



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de São José do Rio Preto

Felipe Santa Rosa do Amaral

**Potencial de fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) como agentes de
controle biológico de três espécies de ácaros fitófagos em
seringueira**

São José do Rio Preto
2022

Felipe Santa Rosa do Amaral

Potencial de fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) como agentes de controle biológico de três espécies de ácaros fitófagos em seringueira

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Biodiversidade, junto ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora: FAPESP – Proc. 2018/10407-4

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Lofego

São José do Rio Preto
2022

A485p

Amaral, Felipe Santa Rosa do

Potencial de fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) como agentes de controle biológico de três espécies de ácaros fitófagos em seringueira / Felipe Santa Rosa do Amaral. -- São José do Rio Preto, 2022

89 p. : tabs., fotos

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto

Orientador: Antonio Carlos Lofego

1. Ecologia aplicada. 2. Acari. 3. Predação. 4. Controle biológico. 5. Seringais. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, São José do Rio Preto. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

Felipe Santa Rosa do Amaral

Potencial de fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae) como agentes de controle biológico de três espécies de ácaros fitófagos em seringueira

Tese apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Biodiversidade, junto ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade, do Instituto de Biociências, Letras e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Câmpus de São José do Rio Preto.

Financiadora: FAPESP – Proc. 2018/10407-4

Orientador: Prof. Dr. Antonio Carlos Lofego

Comissão Examinadora

Prof. Dr. Antonio Carlos Lofego
UNESP – Câmpus de São José do Rio Preto
Orientador

Prof. Dr. Gilberto José de Moraes
USP – Piracicaba, SP

Prof^a. Dr^a. Marineide Rosa Vieira
UNESP – Câmpus de Ilha Solteira, SP

Prof. Dr. Mario Eidi Sato
Instituto Biológico – Campinas, SP

Prof. Dr. Rodrigo Damasco Daud
UFG – Goiânia, GO

São José do Rio Preto
02 de dezembro de 2022

AGRADECIMENTOS

Às mulheres que sempre foram inspiração para mim: minha mãe, Cidinha, e minha avó, Olga. Inspiração porque, mesmo por terem experimentado todas as dificuldades de uma sociedade machista, são exemplos de ternura e valores que carrego comigo que me fazem pensar e agir sem perder a empatia.

Ao meu irmão, Anderson, sinal de força por resistir e enfrentar as dificuldades imprevisíveis e incontrolláveis da vida. Sem seu exemplo de ter sido o primeiro da família a ingressar em uma universidade pública, mesmo vindo da educação pública de base sucateada pelo Estado, eu não teria enxergado a possibilidade de seguir esse caminho.

Ao meu pai, Cidinho, por sempre ter apoiado e confiado nas escolhas que fiz. Por ser símbolo de força, porque sei que poucos homens chegariam aonde chegou após ter passado tudo que passou. Sempre será um exemplo para mim.

Aos amigos e às amigas sempre dispostos(as) a ajudar de alguma forma, estando juntos(as) nos momentos de alívio, tão necessários nesses tempos difíceis em que passamos. Bassi, Bitoca, Corvinho, Dorigão, Flávia, Gauy, Gina, Hash, Ivã, Márcio, More, Paquito, Puto e Yuri, sou grato pelas conversas, conselhos, por estarem juntos(as) nesse período e por me socorrerem quando necessário, vocês têm uma participação significativa nesse trabalho.

Agradeço à Gauy (Moleca!) por todas conversas e conselhos, que ajudaram direta ou indiretamente ao trabalho. Obrigado pela paciência em aguentar minhas piadas ruins e pela sua simpatia em dizer que meu rango é bom.

Ao menino Dorigão, por ter sido um dos responsáveis por eu passar enxergar o mundo de uma forma materialista, que fez total diferença para a elaboração dessa tese, e pela companhia diária na “rotina dos milionários”, um dia a gente chega lá!

Ao Rodolfo Mei Pellinson (Paquito) pela disposição em me ajudar com análises estatísticas, mesmo no meio de tanta correria.

Agradeço a todos e todas colegas e amigos(as) de laboratório, aos que já passaram (Adriano, Cauê, Elizeu, Felipe, Marcel, Paulo e Zezão) e aos que estão (Letícia, Mizael, Peterson e Poliane), por fazerem o ambiente de trabalho se tornar mais agradável. Um agradecimento especial ao Mizael e a Letícia por me ajudarem nos cuidados com as criações dos ácaros em momentos que não pude estar presente, sem isso, nenhum experimento seria possível.

Agradeço ao Felipe Nuvoloni (xará!), ex-colega de laboratório e professor da UFSB, e sua companheira, Jaque, pela hospitalidade incrível que me ofereceram em Porto Seguro, quando precisei coletar espécies de ácaros predadores utilizadas no estudo.

A todas e todos camaradas pelos ensinamentos e por compartilharmos os espaços de luta – fora a acadêmica. Até a vitória!

Ao professor Reinado Feres, pelos ensinamentos e pela contribuição imensa que ele e seus alunos (Elizeu, Felipe, Fábio, Peterson e Yoda) deram ao estudo de acarofauna no cultivo de seringueira, sem todo esse conhecimento produzido, esse trabalho não teria sido possível.

Ao meu orientador, Antonio C. Lofego (Tonhão), pelos vários anos de ensinamentos desde o começo de minha formação. Agradeço a liberdade e confiança que deu para o desenvolvimento da pesquisa, sempre aceitando ideias e sugestões sem jamais usar uma posição hierárquica para defender seu ponto.

Ao Prof. Daniel Andrade, à Sidneia Matos e ao Patrice Jacob, da UNESP de Jaboticabal, pela ajuda e recepção para a realização do experimento de toxicidade.

Finalmente, agradeço ao meu avô Luis (em memória) que, dentre suas várias habilidades – almejo um dia ter a metade delas -, em grande parte de sua vida, contribuiu para produção de mudas de seringueiras para a região. Hoje, ironicamente, algumas mudas produzidas pelas mãos de meu avô, foram uteis para o desenvolvimento de minha tese. Obrigado, vô!

Agradeço à FAPESP pela concessão da bolsa de pesquisa, sob o processo nº 2018/10407-4, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP)

“Ecologia sem luta de clases é jardinagem”
Chico Mendes

RESUMO

A seringueira, *Hevea brasiliensis* Müll.Arg., é a maior fonte de borracha natural do mundo, devido à sua elevada produção de látex. O principal modo de produção dessa espécie é pelo monocultivo, o que tem algumas implicações, como a maior propensão ao ataque de pragas. Duas espécies importantes para essa cultura são os ácaros fitófagos *Calacarus heveae* Feres e *Tenuipalpus heveae* Baker, cujas infestações podem ocasionar queda na produção de látex. Contudo, a seringueira também é espécie hospedeira para diversos ácaros predadores, sobretudo da família Phytoseiidae, que se alimentam principalmente de ácaros fitófagos. Este trabalho teve como objetivo investigar quais espécies de fitoseídeos podem atuar como predadoras de *T. heveae* e *C. heveae*. Foi avaliado o efeito de *C. heveae* como alimento na fecundidade de 10 espécies de ácaros predadores da família Phytoseiidae já registradas em *H. brasiliensis*. Os resultados dessa etapa levaram à inferência de que *C. heveae* não é uma presa favorável para a reprodução dos fitoseídeos avaliados, já que todas as espécies apresentaram taxas de oviposição inferiores a 0,2 ovos/fêmea/dia, quando alimentados com esse eriofiídeo. Quatro espécies de fitoseídeos apresentaram taxas de predação superiores a 20 presas/fêmea/dia, sendo que a taxa máxima encontrada foi de 39 presas/fêmea/dia por *Amblyseius chiapensis* De Leon. O estudo de tabela de vida com *A. chiapensis* nos permitiu concluir que esse fitoseídeo não pode manter sua população tendo *C. heveae* como alimento exclusivo. Um teste semelhante foi feito para avaliar a fecundidade de cinco fitoseídeos tratados com *T. heveae*. Nesse experimento, o tenuipalpideo foi uma presa favorável para as cinco espécies de ácaros predadores, com taxas de oviposição entre 1 e 2 ovos/fêmea/dia e taxas de predação entre 20 e 46 presas/fêmea/dia. Os resultados encontrados para o fitoseídeo *Euseius citrifolius* Denmark & Muma se destacaram em relação aos demais, portanto, essa espécie foi escolhida para um estudo de tabela de vida, cujos resultados apontaram que este pode ser considerado um agente de controle biológico promissor para *T. heveae*. Em outro experimento, foi avaliada a aceitação de *Eutetranychus banksi* McGregor como presa para *E. citrifolius*. Os dados laboratoriais mostraram que *E. citrifolius* predava *E. banksi* e que pode se reproduzir tendo essa presa como única fonte de alimento. Contudo, em mudas de seringueira, foi observado que *E. citrifolius* não reduziu significativamente populações de *E. banksi*. Também foi avaliado o efeito de quatro tipos de pólenes na fecundidade de *E. citrifolius*.

Todos foram aceitos pelo fitoseídeo, sendo o pólen de *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck o que proveu a maior taxa de oviposição. É importante salientar que esse foi o primeiro estudo que avaliou pólen de *N. cochenillifera* como alimento para fitoseídeo, sendo mais uma opção de alimento para criação desses ácaros, pela sua fácil obtenção. Avaliando a influência de diferentes substratos na oviposição de *E. citrifolius*, foi possível constatar que os substratos naturais testados, feitos com folhas de espécies vegetais, foram mais favoráveis para esse predador do que o substrato artificial, feito com piso vinílico. Os dados desse trabalho contribuem para um melhor entendimento da relação predador-presa entre ácaros fitoseídeos e ácaros fitófagos em seringueira. Além disso, permitem apontar *E. citrifolius* como uma espécie benéfica à cultura de seringueira, podendo atuar como agente de controle biológico de *T. heveae*.

Palavras-chave: Ácaros predadores. *Euseius citrifolius*. *Tenuipalpus heveae*. Controle biológico. Seringueira.

ABSTRACT

The rubber tree, *Hevea brasiliensis* Müll. Arg., is the largest source of natural rubber in the world due to its high latex production. The main mode of production of this species is by monoculture, which has some implications, such as the greater propensity to attack pests. Two important species for this crop are the phytophagous mites *Calacarus heveae* Feres and *Tenuipalpus heveae* Baker, whose infestations can cause a drop in latex production. However, the rubber tree is also a host species for several predatory mites, especially Phytoseiidae, which feed mainly on phytophagous mites. The aim of this work was to investigate which species of phytoseiids can act as predators of *T. heveae* and *C. heveae*. The effect of *C. heveae* as food was evaluated in the fecundity of 10 species of predatory mites of the Phytoseiidae family already recorded on *H. brasiliensis*. The results of this stage led to the inference that *C. heveae* is not a favorable prey for the reproduction of the evaluated phytoseiids, given that all species presented oviposition rates lower than 0.2 eggs/female/day. Four species of phytoseiids presented predation rates higher than 20 prey/female/day, and the maximum rate found was 39 prey/female/day by *Amblyseius chiapensis* De Leon. The life table study with *A. chiapensis* allowed us to conclude that this phytoseiid does not keep its population having *C. heveae* as exclusive food. A similar test was performed to evaluate the fecundity of five phytoseiids treated with *T. heveae*. In this experiment,

tenuipalpid was a favorable prey for the five species of predatory mites, with oviposition rates between 1 and 2 eggs/female/day and predation rates between 20 and 46 prey/female/day. The results found the phytoseiid *Euseius citrifolius* Denmark & Muma stood out in relation to the others. Hence, this species was chosen for a life table study, results showed that this can be considered a promising biological control agent for *T. heveae*. In another experiment, the acceptance of *Eutetranychus banksi* McGregor as prey for *E. citrifolius* was evaluated. Laboratory data showed that *E. citrifolius* can prey on *E. banksi* and can reproduce with this prey as the only food source. However, in rubber tree seedlings, it was observed that *E. citrifolius* did not significantly reduce *E. banksi* populations. The effect of four pollen types on fecundity of *E. citrifolius* was also evaluated. All were accepted by the phytoseiid, and the pollen of *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck provided the highest oviposition rate. It is important to note that this was the first study that evaluated pollen of *N. cochenillifera* as food for Phytoseiidae, being another food option for these predatory mites, due to its easy obtaining. Evaluating the influence of different substrates on the oviposition of *E. citrifolius*, it was found that the natural substrates tested, made with leaves of plant species, were more favorable for this predator than the artificial substrate, made with vinyl flooring. The data of this work contribute to a better understanding of the predator-prey relationship between phytoseiid mites and phytophagous mites in rubber. In addition, they indicate *E. citrifolius* as a species beneficial to the rubber tree culture and can act as a biological control agent of *T. heveae*.

Keywords: Predatory mites. *Euseius citrifolius*. *Tenuipalpus heveae*. Biological control. Rubber tree.

Sumário

1 INTRODUÇÃO	13
2 ÁCAROS FITOSEÍDEOS (PHYTOSEIIDAE) COMO AGENTES DE CONTROLE BIOLÓGICO DE <i>TENUIPALPUS HEVEAE</i> (ACARI: TENUIPALPIDAE)	29
2.1 Resumo.....	29
2.2 Introdução.....	29
2.3 Material e métodos	31
2.4 Resultados	33
2.5 Discussão	36
2.6 Referências.....	38
3 AVALIAÇÃO DE FITOSEÍDEOS (ACARI: PHYTOSEIIDAE) COMO AGENTES DE CONTROLE BIOLÓGICO DE <i>CALACARUS HEVEAE</i> (ACARI: ERIOPHYIDAE)	42
3.1 Resumo.....	42
3.2 Introdução.....	42
3.3 Material e métodos	44
3.4 Resultados	46
3.5 Discussão	48
3.6 Referências.....	51
4 <i>EUSEIUS CITRIFOLIUS</i> (ACARI: PHYTOSEIIDAE) COMO PREDADOR DE <i>EUTETRANYCHUS BANKSI</i> (ACARI: TETRANYCHIDAE)	54
4.1 Resumo.....	54
4.2 Introdução.....	54
4.3 Material e métodos	56
4.4 Resultados	58
4.5 Discussão	59
4.6 Referências.....	61
5 CRIAÇÃO DE <i>EUSEIUS CITRIFOLIUS</i> (ACARI: PHYTOSEIIDAE) EM LABORATÓRIO.....	64
5.1 Resumo.....	64
5.2 Introdução.....	64
5.3 Material e métodos	66
5.4 Resultados	69
5.5 Discussão	74
5.6 Referências.....	77
6 EFEITO DE ENXOFRE E ESPIRODICLOFENO SOBRE O ÁCARO PREDADOR <i>EUSEIUS CITRIFOLIUS</i> (PHYTOSEIIDAE).	78

6.1	Resumo.....	79
6.2	Introdução.....	79
6.3	Material e métodos	81
6.4	Resultados	82
6.5	Discussão	84
6.6	Referências.....	86
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89

1 INTRODUÇÃO

A borracha é matéria-prima para diversos produtos em setores essenciais da nossa sociedade, como indústria farmacêutica, de transporte, da construção, bélica etc. A maior parte da borracha é de origem natural produzida a partir do látex extraído de algumas espécies de plantas, sendo *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. (Euphorbiaceae) a fonte de quase 99% de toda borracha natural produzida no mundo (NAIR, 2021).

Essa espécie de seringueira, nativa da floresta amazônica, passou a ter grande importância nacional durante o primeiro ciclo da borracha, entre 1879 e 1912, tendo o extrativismo como principal forma de obtenção do látex (GONÇALVES et al., 2021). Com o declínio do látex disponível em plantas de floresta nativa, a domesticação da espécie começou a ser desenvolvida para atender a demanda mundial (GONÇALVES et al., 2021).

A diversidade e complexidade ambiental é um dos fatores que pode promover um equilíbrio e regulação de populações de espécies presentes no ambiente (IVES et al., 2005; CASULA et al., 2006; JONSSON et al., 2017). Essa complexidade é reduzida pelo sistema de monocultivo e pode criar condições favoráveis para o crescimento populacional descontrolado de alguns organismos, causando danos severos à cultura. O mal-das-folhas, causado pelo fungo *Microcyclus ulei* (P. Henn), foi um dos maiores desafios enfrentados pelos heveicultores desde o início do cultivo de *H. brasiliensis* na América Latina (GASPAROTTO et al., 1990). No entanto, além de *M. ulei*, muitos outros organismos podem causar danos à heveicultura, como o pervejo-de-renda, mandorová, formiga cortadeira, cupim e alguns ácaros fitófagos - com destaque para *Tenuipalpus heveae* Baker (Tenuipalpidae) e *Calacarus heveae* Feres (Eriophyidae) (GONÇALVES, 2010).

Conhecido popularmente como ácaro-plano-vermelho-da-seringueira, *T. heveae* foi descrito pela primeira vez no estado do Pará (BAKER, 1945). Flechtmann e Arleu (1984) registram essa espécie no estado do Amazonas e, a partir dos anos 2000, passou a ser registrada nos estados do Amapá, Bahia, Goiás, Mato Grosso e São Paulo (CASTRO et al., 2020). Em São Paulo, estado brasileiro com maior produção de látex (GONÇALVES, 2010), *T. heveae* é um dos ácaros mais abundantes na cultura de seringueira (FERES et al., 2002; BELLINI et al., 2005; HERNANDES e FERES, 2006; DE VIS et al., 2006a). Esse tenuipalpídeo se alimenta principalmente

de células da face abaxial das folhas, nas proximidades das nervuras (FERES et al., 2010), causando escurecimento na região atacada (Figura 1). Infestações intensas dessa espécie podem antecipar a queda das folhas, reduzindo a taxa fotossintética e, consequentemente, a produção de látex (VIEIRA et al., 2010).

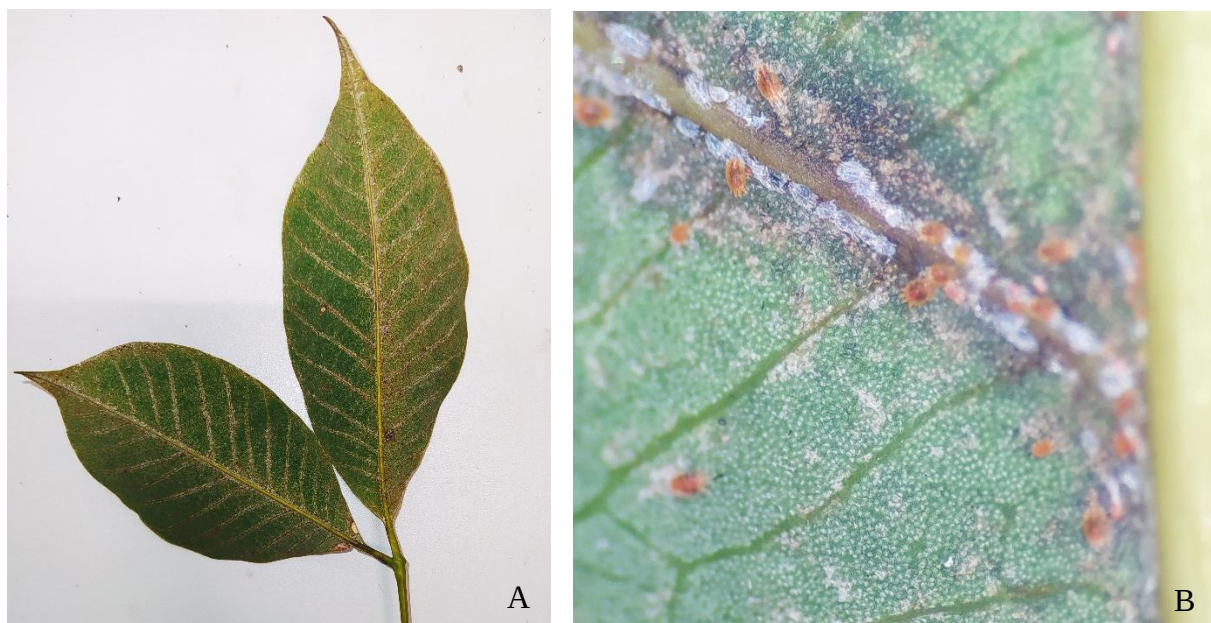


Figura 1. Face abaxial de folíolos de seringueira. (A) Sintomas causados por *Tenuipalpus heveae* (B) Folíolo sob microscópio estereoscópico (35x) mostrando indivíduos de *T. heveae* e o sintoma causado próximo às nervuras. Fotos: AMARAL, 2022.

