdam: Elsevier; 1985. p. 223-232.

GHOVLANOV, H. Étude de divers aspects morphologiques et de leur déterminisme chez *Aphis gossypii* Glover. Étude biologique. **Cotton Fibr. Trop.**, v.31, p.223-229, 1976.

GONDIM JÚNIOR, M. G. C.; CASTRO, T. M. M. G.; MARSARO JÚNIOR, A. L.; NAVIA, D.; MELO, J. W. S.; DEMITE, P.R.; MORAES, G.J. Can the red palm mite threaten the Amazon vegetation? **Systematics and Biodiversity**, v.10, n.4, p.527-535, 2012.

GONZAGA, J. V.; RAMALHO, F. S.; SANTOS, W.J. Distribuição do *Aphis gossypii* no algodoeiro nos sistemas de plantio solteiro e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.26, p.1839-1844, 1991.

GROSTAL, P.; DICKE, M. Direct and indirect cues of predation risk influence behavior and reproduction of prey: a case for acarine interactions. **Behavioral Ecology**, v.10, p.422-427, 1999.

GUIMARÃES, J.A.; MOURA, A.P. de; OLIVEIRA, V.R. de. **Biologia e manejo do pulgão *Aphis gossypii* em meloeiro**. Embrapa Hortaliças, Brasília, DF, 2013. Comunicado Técnico 93. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/960770/1/cot93.pdf>. Acesso em: 20 Dez. 2021.

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

HAGLEY, E.A.C; MELES, N. Release of *Chrysoperla carnea* Stephens (Neuroptera: Chrysopidae) for control of *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae) on peach

grown in a protected environment structure. **The Canadian Entomologist**, v.119, n.2, p.205-206, 1987.

HAMILTON, G. C; KIRKLAND, R. L.; PEREES, I. D. R. Population ecology of *Schizaphis graminun* (Rondani) (Homoptera: Aphididae) on grain sorghum in Central Missouri. **Environmental Entomology**, v.11, n.3, p.618-28, 1982.

HASSAN, S. A. Release of *Chrysoperla carnea* (Stephens) to control *Myzus persicae* (Sulzer) on eggplant in small greenhouse plots. **Journal of Plant Disease and Protection**, v.8, n.2, p.118-123, 1978.

HATA, F. T.; SILVA, J. E. P.; VENTURA, M. U.; PASINI, A. ROGGIA, S. First report of *Raoiella indica* (Hirst) (Acari: Tenuipalpidae) in southern Brazil. **Neotropical Entomology**, v.46, p.356-359, 2017.

HEGDE, M.; OLIVEIRA, J.N.; COSTA, J.G.; BLEICHER, E.; SANTANA, A.E.G.; BRUCE, T.J.A.; CAULFIELD, J.; DEWHIRST, S.Y.; WOODCOCK, C.M.; PICKETT, J.A.; BIRKETT, M.A. Identification of semiochemicals released by cotton, *Gossypium hirsutum*, upon infestation by the cotton aphid, *Aphis gossypii*. **Journal of Chemical Ecology**, v.37, p.741-750, 2011.

HENDERSON, C.F.; TILTON, E.W. Tests with acaricides against the brown wheat mite. **Journal of Economic Entomology**, v.48, p.157-161, 1955.

HERRERA, R.A.; CAMPOS, M.; GONZÁLEZ-SALVADÓ, M.; RUANO, F. Abundance and population decline factors of Chrysopidae juveniles in olive groves and adjacent trees. **Insects**, v.10, p.1-18, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/insects10050134>

HOY, M. A. **Agricultural Acarology, Introduction to Integrated Mite Management**. USA: CRS Press, 2011.

IRAC-MSU - Inseticide Resistance Action Committee - Michigan State University. Arthropod Pesticide Resistance Database. Disponível em: <http://www.pesticideresistance.com/search.php>. Acesso em: 20 dez. 2021.

JANSSEN, A.; BRUIN, J.; JACOBS, G.; SCHRAAG, R.; SABELIS, M.W. Predators use volatiles to avoid prey patches with conspecifics. **Journal Animal Ecology**, v.66, p.223-232, 1997.

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

KACSOH, B.Z.; BOZLER, J.; RAMASWAMI, M.; BOSCO, G. Social communication of predator-induced changes in *Drosophila* behavior and germ line physiology. **eLife**, v.4, e07423, 2015. <https://doi.org/10.7554/eLife.07423.001>.