Alguns estudos foram realizados a fim de avaliar defensivos químicos eficientes no controle desse tenuipalpídeo. Ferla e Moraes (2003a) constataram que os ingredientes ativos azociclotina, cihexatina, dicofol, enxofre e espiroclorfenol são eficientes para a mortalidade de *T. heveae*, sendo que apenas o último é registrado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle desse tenuipalpídeo (AGROFIT, 2022). Avaliando o efeito de óleos essenciais sobre a mortalidade de *T. heveae*, Melo et al. (2019) sugeriram que a aplicação de óleo de cravo (*Syzygium aromaticum* Merr. & L.M.Perry, Myrtaceae) pode ser uma alternativa para o manejo de plantas atacadas por esse ácaro. Cardoso (2007) verificou altas taxas de mortalidade de *T. heveae* quando expostos a efeitos direto e residual de sucroésteres. A busca por clones resistentes também tem sido feita para evitar surtos de *T. heveae* nas plantações. Estudando a influência de três clones diferentes de seringueira na tabela de vida de *T. heveae*, Feres et al. (2010) inferiram que o clone GT 1 pode ser o menos favorável ao desenvolvimento do tenuipalpídeo.

Outro ácaro que pode se tornar um problema para os heveicultores é o eriofídeo *C. heveae* (Figura 2), registrado pela primeira vez em seringueiras cultivadas em José Bonifácio, SP (FERES, 1992). O autor propôs que as condições climáticas e o sistema de monocultivo favoreceram o crescimento populacional dessa espécie. Diferente de *T. heveae*, esse ácaro se alimenta exclusivamente da parte adaxial do folíolo, ocasionando sintomas de opacidade e amarelecimento (FERES, 2000). Daud et al. (2012) constataram alterações fisiológicas nas plantas infestadas por essa espécie, como, por exemplo, a queda de 73% da taxa fotossintética. A queda antecipada das folhas também é um fenômeno decorrente da infestação de *C. heveae* (DAUD et al., 2012; FERES, 1992, 2000) o que reduz, consequentemente, a produção de látex (VIEIRA et al., 2010).

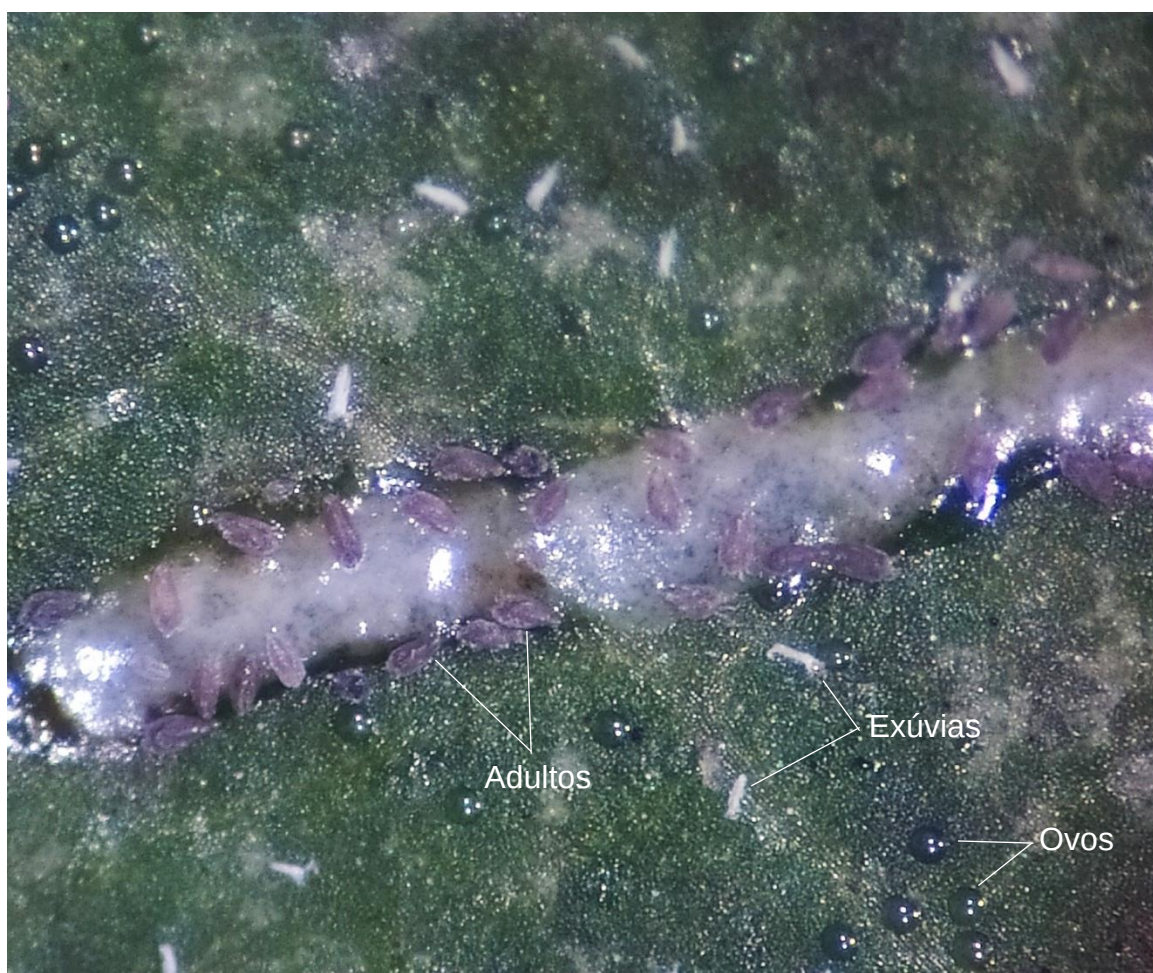


Figura 2. Face adaxial do folíolo de seringueira sob microscópio estereoscópico (80x) evidenciando exúvias, ovos e adultos de *Calacarus heveae*. Foto: AMARAL, 2022.

Na busca por estratégias de manejo para o controle de *C. heveae*, os efeitos de algumas substâncias nesse eriofiídeo já foram investigados. Aplicações feitas em experimentos de campo constataram que azociclotina, cihexatina, enxofre, espiroclorfenol e propargito reduzem populações de *C. heveae*, com destaque para espiroclorfenol e propargito, os quais se mostraram eficazes com apenas duas aplicações (VIEIRA et al., 2006). Assim como em *T. heveae*, o efeito de sucroésteres foi positivo na mortalidade de *C. heveae*, chegando a uma taxa de 80% (DAUD et al., 2012). No entanto, ainda que algumas substâncias pareçam promissoras para o manejo de *C. heveae*, até o momento, não há componentes ativos registrados no MAPA para o controle dessa espécie de ácaro (AGROFIT, 2022).

Em uma análise imediata, pode-se dizer que algumas substâncias se apresentam como solução para o manejo de *T. heveae* e *C. heveae*. Porém, antes do uso de pesticidas para o controle de pragas, é fundamental que outros fatores sejam considerados, além dos efeitos imediatos causados na espécie alvo. A seleção de populações resistentes pelo uso de defensivos químicos, por exemplo, é um desses fatores. Já foram registrados casos de resistência a pesticidas em 625 espécies de artrópodes pertencentes a 118 famílias (MOTA-SANCHEZ e WISE, 2022). Nessa mesma base de dados já foram registrados casos de resistência em 82 espécies de ácaros.

Por não serem espécie-específicos, aplicações químicas acabam interferindo negativamente nas interações ecológicas, atingindo inimigos naturais da espécie alvo ou até mesmo de outras espécies que, se não controladas, podem alcançar o status de praga (HOY, 2011; ALTIERI, 2012). Além disso, exposições a agrotóxicos podem causar danos agudos e crônicos à saúde humana, atingindo os trabalhadores que os aplicam e os consumidores de produtos agrícolas (MONNERET, 2017; GUNDOGAN et al., 2018; LOPES-FERREIRA et al., 2022).

Então, qual seria a alternativa ao controle químico? Em um ambiente equilibrado, a diversidade de inimigos naturais é um dos fatores que mantêm as populações sob controle (IVES et al., 2005; CASULA et al., 2006). Conhecer quais espécies podem estar atuando como agentes de controle biológico permite a elaboração de estratégias de cultivo que minimize os danos causado por determinadas espécies (ALTIERI, 2012), servindo como alternativa ao controle químico. O levantamento das espécies presentes no local de estudo é uma etapa primordial para investigar as interações

ecológicas. Nesse sentido, se tratando de acarofauna em seringueira, diversos estudos têm registrado espécies de ácaros predadores, sendo a grande maioria pertencente à família Phytoseiidae (Tabela 1).

Tabela 1. Ácaros predadores registrados em *Hevea* spp. no Brasil.

Família	Referência
Espécie	
Ascidae	
<i>Asca</i> sp.	Demite e Feres (2007); Daud e Feres (2013)
Bdellidae	
<i>Aff. Spinibdella</i>	Demite e Feres (2005)
<i>Hexabdella</i> cf. <i>singula</i>	Demite e Feres (2007)
<i>Hexabdella cinquaginta</i>	Demite e Feres (2008); Daud e Feres (2013)
<i>Spinibdella</i> sp.	Feres et al. (2002); Bellini et al. (2005)
<i>Tetrabdella neotropica</i>	Hernandes e Feres (2006); Bellini et al. (2008); Rezende et al. (2020)
<i>Tetrabdella</i> sp.	Araújo et al. (2022)
Cheyletidae	
<i>Cheletogenes</i> sp.	Bellini et al. (2005)
<i>Cheletomimus</i> aff. <i>darwinia</i>	Demite e Feres (2007)
<i>Cheletomimus duosetosus</i>	Demite e Feres (2007)
<i>Chelotomimus wellsi</i>	Feres (2000); Hernandez e Feres (2006); Ferla e Moraes (2008)
<i>Hemicheyletia</i> sp.	Ferla e Moraes (2002)
Cunaxidae	

<i>Allocunaxa heveae</i>	Daud e Feres (2013)
<i>Neocunaxoides</i> sp.	Demite e Feres (2007); Demite e Feres (2008)
<i>Pseudobonzia</i> sp.	Feres (2000); Ferla e Moraes (2002); Ferla e Moraes (2008)
<i>Scirula</i> sp.	Demite e Feres (2007); Demite e Feres (2008)
Phytoseiidae	
<i>Amblydromalus akiri</i>	Nuvoloni et al. (2015a)
<i>Amblydromalus insolitus</i>	Nuvoloni et al. (2015b)
<i>Amblydromalus manihoti</i>	Nuvoloni et al. (2015a); Nuvoloni et al. (2015b)
<i>Amblydromalus villacarmelensis</i>	Nuvoloni et al. (2015a)
<i>Amblyseius aerialis</i>	Nuvoloni et al. (2015a); Nuvoloni et al. (2015b)
<i>Amblyseius acalyphus</i>	Ferla e Moraes (2002); Demite e Feres (2007); Ferla e Moraes (2008); Daud e Feres (2013)
<i>Amblyseius chiapensis</i>	Nuvoloni et al. (2015a)
<i>Amblyseius chicomendesi</i>	Nuvoloni et al. (2015a)
<i>Amblyseius duckei</i>	Nuvoloni et al. (2015a)
<i>Amblyseius herbicolus</i>	Nuvoloni et al. (2015b)
<i>Amblyseius impeltatus</i>	Zacarias e Moraes (2001)
<i>Amblyseius martus</i>	Nuvoloni et al. (2015a)
<i>Amblyseius manauara</i>	Nuvoloni et al. (2015a)
<i>Amblyseius neochiapensis</i>	Ferla e Moraes (2002); Demite e Feres (2007); Ferla e Moraes (2008); Demite e Feres (2008)

<i>Amblyseius operculatus</i>	Zacarias e Moraes (2001); Nuvoloni et al. (2015b)
<i>Amblyseius perditus</i>	Nuvoloni et al. (2015a); Nuvoloni et al. (2015b)
<i>Amblyseius saopaulus</i>	Zacarias e Moraes (2001)
<i>Amblyseius</i> sp.	Deus et al. (2012); Araújo et al. (2022)
<i>Arrenoseius morgani</i>	Nuvoloni et al. (2015a); Nuvoloni et al. (2015b)
<i>Euseius alatus</i>	Ferla e Moraes (2008); (2015); Nuvoloni et al. (2015b)
<i>Euseius citrifolius</i>	Feres (2000); Zacarias e Moraes (2001); Feres et al. (2002); Ferla e Moraes (2002); Bellini et al. (2005); Demite e Feres (2005); Hernandez e Feres (2006); Demite e Feres (2007); Bellini et al. (2008); Demite e Feres (2008); Ferla e Moraes (2008); Daud e Feres (2013); Rezende et al. (2020); Araújo et al. (2022)
<i>Euseius concordis</i>	Feres (2000); Feres et al. (2002); Ferla e Moraes (2002); Hernandez e Feres (2006); Demite e Feres (2007); Bellini et al. (2008); Demite e Feres (2008); Ferla e Moraes (2008); Daud e Feres (2013); Nuvoloni et al. (2015a)
<i>Euseius</i> sp.	Deus et al. (2012); Araújo et al. (2022)
<i>Galendromimus alveolaris</i>	Ferla e Moraes (2002); Ferla e Moraes (2008)
<i>Galendromus annectens</i>	Feres (2000); Ferla e Moraes (2002); Bellini et al. (2005); Hernandez e Feres (2006);

	Ferla e Moraes (2008); Daud e Feres (2013); Nuvoloni et al. (2015a)
<i>Galendromus (Mugidromus) sp.</i>	Nuvoloni et al. (2015b)
<i>Galendromus sp.</i>	Ferla e Moraes (2002); Demite e Feres (2007); Deus et al. (2012)
<i>Iphiseiodes kamahorae</i>	Nuvoloni et al. (2015a)
<i>Iphiseiodes katukina</i>	Nuvoloni et al. (2015aa)
<i>Iphiseiodes metapodalis</i>	Nuvoloni et al. (2015b)
<i>Iphiseiodes raucua</i>	Nuvoloni et al. (2015a)
<i>Iphiseiodes zuluagai</i>	Zacarias e Moraes (2001); Feres et al. (2002); Demite e Feres (2007); Bellini et al. (2008); Demite e Feres (2008); Daud e Feres (2013); Nuvoloni et al. (2015a); Nuvoloni et al. (2015b)
<i>Leonseius regularis</i>	Nuvoloni et al. (2015a); Nuvoloni et al. (2015b)
<i>Metaseiulus adjacentis</i>	Nuvoloni et al. (2015a)
<i>Metaseiulus ferlai</i>	Ferla e Moraes (2008); Nuvoloni et al. (2015b)
<i>Metaseiulus camelliae</i>	Bellini et al. (2005); Hernandez e Feres (2006); Bellini et al. (2008)
<i>Neoseiulus anonymus</i>	Ferla e Moraes (2002); Ferla e Moraes (2008); Daud e Feres (2013)
<i>Neoseiulus idaeus</i>	Hernandes e Feres (2006); Daud e Feres (2013); Nuvoloni et al. (2015a)
<i>Neoseiulus sp.</i>	Araújo et al. (2022)
<i>Neoseiulus tunus</i>	Ferla e Moraes (2002); Ferla e Moraes (2008); Daud e Feres (2013); Nuvoloni et al. (2015b)

<i>Paraamblyseius orientalis</i>	Nuvoloni et al. (2015a)
<i>Paraphytoseius orientalis</i>	Nuvoloni et al. (2015a)
<i>Phytoscutus sexpilis</i>	Zacarias e Moraes (2001); Bellini et al. (2005); Nuvoloni et al. (2015a); Nuvoloni et al. (2015b)
<i>Proprioseiopsis aff. jasmini</i>	Demite e Feres (2007)
<i>Proprioseiopsis dominigos</i>	Zacarias e Moraes (2001); Nuvoloni et al. (2015a); Nuvoloni et al. (2015b)
<i>Proprioseiopsis neotropicus</i>	Nuvoloni et al. (2015a)
<i>Proprioseiopsis mexicanus</i>	Nuvoloni et al. (2015a)
<i>Ricoseius loxocheles</i>	Nuvoloni et al. (2015b)
<i>Typhlodromalus aff. horatii</i>	Ferla e Moraes (2002); Ferla e Moraes (2008)
<i>Typhlodromalus feresi</i>	Ferla e Moraes (2002); Ferla e Moraes (2008)
<i>Typhlodromalus peregrinus</i>	Nuvoloni et al. (2015a); Nuvoloni et al. (2015b)
<i>Typhlodromina camelliae</i>	Zacarias e Moraes (2001)
<i>Typhlodromina subtropical</i>	Nuvoloni et al. (2015b)
<i>Typhlodromips aff. amilus</i>	Demite e Feres (2007)
<i>Typhlodromips aff. sinensis</i>	Ferla e Moraes (2002); Ferla e Moraes (2008)
<i>Typhlodromips amilus</i>	Ferla e Moraes (2002); Ferla e Moraes (2008)
<i>Typhlodromips cananeiensis</i>	Zacarias e Moraes (2001)
<i>Typhlodromips constrictatus</i>	Nuvoloni et al. (2015b)
<i>Typhlodromips igapo</i>	Nuvoloni et al. (2015a)
<i>Typhlodromips paramilus</i>	Nuvoloni et al. (2015b)

<i>Typhlodromips</i> sp.	Nuvoloni et al. (2015b)
<i>Typhlodromus transvaalensis</i>	Ferla e Moraes (2002); Ferla e Moraes (2008)
Stigmaeidae	
<i>Agistemus</i> cf. <i>floridanus</i>	Bellini et al. (2005); Hernandez e Feres (2006)
<i>Agistemus floridanus</i>	Ferla e Moraes (2002); Ferla e Moraes (2008); Rezende et al. (2020)
<i>Agistemus</i> sp.	Feres (2000); Demite e Feres (2007); Demite e Feres (2008); Deus et al. (2012); Daud e Feres (2013); Araújo et al. (2022)
<i>Zetzellia agistzellia</i>	Hernandes e Feres (2006); Bellini et al. (2008)
<i>Zetzellia</i> aff. <i>yusti</i>	Ferla e Moraes (2002); Bellini et al. (2005)
<i>Zetzellia mapuchina</i>	Hernandes e Feres (2006)
<i>Zetzellia quasagistemas</i>	Hernandes e Feres (2006); Demite e Feres (2007); Bellini et al. (2008); Demite e Feres (2008); Ferla e Moraes (2008); Daud e Feres (2013); Rezende et al. (2020)
<i>Zetzellia</i> sp.	Feres (2000); Feres et al. (2002); Demite e Feres (2005); Bellini et al. (2008)
Iolinidae	
<i>Homeopronematus</i> sp.	Bellini et al. (2005); Demite e Feres (2005); Hernandez e Feres (2006); Araújo et al. (2022)
<i>Metapronematus</i> sp.	Demite e Feres (2008); Rezende et al. (2020)
<i>Neopronematus</i> sp.	Daud e Feres (2013)

<i>Parapronematus</i> sp.	Feres (2000); Ferla e Moraes (2002); Bellini et al. (2005); Bellini et al. (2008); Demite e Feres (2008); Ferla e Moraes (2008); Daud e Feres (2013); Rezende et al. (2020)
<i>Pronematus</i> sp.	Feres (2000); Feres et al. (2002); Ferla e Moraes (2002); Demite e Feres (2005); Hernandez e Feres (2006); Bellini et al. (2008); Ferla e Moraes (2008)

Frente a essa diversidade de predadores, poucos estudos laboratoriais foram conduzidos em relação ao potencial de fitoseídeos no controle de *T. heveae*. Ferla e Moraes (2003b) avaliaram o efeito de vários alimentos na oviposição dos ácaros predadores *Agistemus floridanus* Gonzalez (Stigmaeidae), *Euseius concordis* (Chant) e *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Phytoseiidae), mostrando que *T. heveae* foi uma presa favorável apenas para a oviposição de *A. floridanus*. Um outro estudo evidenciou o potencial predatório de *N. californicus* sobre *T. heveae* (SILVA et al. 2021). Também avaliando a taxa de predação, Cardoso et al. (2010) concluíram que *T. heveae* pode servir como presa para *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae), e que esse predador tem preferência por larvas e ninfas em relação aos adultos desse tenuipalpídeo. De Vis et al. (2006b) relataram que cinco espécies de fitoseídeos aceitaram *T. heveae* como presa, sendo *E. citrifolius* a espécie que apresentou a maior taxa de oviposição.