KANE, E.C.; OCHOA, R.; MATHURIN, G.; ERBE, E.F. *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae): An island-hopping mite pest in the Caribbean. In: Entomological Society of America, Annual Meeting, 2005.

KANE, E.C.; OCHOA, R.; MATHURIN, G.; ERBE, E.F.; BEARD, J.J. *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae): an exploding mite pest in the Neotropics. **Experimental Applied Acarology**, v.57, p.215-225, 2012.

KLINGEN, I.; JOHANSEN, N.S.; HOFVANG, T. The predation of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae) on eggs and larvae of *Mamestra brassicae* (Lepidoptera: Noctuidae). **Journal of Applied Entomology**, v.120, n.3, p.363-637, 1996.

KOCOUREK, F.; HAVELKA, J.; BERANKOVA, J.; JAROŠIK, V. Effect of temperature on development rate and intrinsic rate of increase of *Aphis gossypii* reared on greenhouse cucumbers. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.71, p.59-64, 1994.

KRIESCH, S.; DICKE, M. Avoidance of predatory mites by the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae*: the role of infochemicals. **Proceedings Experimental Applied Entomology**, v.8, p.121-126, 1997.

LARA, F.M. **Princípios de resistência de plantas a insetos**. 2. ed. São Paulo: Ícone, 1991. 336 p.

LEITE, M.V.; SANTOS, T.M.; SOUZA, B.; CALIXTO, A.M.; CARVALHO, C.F. Biologia de *Aphis gossypii* Glover, 1877 (Hemiptera: Aphididae) em abobrinha cultivar caserta

(*Cucurbita pepo* L.) em diferentes temperaturas. **Ciências e Agrotecnologia**, v.32, n.5, p.1394-1401, 2008.

LEMOS, F.; SARMENTO, R.A.; PALLINI, A.; DIAS, C.R.; SABELIS, M.W.; JANSSEN, A. Spider mite web mediates anti-predator behavior. **Experimental and Applied Acarology**, v.52, n.1, p.1-10, 2010.

LIU, T.; CHEN, T. Effects of three aphid species (Homoptera: Aphididae) on development, survival and predation of *Chrysoperla carnea* (Neuroptera: Chrysopidae). **Applied Entomology and Zoology**, v.36, n.3, p.361-366, 2001.

LÓPEZ, C.C. **Potencial de alimentação de *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) e *Ceraeochrysa cincta* (Schneider, 1851) (Neuroptera: Chrysopidae), sobre o pulgão da roseira *Rhodobium porosum* (Sanderson, 1900) (Homoptera: Aphididae)**. 86p. Dissertação (Mestrado), FCAV UNESPS, Jaboticabal, 1996.

LORENZATO, D. Controle biológico de ácaros fitófagos na cultura da macieira no município de Farroupilha, RS. **Agronomia Sulriograndense**, v. 23, n.2, p.167-183, 1987.

MACEDO, L.P.M.; BEZERRA, C.E.S.; FREITAS, S. de. Predação de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) por larvas de *Chrysoperla externa* (Hagen) (Neuroptera: Chrysopidae) em *Gerbera jamesonii* H. Bolus (Asterales: Asteraceae). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENTOMOLOGIA, 7, 2008, Uberlândia-MG. Resumos... Uberlândia: CEFET PET, 2008.

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

MATIELLO, J.B. Novas condições de ocorrência de mancha anular do cafeeiro, p.6. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 14, 1987, Campinas. Resumos... Rio de Janeiro, MIC / IBC, 1987. 323p.

McMURTRY, J.A.; MORAES, G.J.; SOURASSOU, N.F. Revision of the lifestyles of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) and implications for biological control strategies. **Systematic and Applied Acarology**, v.18, n.4, p.297-320, 2013.

MELO, J.W.S.; NAVIA, D.; MENDES, J.A.; FILGUEIRAS, R.M.C.; TEODORO, A.V.; FERREIRA, J.M.S.; GUZZO, E.C.; DE SOUZA, I.V.; MENDONÇA, R.S.; CALVET, E.C.; PAZ NETO, A.A.; GONDIM JR, M.G.C.; DE MORAIS, E.G.F.; GODOY, M.S.; DOS SANTOS, J.R.; SILVA, R.I.R.; DA SILVA, V.B.; NORTE, R.F.; OLIVA, A.B.; DOS SANTOS, R.B.P.; DOMINGOS, C.A. The invasive red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil: range extension and arrival into the most threatened area, the Northeast Region. **International Journal of Acarology**, v.44, p.146-149, 2018.