Estudos avaliando suscetibilidade de *C. heveae* como presa para fitoseídeos são mais escassos ainda. Os resultados apresentados por Amaral et al. (2018) mostraram que *C. heveae* não é uma presa favorável para a oviposição dos fitoseídeos *Amblyseius aerialis* (Muma) e *Amblyseius chiapensis* De Leon. Ferla e Moraes (2003b) encontraram taxas de oviposição baixas de *E. concordis* e *N. californicus* quando alimentados com *C. heveae*. Em um estudo de triagem para possíveis predadores de ácaros pragas de seringueira, De Vis et al. (2006b) concluíram que *C. heveae* não foi uma presa favorável para cinco espécies de fitoseídeos encontradas em seringueira.

O conhecimento sobre os inimigos naturais de *T. hevae* e *C. heveae* pode ser útil para o desenvolvimento de estratégias de controle biológico conservativo, o qual consiste na conservação de espécies que possam favorecer a permanência do predador no local, ou de controle biológico inundativo, onde a população de uma espécie é multiplicada massalmente em laboratório para posterior liberação no campo.

Nesse sentido, esse trabalho teve como finalidade investigar a possibilidade de espécies de ácaros fitoseídeos estarem atuando como controladores biológicos de *T. hevae* e *C. heveae* em seringueira, sendo que uma das espécies de fitoseídeos também foi avaliada tendo *Eutetranychus banksi* McGregor (Acari: Tetranychidae) como presa. Também foram feitos experimentos a fim de aprimorar métodos de criação do ácaro predador *E. citrifolius* em laboratório. Além disso, essa mesma espécie foi submetida a experimentos de toxicidade para avaliação dos efeitos subletais quando exposto a enxofre e espiroclorfenol, substâncias utilizadas no cultivo de seringueira para o controle de fitófagos.

Referências

- AGROFIT. Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil**, 2022. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em outubro de 2022.
- ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 1. ed. Porto Alegre: Expressão Popular, 2012.
- AMARAL, F.S.R. do; CAVALCANTE, A.C.C.; LOFEGO, A.C. *Amblyseius chiapensis* (Acari: Phytoseiidae) as natural enemy of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), **Systematic and Applied Acarology**, v. 25, n. 2, p. 173-177, 2020.
- ARAÚJO, F.G. de; LIMA, E.L. de; COSTA, E.; DAUD, R.D. Influence of natural vegetation conservation on the distribution of mites in rubber tree crops. **Systematic and Applied Acarology**, v. 27, n. 8, p. 1629-1647, 2022.
- BELLINI, M.R.; FERES, R.J.F.; BUOSI, R. Ácaros (Acari) de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) e de euforbiáceas espontâneas no interior dos cultivos. **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 463-471, 2008.
- BELLINI, M.R.; MORAES, G.J. de; FERES, R.J. Ácaros (Acari) de dois sistemas de cultivo da seringueira no noroeste do estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 475-484, 2005.

CARDOSO, E.G. **Estudo da atividade acaricida de ésteres de sacarose em ácaros (Acari) de *Hevea brasiliensis* Mull. Arg. (Euphorbiaceae)**. 2007. 54 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto. Disponível em <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/87600>.

CARDOSO, M.S.M.; VIEIRA, M.R.; FIGUEIRA, J.C.; SILVA, H.A.S. Atividade predatória de *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) sobre *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari: Tenuipalpidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, p. 471-476, 2010.

CASTRO, E.B.; MESA, N.C.; FERES, R.J.F.; MORAES, G.J. de; OCHOA, R.; BEARD, J.J.; DEMITE, P.R. ***Tenuipalpidae* Database**, 2022. Disponível em: <http://www.tenuipalpidae.ibilce.unesp.br>. Acesso em outubro de 2022.

CASULA, P.; WILBY, A.; THOMAS, M.B. Understanding biodiversity effects on prey in multi-enemy systems. **Ecology Letters**, v. 9, n. 9, p. 995-1004, 2006.

DAUD, R.D.; CONFORTO, E.C.; FERES, R.J.F. Changes in leaf physiology caused by *Calacarus heveae* (Acari, Eriophyidae) on rubber tree. **Experimental and Applied Acarology**, v. 57, n. 2, p. 127-137, 2012.

DAUD, R.D.; FERES, R.J.F. Community structure of mites (Arachnida: Acari) in six rubber tree clones. **International Journal of Acarology**, v. 39, n. 8, p. 589-596, 2013.

DAUD, R.D.; FERES, R.J.F.; BOSCOLO, M. Efeito Pesticida de Ésteres de Sacarose Sobre *Calacarus heveae* Feres (Acari: Eriophyidae) em Dois Clones de Seringueira. **BioAssay**, v. 1, p. 1-6, 2012.

DE VIS, R.M.; MORAES, G.J. de; BELLINI, M.R. Mites (Acari) of rubber trees (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 112-120, 2006a.

DE VIS, R.M.J.; MORAES, G.J. de; BELLINI, M.R. Initial screening of little known predatory mites in Brazil as potential pest control agents. **Experimental and Applied Acarology**, v.39, n. 2, p. 115-125, 2006b.

DEMITE, P.R.; FERES, R.J.F. Influência de vegetação vizinha na distribuição de ácaros em seringal (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) em São José do Rio Preto, SP. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 829-836, 2005.

DEMITE, P.R.; FERES, R.J.F. Ocorrência e flutuação populacional de ácaros associados a seringais vizinhos de fragmentos de Cerrado. **Neotropical Entomology**, v. 36, p. 117-127, 2007.

DEMITE, P.R.; FERES, R.J.F. Influência de fragmentos de cerrado na distribuição de ácaros em seringal. **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 196-204, 2008.

DEUS, E.G.; SOUZA, M.S.M.; MINEIRO, J.L.C.; ADAIME, R.; SANTOS, R.S. Mites (Arachnida: Acari) collected on rubber trees *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg. in Santana, Amapá state, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 72, p. 915-918, 2012.

FERES, R.J. A new species of *Calacarus* Keifer (Acari, Eriophyidae, Phyllocoptinae) from *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. (Euphorbiaceae) from Brazil. **International Journal of Acarology**, v. 18, n. 1, p. 61-65, 1992.

FERES, R.J.F. Levantamento e observações naturalísticas da acarofauna (Acari, Arachnida) de seringueiras cultivadas (*Hevea* spp., Euphorbiaceae) no Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, p. 157-173, 2000.

FERES, R.J.F.; ROSSA-FERES, D.D.C.; DAUD, R.D.; SANTOS, R.S. Diversidade de ácaros (Acari, Arachnida) em seringueiras (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, p. 137-144, 2002.

FERES, R.J.F.; BUOSI, R.; DAUD, R.D.; DEMITE, P.R. Padrões ecológicos da comunidade de ácaros em euforbiáceas de um fragmento de mata Estacional Semidecidual, no Estado de São Paulo. **Biota Neotropica**, v. 7, p. 185-194, 2007.

FERES, R.J.F.; DEL'ARCO, M.; DAUD, R.D. Biological cycle of *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari, Tenuipalpidae) on leaflets of three rubber tree clones. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, p. 298-303, 2010.

FERLA, N.J.; MORAES, G.J. de. Efeito de diferentes concentrações de acaricidas e inseticidas-acaricidas sobre *Calacarus heveae* Feres, 1992 e *Tenuipalpus heveae* Baker, 1945 (Acari: Eriophyidae e Tenuipalpidae). **Acta Biologica Leopoldensia**, v. 25, n. 2, p. 179-185, 2003a.

FERLA, N.J.; MORAES, G.J. de. Oviposição dos ácaros predadores *Agistemus floridanus* Gonzalez, *Euseius concordis* (Chant) e *Neoseiulus anonymus* (Chant & Baker) (Acari) em resposta a diferentes tipos de alimento. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, p. 153-155, 2003b.

FERLA, N.J.; MORAES, G.J. de. Flutuação populacional e sintomas de dano por ácaros (Acari) em seringueira no Estado do Mato Grosso, Brasil. **Revista Árvore**, v. 32, p. 365-376, 2008.

FERLA, N.J.; MORAES, G.J. de. Ácaros (Arachnida, Acari) da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) no Estado do Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, p. 867-888, 2002.

FLECHTMANN, C.H.W.; ARLEU, R.J. *Oligonychus coffeae* (Nietner, 1861), um ácaro tetraniquídeo da seringueira (*Hevea brasiliensis*) novo para o Brasil e observações sobre outros ácaros desta planta. **Ecossistema**, v. 9, p. 123-125, 1984.

GASPAROTTO, L.; FERREIRA, F.A.; LIMA, M.I.; PEREIRA, J.C.; SANTOS, A.D. **Enfermidades da seringueira no Brasil**. 1990. Manaus: Embrapa-CPAA).

GONÇALVES, R.C. **A cultura da seringueira para o Estado de São Paulo**. 2010. Campinas: CATI.

GONÇALVES, R.C.; CARDOSO, S.; CABRAL JÚNIOR, I.C. **Produção de borracha natural de seringueira: histórico e caminho a seguir**. 2021. Acre: Embrapa.

GUNDOGAN, K.; DONMEZ-ALTUNTAS, H.; HAMURCU, Z. et al. Evaluation of chromosomal DNA damage, cytotoxicity, cytostasis, oxidative DNA damage and their relationship with endocrine hormones in patients with acute organophosphate poisoning. **Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis**, v. 825, p.1-7, 2018.

HERNANDES, F.A.; FERES, R.J. Diversidade e sazonalidade de ácaros (Acari) em seringal (*Hevea brasiliensis*, Muell. Arg.) no noroeste do estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 523-535, 2006.

HOY, M.A. **Agricultural acarology: introduction to integrated mite management**. 1. ed. London: CRC press, p. 47-57, 2011.

IVES, A.R.; CARDINALE, B.J.; SNYDER, W.E. A synthesis of subdisciplines: predator–prey interactions, and biodiversity and ecosystem functioning. **Ecology Letters**, v. 8, n. 1, p. 102-116, 2005.

JONSSON, M.; KAARTINEN, R.; STRAUB, C.S. Relationships between natural enemy diversity and biological control. **Current Opinion in Insect Science**, v. 20, p. 1-6, 2017.

LOPES-FERREIRA, M.; MALESKI A.L.A.; BALAN-LIMA, L. et al. Impact of pesticides on human health in the last six years in Brazil. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 19, n. 6, p. 3198, 2022.

MELO, T.M.P. de; SILVA, E.M. da; SILVA, A.G. da; VIEIRA, G.H.; LOPES, P.G. *Syzygium aromaticum* essential oil to the control of *Tenuipalpus heveae*. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 8, p. 1916-9752, 2019.

MONNERET, C. What is an endocrine disruptor? **Comptes rendus biologies**, v. 340, n. 10, p. 403-405, 2017.

MOTA-SANCHEZ, D.; WISE, J.C. **The Arthropod Pesticide Resistance Database**. Michigan State University, 2022. Disponível em: <http://www.pesticideresistance.org>. Acesso em outubro de 2022.

NAIR, K.P. **Tree Crops**. Cham: Springer, p. 287-332, 2021.

NUVOLONI, F.M.; LOFEGO, A.C.; REZENDE, J.M.; FERES, R.J.F. Phytoseiidae mites associated with *Hevea* spp. from the Amazon region: a hidden diversity under the canopy of native trees. **Systematics and Biodiversity**, v. 13, n. 2, 182-206, 2015a.

NUVOLONI, F.M.; LOFEGO, A.C.; CASTRO, E.B.; FERES, R.J.F. Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) from rubber tree crops in the State of Bahia, Brazil, with description of two new species. **Zootaxa**, v. 3964, n. 2, p. 260-274, 2015b.

PONTIER, K.J.; MORAES, G.J. de; KREITER, S. Biology of *Tenuipalpus heveae* (Acari, Tenuipalpidae) on rubber tree leaves. **Acarologia**, v. 41, n. 4, p. 423-427, 2000.

REZENDE, J.M.; PEREIRA, J.M.; ARAÚJO, W.S.D.; DAUD, R.D.; PERES, A.J.A. Population Dynamics of Rubber Tree Mites. **Floresta e Ambiente**, v. 27, 2020.

SILVA, E.M.D.; Toscano, L.C.; ALVES-EIGENHEER, M.; MARUYAMA, W.I.; SILVA, A.G.D. *Neoseiulus californicus* preying on *Tenuipalpus heveae*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, 50, 2021.

VIEIRA, M.; GOMES, E.; FIGUEIRA, J. Controle químico de *Calacarus heveae* Feres (Acari: Eriophyidae) em seringueira. **BioAssay**, v. 1, 2006.

VIEIRA, M.R.; GOMES, E.C.; SILVA, H.A.D.S.D. Redução na produção de látex da seringueira provocada pela infestação de ácaros. **Revista Ceres**, v. 57, p. 608-613, 2010.

ZACARIAS, M.S.; MORAES, G.J. de. Phytoseiid mites (Acari) associated with rubber trees and other euphorbiaceous plants in southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 579-586, 2001.

2 ÁCAROS FITOSEÍDEOS (PHYTOSEIIDAE) COMO AGENTES DE CONTROLE BIOLÓGICO DE *TENUIPALPUS HEVEAE* (ACARI: TENUIPALPIDAE)

2.1 Resumo

O ácaro-vermelho-plano, *Tenuipalpus heveae* Baker, é uma das espécies que pode causar prejuízos a cultura da seringueira, *Hevea brasiliensis* Müll. Arg.. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial predatório e reprodutivo de cinco espécies de fitoseídeos tendo *T. heveae* como alimento exclusivo. Para isso, foram feitos testes de oviposição e predação dos fitoseídeos, o que possibilitou encontrar a taxa de oviposição (ovos/fêmea/dia) e de predação (presas consumidas/fêmea/dia). Também foi feito um estudo de tabela de vida com *Euseius citrifolius* Denmark & Muma tendo esse tenuipalpideo como alimento. Os resultados indicaram que *Amblyseius aerialis* (Muma), *Amblyseius chiapensis* De Leon, *Amblyseius operculatus* De Leon, *E. citrifolius* e *Proprioseiopsis dominigos* (El-Banhawy) predam *T. heveae* e podem ovipositar tendo essa presa como alimento exclusivo. *Euseius citrifolius* teve um aumento populacional se alimentando exclusivamente *T. heveae*, com uma taxa intrínseca de aumento populacional ($r_m = 0,239$) próxima a de outras espécies de fitoseídeos já utilizadas para controle biológico. Esses dados indicam a importância que os fitoseídeos avaliados possam ter no controle natural de *T. heveae* em *H. brasiliensis*. Além disso, abrem possibilidade para que estudos mais aprofundados sejam realizados com esses ácaros predadores, especialmente para *E. citrifolius*, cujos parâmetros populacionais permitem sugerir essa espécie como possível candidata a agente de controle biológico de *T. heveae*.

2.2 Introdução

A seringueira, *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. (Euphorbiaceae), é uma planta nativa da região amazônica e de extrema importância econômica devido à produção de látex, principal fonte de borracha natural do mundo (NAIR, 2021). Assim como qualquer outro monocultivo, a cultura de seringueira (heveicultura) é suscetível ao ataque de pragas; dentre elas está o ácaro-plano-vermelho, *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari: Tenuipalpidae). Essa espécie foi descrita por Baker (1945), no estado de Pará. Sua ocorrência é endêmica no Brasil, tendo já sido registrada nos estados de Amapá, Amazonas, Bahia, Goiás, Mato Grosso e São Paulo (CASTRO et al., 2022). Ocorre principalmente na face abaxial dos folíolos, alimentando-se próximo às

nervuras (FERES, 2000; FERES et al., 2010). Infestações desse ácaro podem ocasionar intensa queda de folhas e, conseqüentemente, uma redução significativa na produção de látex (VIEIRA et al., 2010).

Entretanto, *H. brasiliensis* não abriga apenas ácaros fitófagos. Uma considerável diversidade de espécie de Phytoseiidae, família constituída por ácaros predadores, pode utilizar essa planta como hospedeira. Em um levantamento feito no estado da Bahia, a fim de investigar os fitoseídeos presentes em plantações de *H. brasiliensis*, foram registradas 22 espécies e 15 gêneros de Phytoseiidae (NUVOLONI et al., 2015b). Em um estudo de levantamento de fitoseídeos na região amazônica, foram registradas 24 espécies em *H. brasiliensis* (NUVOLONI et al., 2015a). Investigando ácaros em plantas de *H. brasiliensis* no estado de Mato Grosso, Ferla e Moraes (2002) registraram 16 espécies de fitoseídeos. Embora se conheça várias espécies de fitoseídeos que habitam *H. brasiliensis*, poucos trabalhos foram conduzidos para investigar aspectos biológicos e ecológicos dessas espécies e as possíveis interações predador-presa com os ácaros fitófagos que vivem na mesma planta.

Tendo como base diversos estudos de levantamento de acarofauna é possível notar que uma espécie de fitoseídeo comumente encontrada em seringueira, sobretudo na região sudeste, é *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) (FERES 2000; ZACARIAS e MORAES, 2001; FERES et al., 2002; BELLINI et al., 2005; DEMITE e FERES, 2005; DE VIS et al., 2006a; BELLINI et al., 2008). Esse ácaro predador pode ter opólen como item importante para sua dieta (MORAES e MCMURTRY, 1981; FURTADO e MORAES, 1998; DAUD e FERES, 2004), bem como algumas espécies de ácaros fitófagos. Cardoso et al. (2010) constataram que *E. citrifolius* desempenha atividade predatória sobre *T. heveae*. Analisando a influência de *Oligonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) na predação de três fitoseídeos, Franco et al. (2010) verificaram que *E. citrifolius* foi o mais eficiente na predação sobre larvas e ninfas dessa presa, em relação a *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma e *Amblyseius herbicolus* (Chant) (Acari: Phytoseiidae). Em um estudo de tabela de vida, Hernandez et al. (2022) constataram que ovos de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) é um alimento favorável ao desenvolvimento, reprodução e aumento populacional de *E. citrifolius*. Moraes e McMurtry (1981) relataram uma taxa de oviposição superior a 1 ovo/fêmea/dia em *E.*

citrifolius consumindo todos os estágios de *Tetranychus pacificus* McGregor (Acari: Tetranychidae).

O presente estudo teve como objetivo investigar o desempenho predatório e reprodutivo dos fitoseídeos *Amblyseius aerialis* (Muma), *Amblyseius chiapensis* De Leon, *Amblyseius operculatus* De Leon, *E. citrifolius* e *Proprioseiopsis dominigos* (El-banhawy) sobre o tenuipalpídeo *T. heveae*.

2.3 Material e métodos

Criação dos ácaros

Após coletados e identificados, os fitoseídeos (Tabela 1) foram transferidos para arenas de criação. Cada arena consistiu em um pedaço de folíolo de seringueira (5 cm x 5 cm) margeada por algodão hidrófilo sobre uma espuma de náilon, os quais foram mantidos permanentemente úmidos para impedir a fuga ou invasão dos ácaros. Esse conjunto foi posto no interior de uma vasilha plástica (7 cm x 7 cm) com tampa parcialmente feita com tecido voal, que permitiu retenção parcial da umidade sem que houvesse condensação da água. Sobre o substrato foi colocado um pedaço (2 cm x 2 cm) de fecho de fixação (Velcro®) com fibras de algodão para servir como abrigo e local de oviposição para os fitoseídeos. As espécies foram alimentadas com pólen de *Typha angustifolia* L. (Typhaceae) e *Mabea fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae), ovos/larvas de *Tyrophagus putrescentiae* (Schränk) (Acari: Acaridae) e *Tetranychus mexicanus* (McGregor) (Acari: Tetranychidae).

Tabela 1. Espécies de ácaros fitoseídeos utilizadas no experimento, seus respectivos locais de origem e plantas hospedeiras.

Fitoseídeo	Local de origem	Planta hospedeira
<i>Amblyseius aerialis</i> (Muma)	Ilhéus, BA	<i>Hevea brasiliensis</i>
<i>Amblyseius chiapensis</i> De Leon	Icém, SP	<i>Trichilia casaretti</i>
<i>Amblyseius operculatus</i> De Leon	Porto seguro, BA	<i>Theobroma cacao</i> <i>Hevea brasiliensis</i>
<i>Euseius citrifolius</i> Denmark & Muma	S. J. do Rio Preto, SP	<i>Hevea brasiliensis</i>
<i>Proprioseiopsis dominigos</i> (El-Banhawy)	Ilhéus, BA	<i>Hevea brasiliensis</i>

Não foi possível a criação de *T. heveae* em laboratório, por isso, os indivíduos utilizados nos experimentos foram transferidos diretamente dos folíolos infestados recém coletados.

Oviposição e predação

A unidade experimental foi composta por um pote acrílico cilíndrico (altura = 1,5 cm; diâmetro = 2,5 cm), contendo em seu interior um disco de folíolo de seringueira (diâmetro = 2 cm) posicionado com a face abaxial voltada para cima sobre uma fina camada de algodão hidrófilo mantida permanentemente úmida (Figura 1). Um pedaço de Velcro® (0,5 cm x 0,5 cm) foi posicionado sobre o disco para servir como abrigo e local de oviposição. A margem do disco do folíolo foi coberta com tiras de papel (0,3 cm x 1 cm), o qual se manteve em contato com algodão úmido, para retardar a deterioração do substrato. A borda superior do pote foi coberta com cola entomológica para evitar a fuga dos ácaros e a entrada de invasores. Em cada unidade foram adicionados 50 indivíduos (larvas, ninfas e adultos) de *T. heveae* e uma fêmea adulta da espécie de fitoseídeo avaliada. O pólen de *M. fistulifera* foi disperso sobre o folíolo, sendo substituído diariamente, com auxílio de um pincel, para evitar o desenvolvimento de fungos. No tratamento com pólen, foram feitas 10 repetições para cada predador. No tratamento com *T. heveae*, 20 repetições foram feitas para *E. citrifolius* e cinco para cada uma das demais espécies. O menor número de réplicas para essas espécies foi devido a maior dificuldade na obtenção e manutenção das mesmas em laboratório. Repetições em que a fêmea do predador morreu ou fugiu no primeiro dia foram desconsideradas nas análises. A avaliação de presas consumidas e contagem/retirada dos ovos do predador foi feita diariamente durante sete dias consecutivos, assim como o registro de taxas de sobrevivência. O primeiro dia de avaliação foi desconsiderado nas análises, para reduzir a influência das condições a que cada predador estava exposto antes do início dos testes. As réplicas com fuga ou morte do predador no primeiro dia também foram desconsideradas das análises.

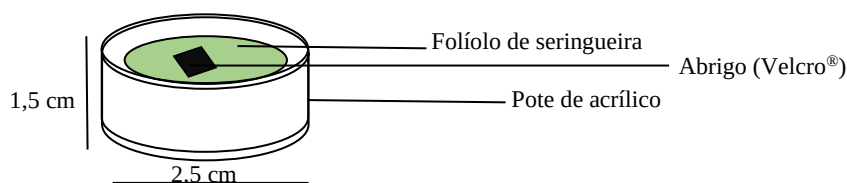


Figura 1. Esquema da unidade experimental utilizada no teste de predação e oviposição.

Tabela de vida

Por ser uma espécie fácil de ser encontrada no ambiente e por ter apresentado resultados interessantes nos experimentos preliminares, optou-se por investigar o ciclo de vida de *E. citrifolius* tratado exclusivamente com *T. heveae*. Foram feitas 48 repetições, sendo que cada repetição consistiu em uma unidade experimental idêntica àquela descrita para o experimento anterior (Figura 1). Em cada unidade, foram mantidas 50 presas (larvas, ninfas e adultos), sendo feitas reposições diárias das presas consumidas para que esse número fosse mantido. Uma fêmea de *E. citrifolius* foi transferida das arenas de criação para cada unidade experimental, permanecendo nessas por 24 horas, para a obtenção dos ovos. Após este período, a fêmea adulta do predador e os ovos excedentes foram removidos, deixando-se apenas um ovo do predador por unidade. Até a fase adulta, os ácaros foram observados a cada oito horas para o registro da duração de cada estágio. Ao atingirem a fase adulta, as observações passaram a ser diárias. Os machos foram transferidos para as unidades contendo fêmea para a fecundação das mesmas. Devido ao número de machos ter sido menor do que o de fêmeas, machos da arena de criação também foram utilizados no experimento. Tanto as arenas de criação quanto as unidades experimentais foram mantidas em câmara incubadora (BOD) a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $65 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotoperíodo de 12 horas.

A média do número de ovos/fêmea/dia e presas consumidas/fêmea/dia dos ácaros predadores foram analisados através do GLM ("General Linear Model"). Os parâmetros populacionais de *E. citrifolius* foram calculados utilizando o programa SAS®, seguindo o protocolo sugerido por Maia e Luiz (2006).

2.4 Resultados

Oviposição e predação

Todos fitoseídeos avaliados predaram e ovipositaram tendo como alimento exclusivo *T. heveae*. O consumo das presas pôde ser evidenciado pela alteração da coloração do predador para tons avermelhados, semelhante a coloração de *T. heveae* (Figura 2). As taxas de oviposição para os fitoseídeos tratados com *T. heveae* foram superiores a 1 ovo/fêmea/dia (Tabela 2). A taxa de oviposição de *E. citrifolius* no tratamento com *T. heveae* foi superior ($p < 0,001$) à encontrada no tratamento com pólen.



Figura 2. *Euseius citrifolius*, sob microscópio estereoscópico (35x), com coloração vermelha após o consumo de *Tenuipalpus heveae*.

Tabela 2. Oviposição (ovos/fêmea/dia) média de fitoseídeos tratados com *T. heveae* e pólen de *M. fistulifera*.

Fitoseídeos	N	<i>T. heveae</i> ($\pm$ EP)	n	Pólen ($\pm$ EP)
<i>A. aerialis</i>	3	1,6 $\pm$ 0,11 Aa	9	0,8 $\pm$ 0,26 Aa
<i>A. chiapensis</i>	4	1,6 $\pm$ 0,26 Aa	8	0,4 $\pm$ 0,21 Aa
<i>A. operculatus</i>	5	1,4 $\pm$ 0,11 Aa	9	0,7 $\pm$ 0,14 Aa
<i>E. citrifolius</i>	20	2,0 $\pm$ 0,1 Aa	10	1,2 $\pm$ 0,12 Ab
<i>P. dominigos</i>	4	1,0 $\pm$ 0,21 Aa	8	1,4 $\pm$ 0,19 Aa

Letras maiúsculas diferentes representam diferença significativa ($p < 0,05$) entre as espécies em uma mesma coluna.

Letras minúsculas diferentes representam diferença significativa ($p < 0,05$) em uma mesma linha.

As taxas de predação obtidas foram acima de 20 presas consumidas /fêmea/dia, chegando a quase 46 presas consumidas/fêmea/dia em *A. aerialis*, taxa superior a encontrada para *P. dominigos* ($p < 0,01$) (Tabela 3).

Tabela 3. Predação média (presas consumidas/fêmea/dia) de fitoseídeos tratados com *Tenuipalpus heveae*.

Fitoseídeo	N	<i>T. heveae</i> ($\pm$ EP)
<i>A. aerialis</i>	3	45,9 $\pm$ 2,16 a
<i>A. chiapensis</i>	4	29,88 $\pm$ 3,52 ab
<i>A. operculatus</i>	5	34,93 $\pm$ 2,71 ab
<i>E. citrifolius</i>	20	31,7 $\pm$ 1,03 ab
<i>P. dominigos</i>	4	20,6 $\pm$ 5,84 b

Tabela de vida

O experimento de tabela de vida de *E. citrifolius* mostrou que esse fitoseídeo atinge a fase adulta e consegue se reproduzir tendo *T. heveae* como única fonte de alimento (Figura 3). O pico máximo de fecundidade foi atingido no sétimo dia da fase adulta, chegando à taxa de 2,8 ovos/fêmea/dia. O período de oviposição teve duração média de 29 dias. Até o décimo quinto dia após a emergência das fêmeas, todas permaneceram vivas.

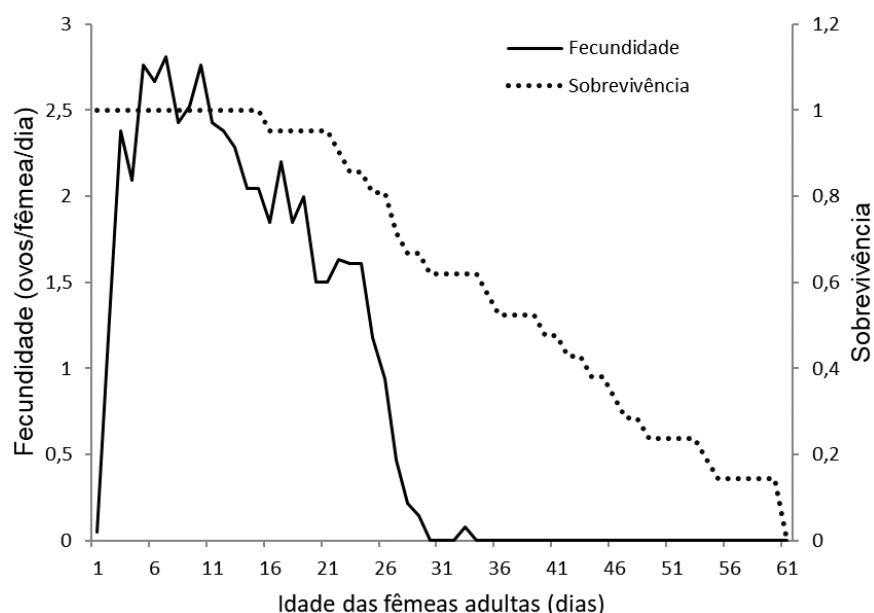


Figura 3. Sobrevivência e fecundidade diárias de fêmeas de *Euseius citrifolius* tratadas com estágios móveis de *Tenuipalpus heveae*.

Os resultados dos parâmetros populacionais estimados permitiram verificar um aumento da população de *E. citrifolius* consumindo *T. heveae* (Tabela 4).

Tabela 4. Duração de estágios (Dias $\pm$ EP) de desenvolvimento e parâmetros populacionais de *Euseius citrifolius* alimentado com *Tenuipalpus heveae*.

Parâmetro	N	<i>E. citrifolius</i> ($\pm$ EP)
Ovo (dias)	48	1,9 $\pm$ 0,04
Larva (dias)	48	0,9 $\pm$ 0,03
Protoninfa (dias)	48	1,0 $\pm$ 0,02
Deutoninfa (dias)	48	1,1 $\pm$ 0,03
Egg-adulto (dias)	48	4,8 $\pm$ 0,06
Pre-oviposição (dias)	9	6,2 $\pm$ 0,76
Oviposição (dias)	9	29,1 $\pm$ 3,12
Pos-oviposição (dias)	9	8,0 $\pm$ 2,4
Longevidade (dias)	9	43,9 $\pm$ 5,93
Fecundidade (ovos/fêmea)	9	20,2 $\pm$ 1,60
Razão sexual (% fêmeas) *	52	72%
R_0 (taxa líquida de reprodução)	9	35,9 $\pm$ 4,9
r_m (taxa intrínseca de aumento)	9	0,239 $\pm$ 0,01
λ (taxa finita de aumento)	9	1,27 $\pm$ 0,01
T (tempo médio de geração)	9	15,0 $\pm$ 0,84
TD (tempo de duplicação)	9	2,9 $\pm$ 0,1

* Estimada com base na prole do experimento (n = 52)

2.5 Discussão

Os resultados obtidos nos testes de predação e oviposição indicaram que *T. heveae* é uma presa favorável para *A. aerialis*, *A. chiapensis*, *A. operculatus*, *E. citrifolius* e *P. dominigos*. Essas espécies ocorrem naturalmente em *H. brasiliensis* (NUVOLONI et al., 2015a,2015b; FERLA e MORAES, 2002), o que é um forte

indicativo de que possam estar contribuindo para o controle populacional do ácaro-plano-vermelho da seringueira no ambiente.

Apenas quatro estudos de cunho biológico haviam sido conduzidos com *A. aerialis* (CASTILLO e NORONHA, 2008; AMARAL et al., 2018; MACIEL et al., 2018; FERREIRA et al., 2022), dois com *A. chiapensis* (AMARAL et al., 2018, 2020) e nenhum com *A. operculatus* e *P. dominigos*. Já foram registradas em torno de 57 espécies de fitoseídeos em *H. brasiliensis* (NUVOLONI et al., 2015a, 2015b; DAUD e FERES, 2013; FERLA e MORAES, 2002), mas poucos estudos foram feitos para investigar desenvolvimento, reprodução e parâmetros populacionais desses ácaros. Conhecer aspectos biológicos de cada fitoseídeo possibilita desenvolver estratégias de manejo de ácaros fitófagos mais eficientes, considerando que espécies diferentes se adaptam a distintas condições ambientais.

A taxa de predação de *E. citrifolius* já havia sido investigada por Cardoso et al. (2010). Esses autores relataram que 15 larvas e 14,5 ninfas de *T. heveae* (tratamentos distintos) foram consumidas por fêmea de *E. citrifolius*, após 72 horas, resultados inferiores em relação aos do presente trabalho, o qual verificou uma taxa de predação de 31,7 presas (todos estágios móveis) por fêmea por dia. Essa diferença acentuada pode ter se dado devido ao menor número de presas utilizadas no trabalho feito por Cardoso et al., no qual foram oferecidas 20 presas de cada estágio para cada fêmea de *E. citrifolius*, enquanto no presente estudo foram oferecidas 50 presas.

Dentre os fitoseídeos avaliados, *E. citrifolius* apresentou taxa de oviposição – 2 ovos/fêmea/dia - superior à relatada por De Vis et al. (2006b) para o mesmo predador alimentado com *T. heveae*. Essa taxa também foi superior em relação a outras espécies do mesmo gênero com outros alimentos (ZHIMO e MCMURTRY, 1990; REIS e ALVEZ, 1997; BROUFAS e KOVEOS, 2000; KASAP e SEKEROGLU, 2004). Esses dados permitem observar que os resultados do presente estudo são semelhantes ou superiores aos encontrados na literatura para o gênero *Euseius*, indicando que *T. heveae* é uma presa favorável para a reprodução de *E. citrifolius*.

O estudo de tabela de vida de *E. citrifolius* revelou a capacidade desse predador em se desenvolver e se reproduzir consumindo apenas *T. heveae*. A taxa intrínseca de crescimento populacional (r_m) foi de 0,239, valor próximo aos de fitoseídeos já utilizados em programas de controle biológico, como *Neoseiulus californicus* (McGregor) ($r_m = 0,289$) consumindo *Tetranychus urticae* Koch (ESCUDERO e FERRAGUT, 2005), *Amblyseius tamatavensis* Blommers ($r_m = 0,21$) consumindo ovos

de *Bemisia tabaci* Gennadius (Homoptera: Aleyrodidae) (CAVALCANTE et al., 2017) e *Euseius scutalis* (Athias-Henriot) ($r_m = 0,234$) consumindo *Panonychus citri* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) (KASAP e SEKEROGLU, 2004), evidenciando que *T. heveae* é uma presa favorável ao desenvolvimento e reprodução de *E. citrifolius* e que este apresenta potencial para o controle biológico aplicado desse tenuipalpídeo em seringueira.