MENDES, J.A.; LIMA, D.B.; SOUSA NETO, E.P.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C.; MELO, J.W.S. Functional response of *Amblyseius largoensis* to *Raoiella indica* eggs is mediated by previous feeding experience. **Systematic and Applied Acarology**, v.23, n.10, p.1907-1914, 2018.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Instrução Normativa Nº 14, de 6 de abril de 2010. MAPA: Gabinete do Ministro, Brasil, 6 abril 2010. D.O.U., 07/04/2010 - Seção 1.

MIRANDA, J.E. **Manejo integrado de pragas do algodoeiro no cerrado brasileiros**. Embrapa Algodão, Campina Grande, 2010. (Circular Técnica 131).

MIRANDA, J.E.; SUASSUNA, N.D.; MORELLO, C. de L.; SILVA, M.V. de F.; FREIRE, C. **Doença Azul do Algodoeiro: Novos Aspectos a Serem Considerados no Manejo**. MAPA, Campina Grande, 2008. (Circular técnica 121).

MORAES, G.J.; FLECHTMANN, C.H.W. **Manual de Acarologia, Acarologia Básica e Ácaros de Plantas Cultivadas no Brasil**. Holos Editora, Ribeirão Preto, 2008. 288 p.

MORAES, G.J.; CASTRO, T.M.M.G.; KREITER, S.; QUILICI, S.; GONDIM JR, M.G.C.; de SÁ, L.A.N. Search for natural enemies of *Raoiella indica* Hirst in Réunion Island (Indian Ocean). **Acarologia**, v.52, n.2, p.129-134, 2012.

MORAES, J.G.L. **Distribuição vertical e espacial do pulgão do algodoeiro e sua relação com predadores**. 2011. 87 p. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/8518>

MOUTIA, L. A. Contribution to the study of some phytophagous acarina and their predators in Mauritius. **Bulletin of entomological Research**, v.49, n.1, p.59-75, 1958.

NAUEN, R.; ELBERT, A. European monitoring of resistance to insecticides in *Myzus persicae* and *Aphis gossypii* (Hemiptera: Aphididae) with special reference to imidacloprid. **Bulletin of Entomological Research**, v.93, n.1, p.47-54, 2003.

NAVA, D.E. **Controle biológico de insetos-praga em frutíferas de clima temperado: uma opção viável, mas desafiadora**. Embrapa Clima Temperado, Pelotas. 2007.

NAVIA, D.; MARSARO JÚNIOR, A. L.; SILVA, F. R.; GONDIM JÚNIOR, M. G. C.; MORAES, G. J. First report of the red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), in Brazil. **Neotropical Entomology**, v.40, p.409-411, 2011.

NAVIA, D.; MORAES, E.G.F.; MENDOÇA, R.S.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C. Ácaro-vermelho-das-palmeiras, *Raoiella indica* Hirst. In: VILELA, E.; ZUCCHI, R.A. **Pragas Introduzidas no Brasil** – Insetos e ácaros. FEALQ, Piracicaba, 2015.

NICASTRO, R.L.; SATO, M.E.; ARTHUR, V.; SILVA, M.Z. Chlorfenapyr resistance in the spidermite *Tetranychus urticae*: stability, cross-resistance and monitoring of resistance. **Phytoparasitica**, v.41, p.503-513, 2013.

NOLTE, D.I.; MASON, J.R.; EPPLE, G.; ARONOV, E.; CAMPBELL, D.L. Why are predator urines aversive to prey? **Journal Chemical Ecology**, v.20, p.1505-1516, 1994.

NÚÑEZ, Z.E. Chrysopidae (Neuroptera) del Perú y sus especies más comunes. **Revista Peruana de Entomologia**, v.31, p.69-75, 1989.

O'BRIEN, P.J.; STOETZEL, M.B.; NAVASERO, R.C.; GRAVES, J.B. Field biology studies of the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover. **Southwestern Entomologist**, v.18, n.1, p.25-35, 1993.

OCHOA, R.; BEARD J.J.; BAUCHA, G.R.; KANE, E.C.; DOWLING, A.P.G; ERBE, E.F. Herbivore exploits chink in armor of host. **American Entomologist**, v.57, n.1, p.26-29, 2011.

OLIVEIRA, D.C.; MORAES, G.J.; DIAS, C.T.S. Status of *Aceria guerreronis* Keifer (Acari: Eriophyidae) as a pest of coconut in the state of Sao Paulo, southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v.41, p.315-323, 2012.