O gênero *Euseius* é classificado como Tipo IV, que são fitoseídeos predadores generalistas que tem pólen como um item importante em sua dieta (MCMURTRY et al., 2013). Alguns trabalhos evidenciam um melhor desempenho reprodutivo de *E. citrifolius* alimentado com pólen do que com ácaros fitófagos (MORAES e MCMURTRY, 1981; FURTADO e MORAES, 1998). Nossos resultados mostram que tendo apenas *T. heveae* como alimento, sem acesso a pólen, *E. citrifolius* pôde se desenvolver e reproduzir, e apresentou parâmetros que estimam um crescimento populacional notável dentro do gênero. Esses dados trazem uma nova perspectiva sobre a dieta de *E. citrifolius*, já que esse fitoseídeo pode ter um aumento populacional tendo apenas ácaro fitófago (*T. heveae*, nesse caso) em sua dieta, sem pólen.

Considerando o que foi exposto, é possível inferir que as cinco espécies de fitoseídeos avaliadas possam contribuir para o controle de *T. heveae*. Contudo, encorajamos que estudos mais aprofundados sejam conduzidos para confirmar tal hipótese, tendo em vista que esse estudo se limitou a experimentos laboratoriais. Os parâmetros populacionais encontrados para *E. citrifolius* indicaram a importância que esse fitoseídeo possa ter no controle natural de *T. heveae* em *H. brasiliensis*, sobretudo na região sudeste, onde esse ácaro predador ocorre em maior frequência. Além disso, os dados sustentam a possibilidade de considerar *E. citrifolius* como candidato a agente de controle biológico inundativo de *T. heveae*.

2.6 Referências

AMARAL, F.S.R. do; CAVALCANTE, A.C.C.; LOFEGO, A.C. *Amblyseius chiapensis* (Acari: Phytoseiidae) as natural enemy of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), **Systematic and Applied Acarology**, v. 25, n. 2, p. 173-177, 2020.

AMARAL, F.S.R. do; LOFEGO, A.C.; CAVALCANTE, A.C.C. Oviposition rates of *Amblyseius aerialis* (Muma) and *Amblyseius chiapensis* DeLeon (Acari: Phytoseiidae) under seven foods—different patterns for the same genus. **Systematic and Applied Acarology**, v. 23, n. 5, p. 795-798, 2018.

BAKER, E.W. Mites of the genus *Tenuipalpus* (Acarina: Trichadenidae). **Proceedings of the Entomological Society of Washington**, v. 47, p. 33-38, 1945.

BELLINI, M.R.; FERES, R.J.F.; BUOSI, R. Ácaros (Acari) de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) e de euforbiáceas espontâneas no interior dos cultivos. **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 463-471, 2008.

BELLINI, M.R.; MORAES, G.J. de; FERES, R.J. Ácaros (Acari) de dois sistemas de cultivo da seringueira no noroeste do estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 475-484, 2005.

BROUFAS, G.D.; KOVEOS, D.S. Effect of different pollens on development, survivorship and reproduction of *Euseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae). **Environmental Entomology**, v. 29, n. 4, p. 743-749, 2000.

CARDOSO, M.S.M.; VIEIRA, M.R.; FIGUEIRA, J.C.; SILVA, H.A.S. Atividade predatória de *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) sobre *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari: Tenuipalpidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, p. 471-476, 2010.

CASTILLO, A.B.; NORONHA, A.D.S. Estudio de los aspectos fundamentales de la biología de *Amblyseius aerialis* (Muma)(Acari: Phytoseiidae) en condiciones de laboratorio. **CitriFrut**, v. 25, n. 1, p. 45-52, 2008.

CASTRO, E.B.; MESA, N.C.; FERES, R.J.F.; MORAES, G.J. de; OCHOA, R.; BEARD, J.J.; DEMITE, P.R. ***Tenuipalpidae* Database**, 2022. Disponível em: <http://www.tenuipalpidae.ibilce.unesp.br>. Acesso em outubro de 2022.

CAVALCANTE, A.C.C.; MANDRO, M.E.; PAES, E.R.; MORAES, G.J. de. *Amblyseius tamatavensis* Blommers (Acari: Phytoseiidae) a candidate for biological control of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brazil. **International Journal of Acarology**, v. 43, n. 1, p. 10-15, 2017.

DAUD, R.D.; FERES, R.J.F. O valor de *Mabea fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae), planta nativa do Brasil, como reservatório para o predador *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari, Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, p. 453-458, 2004.

DAUD, R.D.; FERES, R.J.F. Community structure of mites (Arachnida: Acari) in six rubber tree clones. **International Journal of Acarology**, v. 39, n. 8, p. 589-596, 2013.

DE VIS, R.M.; MORAES, G.J. de; BELLINI, M.R. Mites (Acari) of rubber trees (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) in Piracicaba, State of São Paulo, Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 112-120, 2006a.

DE VIS, R.M.J.; MORAES, G.J. de; BELLINI, M.R. Initial screening of little known predatory mites in Brazil as potential pest control agents. **Experimental and Applied Acarology**, v.39, n. 2, p. 115-125, 2006b.

DEMITE, P.R.; FERES, R.J.F. Influência de vegetação vizinha na distribuição de ácaros em seringal (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) em São José do Rio Preto, SP. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 829-836, 2005.

ESCUADERO, L.A.; FERRAGUT, F. Life-history of predatory mites *Neoseiulus californicus* and *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) on four spider mite species as prey, with special reference to *Tetranychus evansi* (Acari: Tetranychidae). **Biological Control**, v. 32, n. 3, p. 378-384, 2005.

FERES, R.J.F. Levantamento e observações naturalísticas da acarofauna (Acari, Arachnida) de seringueiras cultivadas (*Hevea* spp., Euphorbiaceae) no Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, p. 157-173, 2000.

FERES, R.J.F.; ROSSA-FERES, D.D.C.; DAUD, R.D.; SANTOS, R.S. Diversidade de ácaros (Acari, Arachnida) em seringueiras (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) na região noroeste do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, p. 137-144, 2002.

FERES, R.J.F.; DEL'ARCO, M.; DAUD, R.D. Biological cycle of *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari, Tenuipalpidae) on leaflets of three rubber tree clones. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 54, p. 298-303. 2010.

FERLA, N.J.; MORAES, G.J. de. Ácaros (Arachnida, Acari) da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) no Estado do Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, p. 867-888, 2002.

FERREIRA, C.; NORONHA, C.; NETO, E.S.; OLIVEIRA, R. de; LINS, P.M.; BATISTA, T.F. Functional and numerical responses of the predatory mite *Amblyseius aerialis* (Acari: Phytoseiidae) to *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae). **Acarologia**, v. 62, n. 1, p. 27-35, 2002.

FRANCO, R.A.; REIS, P.R.; ZACARIAS, M.S.; OLIVEIRA, D.C. Influência da teia de *Oligonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) sobre os fitoseídeos predadores associados. **Neotropical Entomology**, v. 39, p. 97-100, 2010

FURTADO, I.P.; MORAES, G.J. de. Biology of *Euseius citrifolius*, a candidate for the biological control of *Mononychellus tanajoa* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **Systematic and Applied Acarology**, v. 3, n.1, p. 43-48, 1998.

HERNANDES, L.M. **Seleção artificial do ácaro predador *Euseius citrifolius* Denmark & Muma para fins de controle de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae)**. 2022. 61 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto.

KASAP, İ.; ŞEKEROĞLU, E. Life history of *Euseius scutalis* feeding on citrus red mite *Panonychus citri* at various temperatures. **BioControl**, v. 49, n. 6, p. 645-654, 2004.

MACIEL, A.D.G.S.; TRINDADE, R.C.P.; SILVA, E.S.; SANTOS, M.D. dos. Potential predation and fecundity of *Amblyseius aerialis* fed two-spotted spider mite. **Comunicata Scientiae**, v. 9, n. 4, p. 748-753, 2018.

MAIA, A.D.H.N.; LUIZ, A.J.B. **Programa SAS para análise de tabelas de vida e fertilidade de artrópodes: método Jackknife**. 2006. Jaguaríuna: Embrapa.

MCMURTRY, J.A.; MORAES, G.J. de; 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.

MORAES, G.J. de; MCMURTRY, J.A. Biology of *Amblyseius citrifolius* (Denmark & Muma) (Acarina: Phytoseiidae). **Hilgardia**, v. 49, n. 1, p. 1–29, 1981.

NAIR, K.P. **Tree Crops**. Cham: Springer, 2021, p. 287-332.

NUVOLONI, F.M.; LOFEGO, A.C.; REZENDE, J.M.; FERES, R.J.F. Phytoseiidae mites associated with *Hevea* spp. from the Amazon region: a hidden diversity under the canopy of native trees. **Systematics and Biodiversity**, v. 13, n. 2, 182-206, 2015a.

NUVOLONI, F.M.; LOFEGO, A.C.; CASTRO, E.B.; FERES, R.J.F. Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) from rubber tree crops in the State of Bahia, Brazil, with description of two new species. **Zootaxa**, v. 3964, n. 2, p. 260-274, 2015b.

REIS, P.R.; ALVES, E.B. Biologia do ácaro predador *Euseius alatus* DeLeon (Acari: Phytoseiidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, 359-363, 1997.

VIEIRA, M.R.; GOMES, E.C.; SILVA, H.A.D.S.D. Redução na produção de látex da seringueira provocada pela infestação de ácaros. **Revista Ceres**, v. 57, p. 608-613, 2010.

ZACARIAS, M.S.; MORAES, G.J. de. Phytoseiid mites (Acari) associated with rubber trees and other euphorbiaceous plants in southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 579-586, 2001.

ZHIMO, Z.; MCMURTRY, J.A. Development and reproduction of three *Euseius* (Acari: Phytoseiidae) species in the presence and absence of supplementary foods. **Experimental and Applied Acarology**, v. 8, n. 4, p. 233-242, 1990.

3 AVALIAÇÃO DE FITOSEÍDEOS (ACARI: PHYTOSEIIDAE) COMO AGENTES DE CONTROLE BIOLÓGICO DE *CALACARUS HEVEAE* (ACARI: ERIOPHYIDAE)

3.1 Resumo

Uma das espécies fitófagas de maior importância na cultura da seringueira é o ácaro *Calacarus heveae* Feres. Infestações provocadas por esse ácaro eriofiídeo podem ocasionar a diminuição significativa na produção de látex. Também nas seringueiras são encontradas diversas espécies de ácaros predadores da família Phytoseiidae, que podem ter ácaros fitófagos como parte de sua dieta. Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar o potencial predatório e reprodutivo de 10 espécies de Phytoseiidae sobre *C. heveae*, avaliando a predação/fêmea/dia e a oviposição/fêmea/dia de cada espécie de fitoseídeo. Alimentados com *C. heveae*, os fitoseídeos apresentaram taxas de oviposição iguais ou inferiores a 0,2 ovos/fêmea/dia, valor inferior ao normalmente encontrado para demais espécies da mesma família. As taxas de predação de *Amblyseius* cf. *januaricus* Wainstein & Vartapetov, *Amblyseius chiapensis* De Leon, *Euseius citrifolius* Denmark & Muma e *Typhlodromus transvaalensis* (Nesbitt) foram superiores a 20 presas/fêmea/dia. Esses resultados sugerem que, ainda que haja predação, *C. heveae* não foi uma presa adequada para a reprodução dos 10 fitoseídeos avaliados.

3.2 Introdução

Dentre os artrópodes que podem apresentar uma ameaça a cultura da seringueira, *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. (Euphorbiaceae), a espécie de ácaro fitófago *Calacarus heveae* Feres (Acari: Eriophyidae) é uma das mais importantes. Descrito por Feres (1992), no noroeste do estado de São Paulo, esse eriofiídeo ocorre em *Hevea* spp. e habita a face adaxial dos folíolos, causando sintomas de opacidade, amarelamento e bronzeamento nas folhas (FERES, 1992), podendo levar a redução significativa na produção de látex, como constatado por Vieira et al. (2010). Alguns produtores relataram uma perda de 30% na produção de látex quando há infestações severas desse eriofiídeo (FERES, 2000).

Até o momento, não há produtos registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle desse ácaro em seringueira

(AGROFIT, 2022). No entanto, segundo um estudo conduzido por Viera et al. (2006), aplicações de azociclotina, enxofre, cihexatina, espiroclorfenol e propargito puderam manter populações de *C. heveae* abaixo do nível de dano. Daud et al. (2012) constataram a eficiência de ésteres de sacarose na mortalidade desse eriofídeo. Além disso, produtores alegam que utilizam enxofre como método de controle desse ácaro (informação verbal, 2021).

Além dos ácaros fitófagos, a seringueira pode ser hospedeira de diversas espécies de ácaros predadores da família Phytoseiidae. Em um único trabalho de levantamento de fitoseídeos, feito na região amazônica, Nuvoloni et al. (2015a) registraram 29 espécies e 15 gêneros dessa família em *Hevea* spp. Em outro estudo, foram registradas 22 espécies e 15 gêneros da família Phytoseiidae em plantações de *H. brasiliensis*, no estado da Bahia, Brasil (NUVOLONI et al., 2015b). Na região sudeste, Zacarias e Moraes (2001) registraram nove espécies de fitoseídeos em *H. brasiliensis* e, também em seringueiras, Ferla e Moraes (2002) registraram 15 espécies de fitoseídeos no estado de Mato Grosso. Contudo, mesmo com essa diversidade de fitoseídeos em seringueira, poucos estudos foram conduzidos para investigar o potencial desses ácaros como inimigos naturais de *C. heveae*. De acordo com estudos biológicos, há evidências de que *Agistemus floridanus* Gonzales (Acari: Stigmaeidae) possa ser considerado um importante predador de *C. heveae* (FERLA e MORAES, 2003; DE VIS et al., 2006). Analisando a dinâmica populacional, Castro et al. (2018) sugerem que *Amblyseius perditus* Chant & Baker (Acari Phytoseiidae) possa contribuir para o controle de *C. heveae* no ambiente. Por outro lado, investigando a dieta de *Amblyseius aerialis* Muma e *Amblyseius chiapensis* De Leon (Acari: Phytoseiidae), Amaral et al. (2018) encontraram taxas de oviposição inferiores a 0,2 ovos/fêmea/dia no tratamento com *C. heveae*, concluindo que essa presa não foi adequada para esses fitoseídeos. Frente a isso, é fundamental que conheçamos melhor sobre a importância dos fitoseídeos no controle de *C. heveae* em seringueira.

O presente trabalho teve como objetivo investigar o potencial predatório e reprodutivo de 10 espécies de ácaros fitoseídeos, que já foram registradas em seringueira, sobre *C. heveae*. Além dessa avaliação preliminar, devido a taxa de predação considerável de *A. chiapensis*, foi feito um estudo de tabela de vida para esse fitoseídeo alimentado exclusivamente com *C. heveae*.

3.3 Material e métodos

Criação dos ácaros

Dez espécies de fitoseídeos foram utilizadas nesse experimento (Tabela 1). Após coletados e identificados, os fitoseídeos foram transferidos para arenas de criação. Cada arena (5 cm x 5 cm) consistiu em piso vinílico, folha de seringueira ou folha de café (dependendo da adaptação de cada fitoseídeo ao substrato) margeada por algodão hidrófilo sobre uma espuma de náilon, os quais foram mantidos permanentemente úmidos para impedir a fuga ou invasão dos ácaros. Esse conjunto foi posto no interior de uma vasilha plástica (7 cm x 7 cm) com tampa parcialmente feita com tecido voal, que permitiu retenção parcial da umidade sem que houvesse condensação da água. Sobre o substrato foi colocado um pedaço (2 cm x 2 cm) de fecho de fixação (Velcro®) com fibras de algodão para servir como abrigo e local de oviposição para os fitoseídeos. As espécies foram alimentadas com pólen de *Typha angustifolia* L. (Typhaceae) e *Mabea fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae), ovos/larvas de *Tyrophagus putrescentiae* (Schrank) (Acari: Acaridae) e *Tetranychus mexicanus* (McGregor) (Acari: Tetranychidae).

Tabela 1. Fitoseídeos utilizados nos experimentos, seus locais de origem e respectivas plantas hospedeiras.

Espécie	Local de origem	Hospedeiro
<i>Amblyseius aerialis</i> (Muma)	Ilhéus, BA	<i>Hevea brasiliensis</i>
<i>Amblyseius</i> cf. <i>januaricus</i>	Icém, SP	<i>Trichilia casaretti</i>
<i>Amblyseius chiapensis</i> De Leon	Icém, SP	<i>Trichilia casaretti</i>
<i>Amblyseius largoensis</i> (Muma)	Porto Seguro, BA	<i>Cocus nucifera</i>
<i>Amblyseius operculatus</i> De Leon	Porto Seguro, BA; Ilhéus, BA	<i>Theobroma cacao</i> <i>Hevea brasiliensis</i> <i>Bactris gasipaes</i>
<i>Euseius citrifolius</i> Denmark & Muma	S. J. do Rio Preto, SP	<i>Hevea brasiliensis</i>

<i>Euseius concordis</i> (Chant)	São José do Rio Preto, SP	<i>Coffea arabica</i>
<i>Iphiseiodes zuluagai</i> Denmark & Muma	Porto Seguro, BA	<i>Theobroma cacao</i>
	S. J. do Rio Preto, SP	<i>Hevea brasiliensis</i>
		<i>Coffea arabica</i>
<i>Proprioseiopsis dominigos</i> (El-Banhawy)	Ilhéus, BA	<i>Hevea brasiliensis</i>
<i>Typhlodromus transvaalensis</i> (Nesbitt)*	S. J. do Rio Preto, SP	-

* Local de origem desconhecido. Surgiu como invasora de outras criações no laboratório

Não foi possível a criação de *C. heveae* em laboratório, por isso, os indivíduos utilizados nos experimentos foram transferidos diretamente dos folíolos infestados recém coletados.

Oviposição e predação

A unidade experimental foi composta por um pote acrílico cilíndrico (altura = 1,5 cm; diâmetro = 2,5 cm), contendo em seu interior um disco de folíolo de seringueira (diâmetro = 2 cm) posicionado com a face adaxial voltada para cima sobre uma fina camada de algodão hidrófilo mantida permanentemente úmida (ver Figura 1, capítulo 2, dessa tese). Um pedaço de Velcro® (0,5 cm x 0,5 cm) foi posicionado sobre o disco para servir como abrigo e local de oviposição. A margem do disco do folíolo foi coberta com tiras de papel (0,3 cm x 1 cm), o qual se manteve em contato com algodão úmido, para retardar a deterioração do substrato. A borda superior do pote foi coberta com cola entomológica para evitar a fuga dos ácaros e a entrada de invasores. Em cada unidade foram adicionados 50 indivíduos (larvas, ninfas e adultos) de *C. heveae* e uma fêmea adulta da espécie de fitoseídeo avaliada. A avaliação de presas consumidas e contagem/retirada dos ovos do predador foi feita diariamente durante sete dias consecutivos. Foram feitas 20 repetições para cada fitoseídeo testado. Repetições em que a fêmea do predador morreu ou fugiu no primeiro dia foram desconsideradas nas análises. O primeiro dia de avaliação também foi desconsiderado nas análises, para reduzir a influência das condições a que cada predador estava exposto antes do início dos testes.