OLIVEIRA, D.C.; PRADO, E.P.; MORAES, G.J.; MORAIS, E.G.F.; CHAGAS, E.A.; GONDIM JR, M.G.C.; NAVIA, D. First report of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in southeastern Brazil. **Florida Entomologist**, v.99, n.1, p. 123-125, 2016.

ONO, E. K.; ZANARDI, O.Z.; SANTOS, K.F.A.; YAMAMOTO, P.T. Susceptibility of *Ceraeochrysa cubana* larvae and adults to six insect growth-regulator insecticides. **Chemosphere**, v.168, p.49-57, 2017.

PAINTER, R. H. **Insect resistance in crop plants**. New York, McMillan, 1951. 520 p.

PAIVA, P.E.B.; SILVA, J.L.; YAMAMOTO, P.T.; GRAVENA, S. A entomofauna da planta cítrica na região de Jaboticabal, SP. **Laranja**, v.15, p.295-311, 1994.

PALOMARES-PÉREZ, M.; CONTRERAS-BERMÚDEZ, Y.; GRIFALDO-ALCÁNTARA, F.; GARCÍA-GARCÍA, ROSA E.; BRAVO-NÚÑEZ, M.; ARREDONDO-BERNAL, H.C. Development of *Ceraeochrysa cincta* (Neuroptera: Chrysopidae) fed with *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae). **International Journal of Tropical Insect Science**, 2020. <https://doi.org/10.1007/s42690-020-00302-9>.

PARRA, J.R.P.; COELHO JUNIOR, A.; GEREMIAS, L.D.; BERTIN, A.; RAMOS, C.J. **Criação de *Anagasta kuehniella*, em pequena escala, para produção de *Trichogramma***. Occasio, Piracicaba, 2014.

PARRA, J.R.P. et al. Conceitos e evolução do controle biológico. In: PARRA, J.R.P. et al. (Eds.) **Controle biológico com parasitoides e predadores na agricultura brasileira**. FEALQ, Piracicaba, 2021. p.17-38.

PEÑA, J.E.; BRUIN, J.; SABELIS, M.W. Biology and control of the red palm mite, *Raoiella indica*: an introduction. **Experimental and Applied Acarology**, v.57, p.211-213, 2012.

PEÑA, J.E.; MANNION, C.M.; HOWARD, F.W.; HOY, M.A. *Raoiella indica* (Prostigmata: Tenuipalpidae): The red palm mite: a potencial invasive pest of palms and bananas and other tropical crops in Florida. University of Florida IFAS extension: 2006. Disponível em: edis.ifas.ufl.edu/IN681. Acesso em: 13 jan. 2021.

PEÑA, J.E.; RODRIGUES, J.C.V.; RODA, A.; CARRILLO, D.; OSBORNE, L.S. Predator-prey dynamics and strategies for control of the red palm mite (*Raoiella indica*) (Acari:

Tenuipalpidae) in areas of invasion in the Neotropics. **IOBC/wprs Bulletin**, v.50, p.69-79, 2009.

PIJANOWSKA, J. Alarm signals in *Daphnia*? **Oecologia**, v.112, p.12-16, 1997.

PRITCHARD, A.E.; BAKER, W. The false spider mite (Acarina: Tenuipalpidae). **University of California Publications in Entomology**, v.14, p.175-274, 1958.

QUILICI, S.; KREITER, S.; UEKEMANN, E.A.; VICENOT, D. Predatory mites from various crops on Réunion Island. **International Journal of Acarology**, v.23, p.283-91, 1997.

REIS, P.R. **Efeito do ácaro *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acarina: Tetranychidae) na produção e qualidade da fibra do algodoeiro, variedade IAC-RM3**. Dissertação (mestrado). ESALQ/USP, Piracicaba, 1972. 76p.

RIBEIRO, A.E.L.; CASTELLANI, M.A.; MOREIRA, A.A.; MALUF, R.P.; SILVA, C.G.V.; SANTOS, A.S. Diversidade e sazonalidade de crisopídeos (Neuroptera: Chrysopidae) em plantas de urucum. **Horticultura Brasileira**, v.31, n.4, p.636-641, 2013.

RIBEIRO, Z.A. **Dieta artificial e metodologia de criação massal para o bem-estar de *Helicoverpa armigera***. 122 p. Tese (doutorado). FCAV UNESP, Jaboticabal, 2017.

RODRIGUES, J.C.V.; ANTONY, L.M.K. First report of *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) in Amazonas State, Brazil. **Florida Entomologist**, v.94, p.1073-1074, 2011.

ROSENHEIM, J.A.; WILHOIT, L.R.; GOODELL, P.B.; GRAFTON-CARDWELL, E.E.; LEIGH, T.F. Plant compensation, natural biological control, and herbivory by *Aphis gossypii* on pre-reproductive cotton: the anatomy of a non-pest. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.85, p.45-63, 1997.

SABELIS, M.W., BAKKER, F.M. How predatory mites cope with the web of their Tetranychid prey - a functional view on dorsal chaetotaxy in the Phytoseiidae. **Experimental and Applied Acarology**, v.16, p.203-225, 1992.

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

SARKAR, P.K.; SOMCHOUDHURY, A.K. Evaluation of some pesticides against *Raoiella indica* Hirst on coconut palm in West Bengal. **Pesticides**, v.22, n.10, p.21-22, 1988.

SATO, M. E.; SILVA, M. Z.; RAGA, A.; SOUZA FILHO, M. F. Abamectin resistance in *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae): selection, cross-resistance and stability of resistance. **Neotropical Entomology**, v. 34, n.6, p. 991-998, 2005.

SATO, M. E.; VERONEZ, B.; STOCCO, R. S. M.; QUEIROZ, M. C. V. ; GALLEGO, R. . Spiromesifen resistance in *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): Selection, stability, and monitoring. **Crop Protection**, v. 89, p. 278-283, 2016.

SATHIAMMA, B. Observations on the mite fauna associated with the coconut palm in Kerala, India. **Journal of Plantation Crop**, v.24, p.92-96, 1996.

SATTAR, M.; FATIMA, B.; AHMED, N.; ABRO, G.H. Development of larval artificial diet of *Chrysoperla carnea* (Stephens) (Neuroptera: Chrysopidae). **Pakistan Journal of Zoology**, v.39, n.2, p.103-107, 2007.

SAYED, T. Contribution to the knowledge of the Acarina of Egypt: the genus *Raoiella* Hirst (Pseudotetranychinae: Tetranychidae). **Bulletin de la Société Fouad ler d'Entomologie**, v.26, p.81-84, 1942.

SHIMODA, T.; KISHIMOTO, H.; TAKABAYASHI, J.; AMANO, H.; DICKE, M. Comparison of thread-cutting behavior in three specialist predatory mites to cope with complex webs of *Tetranychus* spider mites. **Experimental and Applied Acarology**, v.47, p.11-120, 2009.

SHRESTHA, R.B.; PARAJULEE, M.N. Potential cotton aphid, *Aphis gossypii*, population suppression by arthropod predators in upland cotton. **Insect Science**, v.20, p.778-788, 2013.

SILVA, M.Z.; SATO, M.E. Comportamento de movimentação e oviposição de *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae) em folhas de citros expostas e não expostas a *Euseius citrifolius* (Acari: Phytoseiidae) In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE ACAROLOGIA, 3, 2011, Campinas. **Resumos**, 2011. p.30.

SMITH, C.M.; CLEMENT, S.L. Molecular bases of plant resistance to arthropods. **Annual Review of Entomology**, v.57, p.309-328, 2012.

SOARES, J.J.; MACÊDO, L.P.M. **Criação de *Chrysoperla externa* para o controle biológico de pragas do algodoeiro**. MAPA, Campina Grande, 2000. (Circular Técnica nº 36). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPA-2009-09/14457/1/CIRTEC36.pdf>. Acesso em: 29 Jan. 2022.

SOUZA, B.; CARVALHO, C.F. Population dynamics and seasonal occurrence of adults of *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae) in a citrus orchard in Southern Brazil. **Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae**, v.48, p.301-310, 2002.

TAKALLOOZADEH, H. M. Effects of host plants and various temperatures on population growth parameters of *Aphis gossypii* Glover (Homoptera: Aphididae). **Journal of Scientific Research**, v.6, p.25-30, 2010.

TAUBER, M.J.; TAUBER, C.A. Life history traits of *Chrysopa cornea* and *Chrysopa rufilabris* (Neuroptera: Chrysopidae): Influence of humidity. **Annals of the Entomological Society of America**, v.76, n 2, p.282-285, 1983.

TAYLOR, B.; RAHMAN, P.M.; MURPHY, S.T.; SUDHEENDRAKUMAR, V.V. Within-season dynamics of red palm mite (*Raoiella indica*) and phytoseiid predators on two host palm species in south-west India. **Experimental and Applied Acarology**, v.57, p.331-345, 2012.