Tabela de vida

Por ter apresentado uma taxa de predação considerável no teste preliminar, foi elaborada uma tabela de vida para *A. chiapensis* tratado exclusivamente com *C. heveae*. Foram feitas 59 repetições, sendo que cada repetição consistiu em uma unidade experimental semelhante àquela descrita para o experimento de oviposição e predação. Em cada unidade foram mantidas 50 presas (estágios móveis), sendo feitas reposições diárias das presas consumidas para que esse número fosse mantido. Uma fêmea de *A. chiapensis* foi transferida da arena de criação para cada uma das unidades experimentais, permanecendo nessa por 24 horas até que houvesse oviposição, sendo retiradas logo após esse prazo juntamente com ovos excedentes, permanecendo apenas um ovo por unidade. Durante os estágios imaturos, os ácaros foram observados três vezes ao dia para o registro da duração de cada estágio. Ao atingirem a fase adulta, os dados passaram a ser coletados diariamente. Os machos foram transferidos para as unidades contendo fêmea para a fecundação das mesmas. Devido ao número de machos ter sido menor do que o de fêmeas, machos da arena de criação também foram utilizados para a fecundação. Tanto as arenas de criação quanto os experimentos, foram mantidos em câmara incubadora (BOD) a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $65 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotoperíodo de 12 horas.

A média do número de ovos/fêmea/dia e presas consumidas/fêmea/dia dos ácaros predadores foram analisados através do GLM ("General Linear Model"). Os parâmetros populacionais de *A. chiapensis* foram calculados utilizando o programa SAS®, seguindo o protocolo sugerido por Maia e Luiz (2006).

3.4 Resultados

Oviposição e predação

As taxas de oviposição dos fitoseídeos testados foram iguais ou inferiores a 0,2 ovos/fêmea/dia, não havendo diferença significativa entre as espécies (Tabela 2).

Tab. 2. Taxas de oviposição e predação (Média $\pm$ EP) de fitoseídeos tratados com *Calacarus heveae*.

Fitoseídeos	N	Oviposição (ovos/fêmea/dia)	Predação (presas/fêmea/dia)
<i>Amblyseius aerialis</i>	16	0,0 $\pm$ 0,02a	11,8 $\pm$ 1,67abcd
<i>Amblyseius</i> cf. <i>januaricus</i>	20	0,1 $\pm$ 0,06a	24,5 $\pm$ 2,13de
<i>Amblyseius chiapensis</i>	10	0,2 $\pm$ 0,1a	38,9 $\pm$ 4,6e
<i>Amblyseius largoensis</i>	17	0,0 $\pm$ 0,02a	15,4 $\pm$ 2,35bcde
<i>Amblyseius operculatus</i>	16	0,1 $\pm$ 0,07a	5,3 $\pm$ 0,72a
<i>Euseius citrifolius</i>	16	0,2 $\pm$ 0,07a	21,7 $\pm$ 1,84cde
<i>Euseius concordis</i>	13	0,2 $\pm$ 0,05a	12,1 $\pm$ 1,73abcd
<i>Iphiseiodes zuluagai</i>	15	0,0 $\pm$ 0,0a	12,9 $\pm$ 2,56abc
<i>Proprioseiopsis dominigos</i>	9	0,0 $\pm$ 0,02a	6,1 $\pm$ 1,10ab
<i>Typhlodromus transvaalensis</i>	13	0,0 $\pm$ 0,0 a	21,8 $\pm$ 1,58cde

Letras minúsculas diferentes representam diferenças significativas ($p > 0,05$) em uma mesma coluna.

Por outro lado, a presa *C. heveae* proporcionou diferentes taxas de predação entre os fitoseídeos. A taxa de predação de *A. chiapensis* (39 presas/fêmea/dia) foi superior ($p < 0,05$) às de cinco outras espécies. Já a taxa encontrada para *A. operculatus*, foi menor ($p < 0,05$) do que as de cinco espécies testadas (Tabela 2).

Tabela de vida

O estudo de tabela de vida de *A. chiapensis*, tendo como alimento exclusivo *C. heveae*, mostrou que apenas 15 % dos indivíduos atingiram a fase adulta, levando um tempo médio de 8,7 dias para esse desenvolvimento (Tabela 3).

Tab. 3. Dados de desenvolvimento e reprodução de *Amblyseius chiapensis* alimentado com *Calacarus heveae*.

Parâmetro	N	<i>A. chiapensis</i> ($\pm$ EP)
Ovo (dias)	59	1,1 $\pm$ 0,07
Larva (dias)	58	0,8 $\pm$ 0,03
Protoninfa (dias)	55	4,1 $\pm$ 0,17
Deutoninfa (dias)	22	3,1 $\pm$ 0,19

Ovo - adulto (dias)	9	8,7 ± 0.2
Pre-oviposição (dias)	-	-
Oviposição (dias)	-	-
Pos-oviposição (dias)	-	-
Longevidade (dias)	7	7,95 ± 1,23
Fecundidade (ovos/fêmea)	-	-
Razão sexual (% fêmeas)	52	55%

Tendo como oferta exclusiva de alimento *C. heveae* foi verificado que a fecundidade de *A. chiapensis* foi nula (Figura 1). Seis dias após a emergência do adulto, a taxa de sobrevivência ficou abaixo de 30%, zerando no décimo primeiro dia.

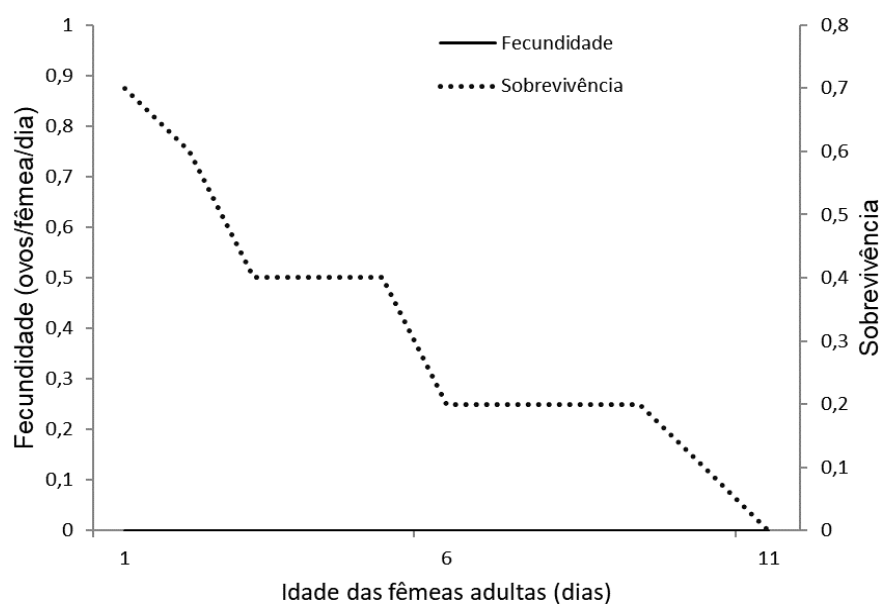


Figura 1. Taxas de sobrevivência e de oviposição *Amblyseius chiapensis* alimentado com estágios móveis de *Calacarus heveae*.

3.5 Discussão

As taxas de oviposição encontradas nesse trabalho, considerando as 10 espécies de fitoseídeos, foram baixas, tendo em vista que, em média, os fitoseídeos podem produzir 2 a 4 ovos por dia (HOY, 2011). Os dados da tabela de vida de *A. chiapensis* mostraram que essa presa não é um alimento adequado para esse

fitoseídeo, considerando a baixa porcentagem de indivíduos que atingiram a fase adulta e a fecundidade nula. O baixo desempenho reprodutivo de espécies da família Phytoseiidae alimentadas com *C. hevae* já havia sido relatado na literatura. Ferla e Moraes (2003) demonstraram que, alimentados exclusivamente com *C. hevae*, os fitoseídeos *Euseius concordis* (Chant) e *Neoseiulus anonymus* (Chant & Baker) ovipositaram em média 0,01 ovo/dia/fêmea. As taxas de oviposição de *A. aerialis* e *A. chiapensis* tratados com *C. hevae* foi de 0,07 e 0,18 ovos/fêmea/dia, respectivamente (AMARAL et al., 2018). Desse modo, é possível inferir que *C. hevae* como única fonte de alimento não é adequado para o desempenho reprodutivo das espécies avaliadas.

Embora a predação tenha ocorrido em todas as espécies avaliadas, as taxas foram mais baixas do que as de alguns fitoseídeos alimentados com eriofiídeos em outros estudos. Um estudo avaliando o potencial predatório de *Euseius sojaensis* (Ehara) e *Amblyseius eharai* Amitai & Swirski (Acari: Phytoseiidae) sobre o eriofiídeo *Aculos fockeui* (Nalepa & Trouessart) (Acari: Eriophyidae) verificou taxas de consumo de 9,2 e 13,3 presas consumidas/fêmea/10 minutos, respectivamente (KONDO e HIRAMATSU, 1999). Tendo *Eriophyes lycopersici* (Wolffenstein) (Acari: Eriophyidae) como alimento, cada fêmea de *Euseius scutalis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) consumiu, em média, 91 presas/dia (ABOU-AWAD, 1983). Al-Azzazy e Alhewairini (2020) constataram que uma fêmea de *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) pode chegar a predar em média 103 indivíduos do eriofiídeo *Phyllocoptruta oleivora* (Ashmead) por dia. Por outro lado, algumas espécies de fitoseídeos tratadas com eriofiídeos apresentam taxas de predação semelhantes ou até menores do que as apresentadas nesse trabalho. Cada fêmea de *E. concordis* consumiu, em média, 1,4 presas/hora, quando tratada com *Aculops lycopersici* (Massee) (Acari: Eriophyidae) (MORAES e LIMA, 1983). Quando oferecidas 50 presas de *A. lycopersici* para *A. swirskii*, a taxa de predação desse fitoseídeo foi, em média, 40 presas/fêmea/dia (PARK et al., 2010). Frente a esses dados, é possível sugerir que as taxas de predação acima de 20 presas/fêmea/dia, encontradas em *Amblyseius* cf. *januarius*, *A. chiapensis*, *E. citrifolius* e *T. transvaalensis*, estão próximas do esperado para algumas espécies em Phytoseiidae, quando alimentados com eriofiídeos (PARK et al., 2010; AZEVEDO et al., 2016; FERREIRA et al., 2022)

O fato de as taxas de oviposição serem praticamente nulas mesmo consumindo as presas, pode ter sido consequência da exclusividade de alimento, que priva o

predador de ter nutrientes necessários para a produção de ovos. Espécies dos gêneros *Amblyseius* e *Euseius* são consideradas predadoras generalistas, podendo se alimentar de uma vasta gama de presas, inclusive de outros tipos de alimentos, como pólen e exsudato (MCMURTRY e CROFT, 1997). Estudos já constataram que a combinação de alimentos pode ser favorável a algumas espécies em Phytoseiidae (EL-BANHAWY, 1970; ZHAO e MCMURTRY, 1990; FOULY, 1997). Considerando isso, a combinação de *C. heveae* com outros itens (pólen, néctar, outros ácaros etc.) como tratamento pode ser que garanta um melhor desempenho reprodutivo a esses fitoseídeos.

Nossos resultados demonstraram que a coocorrência de fitoseídeos com ácaros fitófagos nem sempre representa uma interação predador-presa entre as espécies. As 10 espécies testadas nesse trabalho já foram registradas em seringueiras, inclusive coocorrendo com *C. heveae* (FERES, 2000; DAUD e FERES, 2013; FERLA e MORAES, 2002) e, mesmo assim, os dados laboratoriais obtidos levam a sugerir que *C. heveae* não é uma presa adequada para esses ácaros predadores.

Então, pode-se dizer que ácaros da família Phytoseiidae não podem ser considerados inimigos naturais de *C. heveae*? Ainda que as espécies avaliadas até o momento não tenham apresentado um bom desempenho reprodutivo se alimentando desse eriofiídeo, é importante considerarmos as taxas de predação apresentadas. Além disso, a possibilidade de que fitoseídeos de mesma ocorrência de *C. heveae* atue como inimigos naturais não pode ser descartada. Mas não são apenas fitoseídeos que podem ser inimigos naturais de *C. heveae*, há indícios de outros organismos que podem exercer o controle biológico desse eriofiídeo. Foi constatado por Ferla e Moraes (2003) e por De Vis et al. (2006) que *A. floridanus* (Acari: Stigmaeidae) apresentou um bom desempenho reprodutivo consumindo *C. heveae*. Também já foi constatada uma possível relação entre *Pronematus* sp. (Acari: Iolinidae) e *C. heveae* (CASTRO et al., 2018). Indivíduos de *C. heveae* infectados pelo fungo *Hirsutella thompsonii* Fisher, no estado de Mato Grosso, foram registrados por Tanzini et al. (2000). Estudos mais aprofundados devem ser conduzidos para confirmar as possíveis relações interespecíficas desses organismos com *C. heveae*. Isso contribuiria para o desenvolvimento de estratégias que visassem o manejo de populações de *C. heveae* em seringueira através de controle biológico aplicado.

Os resultados desse trabalho são um forte indício de que *C. heveae* não é uma presa favorável para a reprodução de várias espécies de ácaros da família

Phytoseiidae. Contudo, pela notável taxa de predação de *A. chiapensis*, encorajamos estudos que avaliem o efeito de combinação de alimentos com *C. heveae* no desempenho reprodutivo desse fitoseídeo, e a avaliação de outros possíveis predadores não incluídos nesse estudo.

3.6 Referências

ABOU-AWAD, B.A. *Amblyseius gossipi* [Acarina: Phytoseiidae] as a predator of the tomato erineum mite, *Eriophyes lycopersici* [Acarina: Eriophyidae]. **Entomophaga**, v. 28, n. 4, p. 363-365, 1983.

AGROFIT. Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil**, 2022. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em outubro de 2022.

AL-AZZAZY, M.M.; ALHEWAIRINI, S.S. Effect of temperature and humidity on development, reproduction, and predation rate of *Amblyseius swirskii* (Phytoseiidae) fed on *Phyllocoptruta oleivora* (Eriophyidae) and *Eutetranychus orientalis* (Tetranychidae). **International Journal of Acarology**, v. 46, n. 5, p. 304-312, 2020.

AMARAL, F.S.R. do; LOFEGO, A.C.; CAVALCANTE, A.C.C. Oviposition rates of *Amblyseius aerialis* (Muma) and *Amblyseius chiapensis* DeLeon (Acari: Phytoseiidae) under seven foods—different patterns for the same genus. **Systematic and Applied Acarology**, v. 23, n. 5, p. 795-798, 2018.

AZEVEDO, L.H.; CASTILHO, R.D.C.; MORAES, G.J. de. Suitability of the litchi erineum mite, *Aceria litchii* (Keifer), as prey for the mite *Phytoseius intermedius* Evans & MacFarlane (Acari: Eriophyidae, Phytoseiidae). **Systematic and applied acarology**, v. 21, n. 3, p. 270-278, 2016.

CASTRO, E.B.; NUVOLONI, F.M.; FERES, R.J. Population dynamics of the main phytophagous and predatory mites associated with rubber tree plantations in the State of Bahia, Brazil. **Systematic and Applied Acarology**, v. 23, n. 8, p. 1578-1591, 2018.

DAUD, R.D.; FERES, R.J.F. Community structure of mites (Arachnida: Acari) in six rubber tree clones. **International Journal of Acarology**, v. 39, n. 8, p. 589-596, 2013.

DAUD, R.D.; FERES, R.J.F.; BOSCOLO, M. Efeito Pesticida de Ésteres de Sacarose Sobre *Calacarus heveae* Feres (Acari: Eriophyidae) em Dois Clones de Seringueira. **BioAssay**, v. 1, p. 1-6, 2012.

DE VIS, R.M.J.; MORAES, G.J. de; BELLINI, M.R. Initial screening of little known predatory mites in Brazil as potential pest control agents. **Experimental and Applied Acarology**, v.39, n. 2, p. 115-125, 2006.

EL-BANHAWY, E.M. Biology and feeding behaviour of the predatory mite, *Amblyseius brazilli* [Mesostigmata: Phytoseiidae]. **Entomophaga**, v. 20, n. 4, p. 353-360, 1975.

FERES, R.J. A new species of *Calacarus* Keifer (Acari, Eriophyidae, Phyllocoptinae) from *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. (Euphorbiaceae) from Brazil. **International Journal of Acarology**, v. 18, n. 1, p. 61-65, 1992.

FERES, R.J.F. Levantamento e observações naturalísticas da acarofauna (Acari, Arachnida) de seringueiras cultivadas (*Hevea* spp., Euphorbiaceae) no Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 17, p. 157-173, 2000.

FERLA, N.J.; MORAES, G.J. de. Oviposição dos ácaros predadores *Agistemus floridanus* Gonzalez, *Euseius concordis* (Chant) e *Neoseiulus anonymus* (Chant & Baker)(Acari) em resposta a diferentes tipos de alimento. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, p. 153-155, 2003.

FERLA, N.J.; MORAES, G.J. de. Ácaros (Arachnida, Acari) da seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) no Estado do Mato Grosso, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, p.867-888, 2002.

FERREIRA, C.; NORONHA, C.; NETO, E.S.; OLIVEIRA, R. de; LINS, P.M.; BATISTA, T.F. Functional and numerical responses of the predatory mite *Amblyseius aerialis* (Acari: Phytoseiidae) to *Aceria guerreronis* (Acari: Eriophyidae). **Acarologia**, v. 62, n. 1, p. 27-35, 2002.

FOULY, A.H. Effects of prey mites and pollen on the biology and life tables of *Proprioseiopsis asetis* (Chant)(Acari, Phytoseiidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 121, n. 1-5, p. 435-439, 1997.

HOY, M.A. **Agricultural acarology: introduction to integrated mite management**. 1. ed. London: CRC press, p. 159-177, 2011.

KONDO, A.; HIRAMATSU, T. Predatory ability of two species of phytoseiid mites (Acari: Phytoseiidae) on the peach silver mite, *Aculus fockeui* (Nalepa et Trouessart) (Acari: Eriophyidae). **Applied Entomology and Zoology**, v. 34, n. 4, p. 485-487, 1999.

MAIA, A.D.H.N.; LUIZ, A.J.B. **Programa SAS para análise de tabelas de vida e fertilidade de artrópodes: método Jackknife**. 2006. Jaguaríuna: Embrapa.

MCMURTRY, J.A.; CROFT, B.A. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. **Annual Review of Entomology**, v. 42, n. 1, p. 291-321, 1997.

MORAES, G.J. de; LIMA, H.C. **Biology of *Euseius concordis* (Chant)(Acarina: Phytoseiidae), a predator of the tomato Russet Mite**. 1983. Semiarido: Embrapa (ALICE).

NUVOLONI, F.M.; LOFEGO, A.C.; REZENDE, J.M.; FERES, R.J.F. Phytoseiidae mites associated with *Hevea* spp. from the Amazon region: a hidden diversity under the canopy of native trees. **Systematics and Biodiversity**, v. 13, n. 2, 182-206, 2015a.

NUVOLONI, F.M.; LOFEGO, A.C.; CASTRO, E.B.; FERES, R.J.F. Phytoseiidae (Acari: Mesostigmata) from rubber tree crops in the State of Bahia, Brazil, with description of two new species. **Zootaxa**, v. 3964, n. 2, p. 260-274, 2015b.