THOMPSON, S.N.; HAGEN, K.S. Nutrition of entomophagous insects and other arthropods. In: BELLOWS, T.S.; FISHER, T.W. (Ed.). **Handbook of biological control: principles and applications**. Academic Press, San Diego, 1999. p.59-652.

TIEN, N.S.H.; SABELIS, M.W.; EGAS, M. The heritability of defense and life-history traits in the two-spotted spider mite. **Evolutionary Ecology Research**, v.11, p.1271-1281, 2009.

TOMQUELSKI, G.; MANNA, G.; OLIVEIRA, J. Ácaros em algodão: cada vez mais frequentes. **Revista Cultivar**, 2018. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/acaros-em-algodao-cada-vez-mais-frequentes>. Acesso em: 15 Fev. 2022.

ULHÔA, J.L.R. **Seletividade de alguns inseticidas utilizados na cultura do algodoeiro a *Chrysoperla externa* (Hagen, 1861) (Neuroptera: Chrysopidae)**. 61 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

VADAS, R. L., BURROWS, M. T.; HUGHES, R. N. Foraging strategies of dogwhelks, *Nucella lapillus* (L.): interacting effects of age, diet and chemical cues to the threat of predation. **Oecologia**, v.100, p.439-450, 1994.

VAN STEENIS, M. J. Biological control of the cotton aphid, *Aphis gossypii* Glover (Hom., Aphididae): pre-introduction evaluation of natural enemies. **Journal of Applied Entomology**, v.114, p.362-380, 1992.

VÁSQUEZ, C.; QUIRÓS, G.M.; APONTE, O.; SANDOVAL, D.M.F. First report of *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) in South America. **Neotropical Entomology**, v.37, p.739-740, 2008.

WELBOURN, C. Pest Alert: Red palm mite, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae). 2009. Disponível em: <<http://www.freshfromflorida.com/Divisions-Offices/Plant-Industry/Plant-Industry-Publications/Pest-Alerts/Pest-Alerts-Red-Palm-Mite>>. Acesso em: 13 jan. 2021.

WHALON, M.E.; MOTA-SANCHEZ, D.; HOLLINGWORTH, R.M. **Analysis of global pesticide resistance in arthropods**. Cambridge: CAB International, p.5-31, 2008.

YAZLOVETSKY, I.G. Development of artificial diets for entomophagous insects by understanding their nutrition and digestion. In: ANDERSON, T.E.; LEPPLA, N.C. (Ed.). **Advances in insect rearing for research and pest management**. Boulder, Westview, 1992. p.41-62.

ZANNOU, I.D.; NEGLOH, K.; HANNA, R.; HOUADAKPODE; SABELIS, M.W. Mite diversity in coconut habitat in west and east Africa. In: INTERNATIONAL CONGRESS OF ACAROLOGY, 13, 2010, Recife, **Abstract Book**, p.295.

8. ANEXOS

Anexo 1

Whey Protein (Bio2 PROTEIN[®]): Informação nutricional – Porção de 30g

Quantidade por porção	%VD (*)
Valor energético 104 kcal = 435 kJ	5%
Carboidratos 2,7 g	1%
Proteína 22 g	30%
Isoleucina 840 mg	**
Leucina 1648 mg	**
Valina 1129 mg	**
Gorduras totais 0,5 g	1%
Gorduras saturadas 0 g	**
Gorduras Trans 0 g	**
Fibra alimentar 1,1 g	4%
Sódio 46 mg	2%

*% Valores diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal, ou 8400 kJ.

** Valores diários não estabelecidos.

Anexo 2

Componentes: Complexo vitamínico e Solução vitamínica

Complexo vitamínico	Solução vitamínica
Vitamina A 150 U.I.	Niacinamida 1,0 g
Vitamina D3 – 40 U.I.	Pantotenato de cálcio – 1,0 g
Vitamina E – 0,01 U.I.	Riboflavina – 0,5 g
Vitamina B1 – 0,04 mg	Tiamina – 0,25g
Vitamina B2 – 0,02 mg	Piridoxin a – 0,25 g
Vitamina B12 – 0,048 mcg	Ácido fólico – 0,25 g
Nicotinamida - 0,1 mg	Biotina 0,02 g
	Cianocobalamina – 2 mL (350 mcg/2mL)
Total formulado: 035 mL	Total formulado: 1,35 mL