PARK, H.H.; SHIPP, L.; BUITENHUIS, R. Predation, development, and oviposition by the predatory mite *Amblyseius swirkii* (Acari: Phytoseiidae) on tomato russet mite (Acari: Eriophyidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 103, n. 3, p. 563-569, 2010.

TANZINI, M.R.; ALVES, S.B.; TAMAI, M.A.; MORAES, G.J. de; FERLA, N.J. An epizootic of *Calacarus heveae* (Acari: Eriophyidae) caused by *Hirsutella thompsonii* on rubber trees. **Experimental and Applied Acarology**, v. 24, n. 2, p. 141-144, 2000.

VIEIRA, M.; GOMES, E.; FIGUEIRA, J. Controle químico de *Calacarus heveae* Feres (Acari: Eriophyidae) em seringueira. **BioAssay**, v. 1, 2006.

VIEIRA, M.R.; GOMES, E.C.; SILVA, H.A.D.S.D. Redução na produção de látex da seringueira provocada pela infestação de ácaros. **Revista Ceres**, v. 57, p. 608-613, 2010.

ZACARIAS, M.S.; MORAES, G.J. de. Phytoseiid mites (Acari) associated with rubber trees and other euphorbiaceous plants in southeastern Brazil. **Neotropical Entomology**, v. 30, p. 579-586, 2001.

4 EUSEIUS CITRIFOLIUS (ACARI: PHYTOSEIIDAE) COMO PREDADOR DE EUTETRANYCHUS BANKSI (ACARI: TETRANYCHIDAE)

4.1 Resumo

O “ácaro-texano”, *Eutetranychus banksi* (McGregor), é considerado praga no cultivo de citrus. No entanto, esse tetraniquídeo também é encontrado com frequência e em grande densidade em seringueira, ainda que nessa cultura não seja considerado praga. O presente estudo avaliou o potencial de *Euseius citrifolius* Denmark & Muma, um ácaro predador frequentemente encontrado em seringueira, como agente de controle biológico de *E. banksi*, através de testes de predação, oviposição e eficiência do predador na planta. Os dados laboratoriais revelaram que *E. citrifolius* pode preda *E. banksi* e ovipositar consumindo essa presa. Contudo, o experimento em estufa mostrou que *E. citrifolius* não reduziu significativamente populações de *E. banksi* na planta. No tratamento com o pólen de *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck, foi observado que o número de predadores encontrados nas mudas foi superior ao encontrado no controle, sugerindo um efeito positivo do pólen na permanência dos predadores na planta.

4.2 Introdução

O tetraniquídeo *Eutetranychus banksi* (McGregor) (Acari: Tetranychidae), vulgarmente conhecido como “ácaro-texano”, foi registrado pela primeira vez por McGregor (1914), nos Estados Unidos, em *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae) e *Mucuna pruriens* var. *utilis* L.H.Bailey (Leguminosae). Tem ampla distribuição no continente americano e pode ocorrer em países da África e Europa (MIGEON e DORKELD, 2022). Embora seja de grande importância para em cultivos de citrus (HOY, 2011), essa espécie já foi registrada em 109 espécies de plantas hospedeiras, incluindo a espécie *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. (Euphorbiaceae) (MIGEON e DORKELD, 2022), a maior fonte de borracha natural do mundo (NAIR, 2021).

O “ácaro-texano” tem preferência pela face adaxial dos folíolos, podendo ocorrer também na face abaxial em grandes infestações (MORAES e FLECHTMANN, 2008). Espécies do gênero *Eutetranychus*, se diferem da maioria dos tetraniquídeos por produzirem pouca ou nenhuma teia (MORAES e FLECHTMANN, 2008). Como todo tetraniquídeo, *E. banksi* se alimenta do conteúdo intracelular das células do

folíolo causando pontuações cloróticas como sintoma, o que reduz a taxa fotossintética da planta (HOY, 2011; MORAES e FLECHTMANN, 2008).

Os estudos sobre métodos de controle de *E. banksi* realizados até o momento foram feitos apenas para a cultura de *Citrus* sp. Dois defensivos químicos, propargito e óxido de fembutatina, são registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle de *E. banksi* em citrus (AGROFIT, 2022). Na perspectiva do controle biológico, foi verificado um parasitismo do fungo *Neozygites floridana* (Weiser & Muma) (Entomophthorales) em *E. banksi* (SELHIME e MUMA, 1966; WEISER e MUMA, 1966). *Euseius mesembrinus* (Dean) (Acari: Phytoseiidae) alimentado com indivíduos de *E. banksi* apresentou um aumento populacional (ABOUSERA e CHILDERS, 1989), o que sugere uma relação predador-presa entre essas duas espécies.

Embora não seja considerada praga para a cultura de seringueira no Brasil (MORAES e FLECHTMANN, 2008), esse tetraniquídeo é encontrado com frequência em trabalhos de levantamento de acarofauna. Analisando a acarofauna de dois sistemas de cultivo de seringueira, Bellini et al. (2005) registraram um total de 1.795 exemplares de *E. banksi*. Em um outro estudo, Demite e Feres (2005) registraram 166 indivíduos desse tetraniquídeo em plantações de seringueira no estado de São Paulo. Estudando a acarofauna de seringueiras e de plantas euforbiáceas no interior do cultivo, Bellini et al. (2008) registraram 88 indivíduos de *E. banksi* em *H. brasiliensis*. Em todos esses trabalhos foram registrados ácaros predadores associados, especialmente da família Phytoseiidae, sendo *Euseius citrifolius* Denmark & Muma o fitoseídeo mais frequente e abundante.

Descrito por Denmark e Muma (1970) em folhas de *Citrus* sp., *Euseius citrifolius* já foi registrado em seis países da América do Sul, incluindo o Brasil, onde há registros em 20 diferentes estados (DEMITE et al., 2022). Até o momento, já foi registrado em 222 espécies de plantas hospedeiras, pertencentes a 63 gêneros e 56 famílias (HERNANDES, 2022).

O gênero *Euseius* é considerado como generalista, tendo o pólen como um item importante para sua dieta (MCMURTRY et al., 2013). A espécie *E. citrifolius* pode ter um bom desempenho biológico consumindo apenas pólen (FURTADO e MORAES, 1998, DAUD e FERES, 2004), mas também pode aceitar bem alguns ácaros fitófagos como presas, incluindo tenuipalpídeos. Cardoso et al. (2010) constataram que esse fitoseídeo pode ser considerado um predador de *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari:

Tenuipalpidae). No capítulo 2 desta tese, foi relatado que *E. citrifolius* pode predar, desenvolver e reproduzir tendo *T. heveae* como alimento exclusivo. Testando a influência de ovos de outra espécie de tenuipalpídeo, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae), como alimento para *E. citrifolius*, Hernandez (2022) sugeriu esse predador como potencial inimigo natural de *R. indica*.

O objetivo desse estudo foi averiguar o potencial predatório e reprodutivo de *E. citrifolius* sobre *E. banksi* em laboratório e sua eficiência no controle desse tetraniquídeo em mudas de seringueira.

4.3 Material e métodos

Criação dos ácaros

Os fitoseídeos foram coletados em seringueiras localizadas na Área Experimental da UNESP, campus de São José do Rio Preto, SP. Após coletados e identificados, os ácaros foram transferidos para arenas de criação. Cada arena consiste em um pedaço de folha de seringueira (5 cm x 5 cm) margeada por algodão hidrófilo sobre uma espuma de náilon. Esse conjunto foi posto no interior de uma vasilha plástica (7 cm x 7 cm) com tampa parcialmente feita com tecido voal, que permitiu retenção parcial da umidade sem que houvesse condensação da água. Sobre o substrato foi colocado um pedaço (2 cm x 2 cm) de fecho de fixação (Velcro®) com fibras de algodão para servir como abrigo e local de oviposição para os fitoseídeos. Os ácaros foram alimentados com pólen de *Nopalea cochinillifera* Salm-Dyck (Cactaceae).

Não foi feita a criação de *E. banksi* em laboratório, os ácaros utilizados foram transferidos diretamente de folíolos infestados coletados em seringueiras localizadas na Área Experimental da UNESP, campus de São José do Rio Preto, SP

Oviposição e predação

Em laboratório, foi realizado um experimento de oviposição e predação. Cada unidade experimental foi composta por um pote acrílico cilíndrico (altura = 1,5 cm; diâmetro = 2,5 cm), contendo em seu interior um disco de folíolo de seringueira (diâmetro = 2 cm) posicionado com a face adaxial voltada para cima sobre algodão hidrófilo, o qual foi mantido úmido. Um pedaço de Velcro® (0,5 cm x 0,5 cm) foi

posicionado sobre o disco para servir como abrigo e local de oviposição. A margem do disco foi coberta com papel para aumentar sua durabilidade. A borda superior do pote foi coberta com cola entomológica para evitar a fuga dos ácaros e a entrada de invasores. Em cada unidade, foram adicionados 40 indivíduos (todos estágios móveis) de *E. banksi* e uma fêmea adulta da *E. citrifolius*. A avaliação de presas consumidas e contagem/retirada dos ovos do fitoseídeo foram feitas diariamente durante sete dias consecutivos. O experimento teve 20 repetições. O primeiro dia de avaliação foi desconsiderado nas análises, para reduzir a influência das condições a que cada predador estava exposto antes do início dos testes. As réplicas com fuga ou morte do predador no primeiro dia também foram desconsideradas das análises. Tanto as arenas de criação dos predadores quanto as unidades experimentais foram mantidas em câmara incubadora (BOD) a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $65 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotoperíodo de 12 horas.

Experimento em estufa

A eficiência do ácaro predador no controle de *E. banksi* foi avaliada em condição de semi-campo, em estufa fechada. Foram utilizadas mudas do clone RRIM 600 enxertados em TJ 16 com 16 meses de idade, com 8-12 folhas. A infestação das mudas por *E. banksi* ocorreu naturalmente. Três folíolos por muda foram coletados e levados ao microscópio estereoscópico para confirmar a infestação dos ácaros fitófagos, para que fossem utilizadas apenas plantas infestadas. Cada muda consistiu em uma repetição, e foram escolhidas para cada tratamento de forma aleatória, para reduzir o efeito de diferentes densidades de *E. banksi* nos resultados. Foram montados três tratamentos com 12 repetições para cada um. No primeiro tratamento, foram liberadas 10 fêmeas grávidas do predador oriundas de arenas de criação em cada réplica; no segundo tratamento, o mesmo número de fêmeas foi liberado, porém, com adição de pólen de *N. cochenillifera* na superfície adaxial, distribuído em três folíolos de cada muda, a cada três dias; o controle consistiu em mudas sem predador ou pólen, apenas com o fitófago. Os vasos dos três tratamentos foram dispostos em uma mesma estufa distanciados de modo em que as folhas de vasos diferentes não entrassem em contato, evitando assim o fluxo de ácaros entre as réplicas. Após um mês de experimento, todas as folhas das mudas foram coletadas e levadas ao laboratório para a contagem de *E. citrifolius* e *E. banksi*, com auxílio de microscópio

estereoscópico. A temperatura e umidade no interior das estufas não foram controladas, mas foram registradas a cada oito horas, a cada três dias (Figura 1).

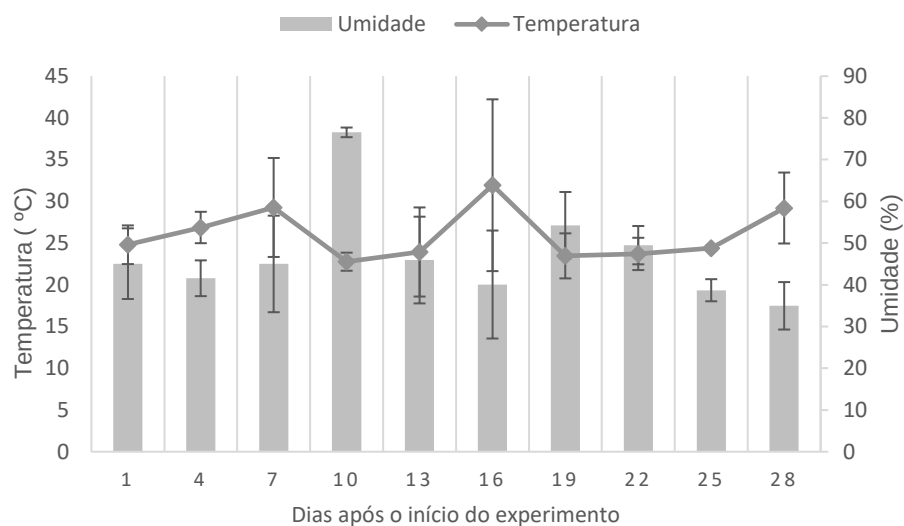


Figura 1. Temperatura e umidade registradas ao longo do experimento de semi-campo.

As densidades médias de *E. banksi* e *E. citrifolius* foram analisadas através do GLM ("General Linear Model").

4.4 Resultados

Oviposição e predação

Os resultados dos experimentos laboratoriais de predação e oviposição mostraram que *E. citrifolius* preda *E. banksi* e pode se reproduzir consumindo exclusivamente essa presa. A taxa de predação encontrada para o *E. citrifolius* foi de $19,2 \pm 2,49$ presas/fêmea/dia e a taxa de oviposição de $0,5 \pm 0,13$ ovos/fêmea/dia.

Experimento em estufa

Os resultados mostraram que a presença do predador, com ou sem pólen, não alterou significativamente populações de *E. banksi* em mudas de seringueira (Figura 2). A abundância final do predador na presença de pólen foi superior ao controle ($p < 0,05$), enquanto no tratamento sem o pólen, a abundancia não diferiu do controle.

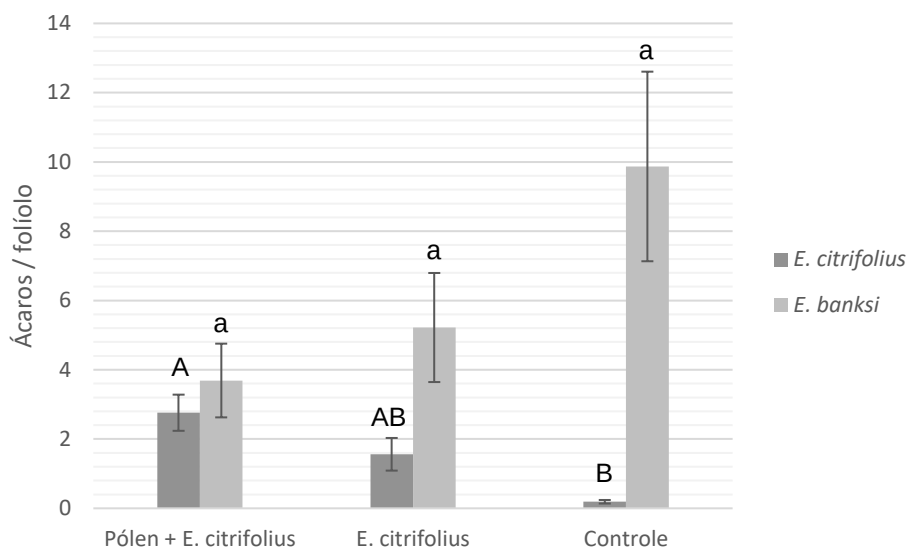


Figura 2. Número médio ($\pm$ EP) de *Euseius citrifolius* e *Euseius banksi* por folíolo de seringueira em diferentes tratamentos.

Letras maiúsculas diferentes representam diferenças significativas ($p < 0,05$) entre as abundâncias de *E. citrifolius*.

Letras minúsculas diferentes representam diferenças significativas ($p < 0,05$) na abundância de *E. banksi* entre os tratamentos.

4.5 Discussão

Os resultados indicaram que *E. citrifolius* preda *E. banksi* e pode ovipositar se alimentando apenas dessa presa. No entanto, a taxa de oviposição de *E. citrifolius* (0,5 ovos/fêmea/dia) foi baixa, se comparada à de *E. mesembrinus* (1,6 ovos/fêmea/dia) consumindo a mesma presa (ABOU-SETTA e CHILDERS, 1989). Durante o experimento foi observado que o predador preferiu consumir presas imaturas em relação aos adultos, fato que já é conhecido outras espécies de *Euseius* tendo tetraniquídeos como presa. O fitoseídeo *Euseius hibisci* (Chant) raramente se alimenta da fase adulta de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), mas consome ovos e imaturos (BADII et al., 2004). *Euseius concordis* (Chant) apresentou taxas significativamente maiores de consumo e oviposição em ovos e presas imaturas de *Mononychellus tanajoa* (Bondar) (Acari: Tetranychidae) em relação ao estágio adulto dessa presa (COSTA et al., 2014). O consumo de *Euseius alatus* De Leon foi significativamente maior em estágios de ovo, larvas e ninfas de *Oligonychus ilicis* (McGregor) (Acari: Tetranychidae) em relação a seu estágio adulto (TOLEDO et al.,

2013). Assim, é plausível que *E. citrifolius* em uma condição com maior oferta de imaturos de *E. banksi* apresente taxas de oviposição maiores.

Embora os resultados laboratoriais não sejam suficientes para avaliar a eficiência do predador no controle biológico, os dados obtidos pelo experimento em estufa mostraram que a liberação dos fitoseídeos não reduziu a abundância de *E. banksi* em mudas de seringueira. Mesmo que as análises não tenham apontado diferença significativa, a taxa de redução do tetraniquídeo foi em torno de 50%, semelhante à encontrada no estudo feito por Metwally et al (2008), no qual avaliou a eficiência de *E. scutalis* no controle de *T. urticae* em plantas de feijão, com 10 predadores por planta durante um mês. Esse mesmo estudo mostrou que a redução dos tetraniquídeos nas mudas foi de 89,8% quando liberados 30 fitoseídeos, ao longo de dois meses. Considerando isso, talvez a liberação de mais predadores por planta e por mais tempo possa apresentar resultados mais promissores para o controle de *E. banksi* com *E. citrifolius*.

No tratamento com adição de pólen foi verificado um maior número de predadores por folíolo em relação ao controle, indicando que o pólen pode ter contribuído para a permanência do predador na planta. O efeito positivo indireto do pólen no controle de ácaros fitófagos já é relatado na literatura, sobretudo para espécies do gênero *Euseius*. Com adição de pólen, *E. scutalis* teve maior desempenho no controle de *Phyllocoptruta oleivora* Ashmead (Acari: Eriophyidae) em plantações de citrus (MAOZ et al., 2014). Em um estudo conduzido por Nomikou et al. (2010), plantas tratadas com pólen e *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot apresentaram menor densidade de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Aleyrodidae) em relação àquelas sem adição de pólen, indicando que o controle feito por *A. swirskii* foi favorecido com a presença desse alimento. Pijnakker et al. (2016) constataram que a adição de pólen favoreceu o desempenho e a permanência de *Euseius gallicus* Kreiter & Tixier e *Iphiseiodes degenerans* (Berlese) (Acari: Phytoseiidae) em plantas infestadas com *T. urticae*.

É importante salientar que o pólen utilizado nesse estudo foi de *N. cochenillifera*, diferente da maioria de outros estudos semelhantes, que utilizam pólen de *Typha* sp., gênero vegetal que ocorre apenas em terrenos encharcados, e não pode ser cultivada junto na maioria dos cultivos comerciais em terrenos secos, como é o caso de seringueiras. No caso de *N. cochenillifera*, é uma cactácea rustica e de fácil cultivo que apresenta potencial para ser empregada em uma estratégia de

controle conservativo junto aos seringais e/ou outros cultivos, considerando que o manejo da vegetação vizinha do cultivo de modo que atenda às necessidades dos organismos benéficos é uma boa estratégia para garantir o controle biológico (ALTIERI, 2012). Além de recurso alimentar para fitoseídeos e outros artrópodes, como parasitóides e polinizadores, a incrementação de *N. cochenillifera* poderá ser útil como cerca-viva de uma cultura, forragem e alimentação humana (LUCENA et al., 2015).

Ainda que *E. banksi* não seja considerada uma praga em seringueira, levando em conta as abundâncias relativamente elevadas relatadas nos trabalhos de levantamento, é importante conhecer quais seus inimigos naturais para o desenvolvimento de estratégias preventivas que minimizem a probabilidade de ocorrer surtos do fitófago. Os resultados do presente estudo sugerem que a liberação de *E. citrifolius* não reduziu significativamente a população de *E. banksi* em plantas de seringueira. Contudo, considerando a taxa de predação desse fitoseídeo em laboratório, a hipótese de que tenham um papel como inimigo natural de *E. banksi* no ambiente não deve ser descartada.

4.6 Referências

ABOU-SETTA, M.M.; CHILDERS, C.C. Biology of *Euseius mesembrinus* (Acari: Phytoseiidae): life tables and feeding behavior on tetranychid mites on citrus. **Environmental Entomology**, v. 18, n. 4, p. 665-669, 1989.

AGROFIT. Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil**, 2022. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em outubro de 2022.

ALTIERI, M. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. 1. ed. Porto Alegre: Expressão Popular, 2012.

BADII, M.H.; HERNÁNDEZ-ORTIZ, E.; FLORES, A.E.; LANDEROS, J. Prey stage preference and functional response of *Euseius hibisci* to *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 34, n. 3, p. 263-273, 2004.

BELLINI, M.R.; FERES, R.J.F.; BUOSI, R. Ácaros (Acari) de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) e de euforbiáceas espontâneas no interior dos cultivos. **Neotropical Entomology**, v. 37, p. 463-471, 2008.

BELLINI, M.R.; MORAES, G.J. de; FERES, R.J. Ácaros (Acari) de dois sistemas de cultivo da seringueira no noroeste do estado de São Paulo. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 475-484, 2005.

CARDOSO, M.S.M.; VIEIRA, M.R.; FIGUEIRA, J.C.; SILVA, H.A.S. Atividade predatória de *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) sobre *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari: Tenuipalpidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, p. 471-476, 2010.

COSTA, E.C.; TEODORO, A.V.; RÊGO, A.S.; PEDRO-NETO, M.; SARMENTO, R.A. Functional response of *Euseius concordis* to densities of different developmental stages of the cassava green mite. **Experimental and Applied Acarology**, v. 64, n. 3, p. 277-286, 2014.

DAUD, R.D.; FERES, R.J.F. O valor de *Mabea fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae), planta nativa do Brasil, como reservatório para o predador *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari, Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, p. 453-458, 2004.

DEMITE, P.R.; FERES, R.J.F. Influência de vegetação vizinha na distribuição de ácaros em seringal (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg., Euphorbiaceae) em São José do Rio Preto, SP. **Neotropical Entomology**, v. 34, p. 829-836, 2005.

DEMITE, P.R.; MORAES, G.J. de; MCMURTRY, J.A.; DENMARK, H.A.; CASTILHO, R.C., 2022. **Phytoseiidae Database**. Disponível em: www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae. Acesso em outubro de 2022.

DENMARK, H.A.; MUMA, M.H. Some phytoseiid mites of Paraguay (Phytoseiidae: Acarina). **Florida Entomologist**, p. 219-227, 1970.

FURTADO, I.P.; MORAES, G.J. de. Biology of *Euseius citrifolius*, a candidate for the biological control of *Mononychellus tanajoa* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **Systematic and Applied Acarology**, v. 3, n.1, p. 43-48, 1998.

HERNANDES, L.M. **Seleção artificial do ácaro predador *Euseius citrifolius* Denmark & Muma para fins de controle de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae)**. 2022. 61 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto.

HOY, M.A. **Agricultural acarology: introduction to integrated mite management**. 1. ed. London: CRC press, p. 85-97, 2011.

LUCENA, C.M.; CARVALHO, T.K.; RIBEIRO, J.E.; QUIRINO, Z.G.; CASAS, A.; LUCENA, R.F.P. Conhecimento botânico tradicional sobre cactáceas no semiárido do Brasil. **Gaia Scientia**, v. 9, n. 2, p. 77-90, 2015.

MAOZ, Y.; GAL, S.; ARGOV, Y. et al. Efficacy of indigenous predatory mites (Acari: Phytoseiidae) against the citrus rust mite *Phyllocoptruta oleivora* (Acari: Eriophyidae): augmentation and conservation biological control in Israeli citrus orchards. **Experimental and Applied Acarology**, v. 63, n. 3, p. 295-312, 2014.

MCGREGOR, E.A. Four new tetranychids. **Annals of the Entomological Society of America**, v. 7, p. 354, 1914.

MCMURTRY, J.A.; MORAES, G.J. de; 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.

METWALLY, A.S.M.; IBRAHIM, G.E.A.; EL-HALAWANY, A.S. Biological control of *Tetranychus urticae* Koch using the phytoseiid mite, *Euseius scutalis* (A.-H.) on apple seedlings. **Egyptian Journal of Agricultural Research**, v. 86, n. 4, p. 1275-1281, 2018.

MIGEON, A.; DORKELD, F. **Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae**, 2022. Disponível em: <https://www1.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb>. Acesso em outubro de 2022

MORAES, G.J.D.; FLECHTMANN, C.H.W. Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil. Ribeirão Preto: Holos, 2008.

NAIR, K.P. **Tree Crops**. Cham: Springer, 2021, p. 287-332.

NOMIKOU, M.; SABELIS, M.W.; JANSSEN, A. Pollen subsidies promote whitefly control through the numerical response of predatory mites. **BioControl**, v. 55, n.2, p. 253-260, 2010.

PIJNAKKER, J.; ARIJS, Y.; SOUZA, A. de; CELLIER, M.; WÄCKERS, F. The use of *Typha angustifolia* (cattail) pollen to establish the predatory mites *Amblyseius swirskii*, *Iphiseius degenerans*, *Euseius ovalis* and *Euseius gallicus* in glasshouse crops. **IOBC WPRS Bull**, v. 120, p. 47-54, 2016.

SELHIME, A.G.; MUMA, M.H. Biology of *Entomophthora floridana* attacking *Eutetranychus banksi*. **The Florida Entomologist**, v. 49, n. 3, p. 161-168, 1966.

TOLEDO, M.A. de; REIS, P.R.; SILVEIRA, E.C. da; MARAFELI, P. de; SOUZA-PIMENTEL, G.C. Predatory potential of *Euseius alatus* (Phytoseiidae) on different life stages of *Oligonychus ilicis* (Tetranychidae) on coffee leaves under laboratory conditions. **Neotropical entomology**, v. 42, n. 2, p. 185-190, 2013.

WEISER, J.; MUMA, M.H.; *Entomophthora floridana* n. sp. (Phycomycetes: Entomophthoraceae), a parasite of the Texas citrus mite, *Eutetranychus banksi*. **The Florida Entomologist**, v. 49, n. 3, p. 155-159, 1966.

5 CRIAÇÃO DE *EUSEIUS CITRIFOLIUS* (ACARI: PHYTOSEIIDAE) EM LABORATÓRIO

5.1 Resumo

O conhecimento sobre condições ideais para a reprodução de ácaros fitoseídeos, como o tipo de alimento e substrato, pode auxiliar na criação desses animais em laboratório. O presente estudo investigou o efeito dos pólenes de *Mabea fistulifera* Mart., *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck, *Ricinus communis* L., *Syzygium jambos* Alston e *Typha angustifolia* L. na reprodução e sobrevivência do ácaro predador *Euseius citrifolius* Denmark & Muma. Também foi avaliado o efeito de folhas de *Citrus limon* (L.), *Hevea brasiliensis* Müll. Arg., *Triplaris americana* L. e piso vinílico como substratos para *E. citrifolius*. Além disso, foi avaliada a eficiência de criação de *E. citrifolius* em plantas de feijão-de-porco contendo pólen de *N. cochenillifera*. Os resultados mostraram que *E. citrifolius* aceitou todos os pólenes oferecidos como alimento, tendo maior oviposição nos tratamentos com pólenes de *N. cochenillifera* e *H. brasiliensis*. Quanto ao efeito do substrato na oviposição e sobrevivência, foi observado que o piso vinílico foi o menos favorável para a sobrevivência e reprodução de *E. citrifolius*. A população de *E. citrifolius* teve um aumento de 15,5x em um mês, sugerindo que esse seja um método eficiente para a criação desse fitoseídeo em laboratório. Esses dados, além de contribuírem para a criação massal de *E. citrifolius*, oferecem embasamento para que práticas favoráveis à conservação desse ácaro predador em campo possam ser desenvolvidas.

5.2 Introdução

Phytoseiidae é considerada a família de ácaros predadores plantícolas mais importante na agricultura (HOY, 2011). Embora sejam predadores, o hábito alimentar em Phytoseiidae pode variar de especialistas (tipos I e II) a generalistas (tipos III e IV), os quais podem consumir outras fontes de alimento além de presas, tais como néctar, exsudatos e pólen (MCMURTRY e CROFT, 1997). Várias espécies de predadores generalistas podem se reproduzir tendo apenas pólen como alimento, sendo que diferentes pólenes podem causar diferentes efeitos em sua reprodução e desenvolvimento (BROUFAS e KOVEOS, 2000; BOURAS e PAPADOULES, 2005; GOLEVA e ZEBITZ, 2013; KISHIMOTO, 2014; KHANAMANI, 2016). Essa diferença

se dá devido ao fato de o valor nutricional do pólen depender da espécie da planta na qual foi produzido (ATROUSE et al., 2004; NICOLSON, 2011).

Tricomas, nervuras e domácias são estruturas que variam entre as espécies de plantas. Algumas espécies possuem nectários extraflorais, que podem servir como atrativos para predadores de herbívoros, inclusive para fitoseídeos (PEMBERTON, 1993; WALTER e O'DOWD, 1995; VAN RIJN e TANIGOSHI, 1999; MCMURTRY et al., 2013). Já foi previsamente relatado que o tipo de substrato pode influenciar diferentemente em aspectos biológicos de fitoseídeos. Por exemplo, as folhas pubescentes de figo são mais favoráveis para a reprodução de *Phytoseius plumifer* (Canestrini & Fanzago) (Acari: Phytoseiidae), em relação às folhas pubescentes de laranja azeda (RASMY e EL-BANHAWY, 1974). Em um outro estudo foi constatado que folhas de figo foi o substrato menos favorável para o ácaro predador *Neoseiulus zaheri* (El-Borolossy) (Acari: Phytoseiidae), o qual apresentou o melhor desempenho reprodutivo em folhas de goiaba e canfora (SABER e MOMEN, 2005).

Tratando-se da capacidade de adaptação a diferentes tipos de substratos, a espécie *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) merece destaque. Esse fitoseídeo já foi registrado em 222 plantas, pertencentes a 56 famílias (Hernandes et al., 2022). Dentre essas espécies vegetais ocorre uma grande diversidade na morfologia foliar, sendo algumas glabras, como em *Hevea* spp. (Euphorbiaceae), enquanto outras com tricomas glandulares, como em *Solanum lycopersicum* L. (Solanaceae), ou com nervuras conspícuas, como em *Triplaris americana* L. (Polygonaceae).

O gênero *Euseius* é classificado como predador generalista do Tipo IV, que tem o pólen como item importante em sua dieta (MCMURTRY e CROFT, 1997; MCMURTRY et al., 2013). Avaliando o efeito de vários alimentos na oviposição de *E. citrifolius*, Moraes e McMurtry (1981) relataram que pólen de *Pyrus kawakamii* T.S.Liu & H.J.Su (Rosaceae), *Malephora crocea* Schwantes (Aizoaceae) e *Persea americana* Mill. (Lauraceae) foram os alimentos que garantiram as maiores taxas de oviposição ao fitoseídeo. Furtado e Moraes (1998) mostraram que os parâmetros populacionais foram significativamente maiores do predador com o tratamento de pólen (*Typha angustifolia* L., Typhaceae; ou *Ricinus communis* L., Euphorbiaceae) em relação a duas presas, *Mononychelus tanajoa* (Bondar) e *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). Em um outro estudo, Daud e Feres (2004) mostrou que pólen de

Mabea fistulifera Mart. (Euphorbiaceae), *R. communis*, *T. angustifolia* serviram como alimento adequado para a ovipostura de *E. citrifolius*.

Assim, o presente estudo avaliou a suscetibilidade do pólen de *M. fistulifera*, *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck (Cactaceae), *R. communis*, *Syzygium jambos* Alston (Myrtaceae) e *T. angustifolia* como alimentos para *E. citrifolius*. O efeito de substratos feitos com folhas de *Citrus limon* (L.) (Rutaceae), *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. (Euphorbiaceae), *T. americana* e piso vinílico também foram avaliados para o fitoseídeo. Além disso, foi averiguada a eficiência do método de criação do ácaro em mudas de feijão-de-porco com adição de pólen de *N. cochenillifera*.

5.3 Material e métodos

Criação de E. citrifolius

Após coletados e identificados, os fitoseídeos foram transferidos para arenas de criação. Cada arena consistiu em um pedaço (5 cm x 5 cm) de folíolo de seringueira margeado por algodão hidrófilo sobre uma espuma de náilon, os quais foram mantidos permanentemente úmidos para impedir a fuga ou invasão dos ácaros. Esse conjunto foi posto no interior de uma vasilha plástica (7 cm x 7 cm) com tampa parcialmente feita com tecido voal, que permitiu retenção da umidade sem que houvesse condensação da água. Sobre o substrato foi colocado um pedaço (2 cm x 2 cm) de fecho de fixação (Velcro®) com fibras de algodão para servir como abrigo e local de oviposição para os fitoseídeos. Os ácaros foram alimentados com pólen de *T. angustifolia*, *M. fistulifera* e *N. cochenillifera*.

Efeito de diferentes pólenes na oviposição e sobrevivência de E. citrifolius

Para avaliar o efeito de diferentes pólenes na oviposição de *E. citrifolius*, foram utilizados pólenes de *M. fistulifera*, *N. cochenillifera*, *R. communis*, *S. jambos* e *T. angustifolia*. Após coletado, o pólen foi peneirado e levado a um processo de secagem em estufa, a 38 °C por 48 horas, sendo mantido em freezer em seguida e armazenado por, no máximo, um mês. Cada unidade experimental foi composta por um pote acrílico cilíndrico (altura = 1,5 cm; diâmetro = 2,5 cm), contendo em seu interior um disco de folíolo de seringueira (diâmetro = 2 cm) posicionado com a face abaxial

voltada para cima sobre algodão hidrófilo, o qual foi mantido úmido. Um pedaço de Velcro® (0,5 cm x 0,5 cm) foi posicionado sobre o disco para servir como abrigo e local de oviposição. A margem do disco foi coberta com papel, a fim de aumentar sua durabilidade. A borda superior do pote foi coberta com cola entomológica para evitar a fuga dos ácaros e a entrada de invasores. O pólen foi adicionado às unidades de forma não concentrada e foi substituído diariamente para evitar o crescimento de fungos. Uma fêmea adulta grávida do fitoseídeo, proveniente da colônia de criação, foi transferida para cada unidade experimental. A contagem e retirada dos ovos do fitoseídeo foi feita diariamente durante sete dias, assim como o registro de mortes e fugas dos ácaros. Foram feitas 10 repetições por tratamento. As fêmeas que morreram ou fugiram no primeiro dia foram desconsideradas das análises. O primeiro dia de avaliação foi também desconsiderado nas análises para evitar influência alimentar dos ácaros das arenas de criação nos resultados.

Efeito de diferentes substratos na oviposição e sobrevivência de E. citrifolius

Nesse experimento, foram utilizadas folhas de *C. limon*, *H. brasiliensis*, *T. americana* e piso vinílico (Paviflex®) como substrato. Exceto pelo tipo de substrato, as unidades e os procedimentos experimentais foram idênticos ao utilizados no experimento de avaliação dos pólenes. O alimento utilizado para as fêmeas foi pólen de *N. cochenillifera*. Foram feitas 10 repetições por tratamento.

Efeito do néctar de H. brasiliensis na oviposição e sobrevivência de E. citrifolius

O efeito do néctar como alimento isolado e combinado com pólen de *N. cochenillifera* na oviposição e sobrevivência de *E. citrifolius* foi avaliado. Para isso, foram feitos quatro tratamentos: pólen; néctar; pólen + néctar; e controle (sem alimento). As unidades experimentais utilizadas nesse experimento foram idênticas às aquelas já citadas anteriormente, tendo folhas de *C. limon* como substrato. O néctar foi coletado de nectários extraflorais de mudas de seringueira com auxílio de frascos Eppendorfe® e armazenado por, no máximo, um mês, em freezer, sendo adicionado às unidades com auxílio de um estilete. O pólen, coletado de *N. cochenillifera* e armazenado em freezer, foi adicionado às unidades de forma não-concentrada. Os alimentos foram substituídos a cada dois dias para evitar o crescimento de fungos. O

método de avaliação das taxas de oviposição e predação foram idênticas ao dos experimentos anteriores. Foram feitas 20 repetições por tratamento.

Tanto no experimento de avaliação do alimento quanto do substrato, as colônias de criação dos fitoseídeos e os experimentos foram mantidos em câmara incubadora (BOD) a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, $65 \pm 10\%$ de umidade relativa e fotoperíodo de 12 horas.

Criação de E. citrifolius em plantas de feijão-de-porco

Para avaliar a eficiência da criação de *E. citrifolius* em plantas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* DC., Fabaceae), foram utilizadas, como unidade experimental, três plantas por vaso (1L) com 30 dias de idade após a germinação (Figura 1). A borda superior do vaso foi coberta por cola entomológica para impedir a fuga dos predadores e a invasão de outros organismos. As mudas foram inspecionadas para a retirada de qualquer invertebrado presente. Dez fêmeas grávidas de *E. citrifolius* foram transferidas da arena de criação para uma única folha de cada réplica, com auxílio de um picel. Uma quantidade padronizada de pólen de *N. cochenillifera* foi adicionada a cada três dias sobre três folíolos aleatórios como fonte de alimento. No tratamento controle, não foi adicionado pólen às mudas. Após 30 dias, todos os folíolos foram observados em microscópio estereoscópico para a contagem dos ácaros predadores. Durante o experimento, os vasos permaneceram em uma mesma sala, em um distanciamento suficiente para que folhas de réplicas diferentes não se tocassem. A temperatura e umidade foi registrada a cada três horas (Figura 2) com auxílio de um datalogger de temperatura e umidade (HMS 176). Os experimentos foram repetidos três vezes por tratamento.



Figura 1. Experimento de criação de *Euseius citrifolius* em mudas de *Canavalia ensiformis*.

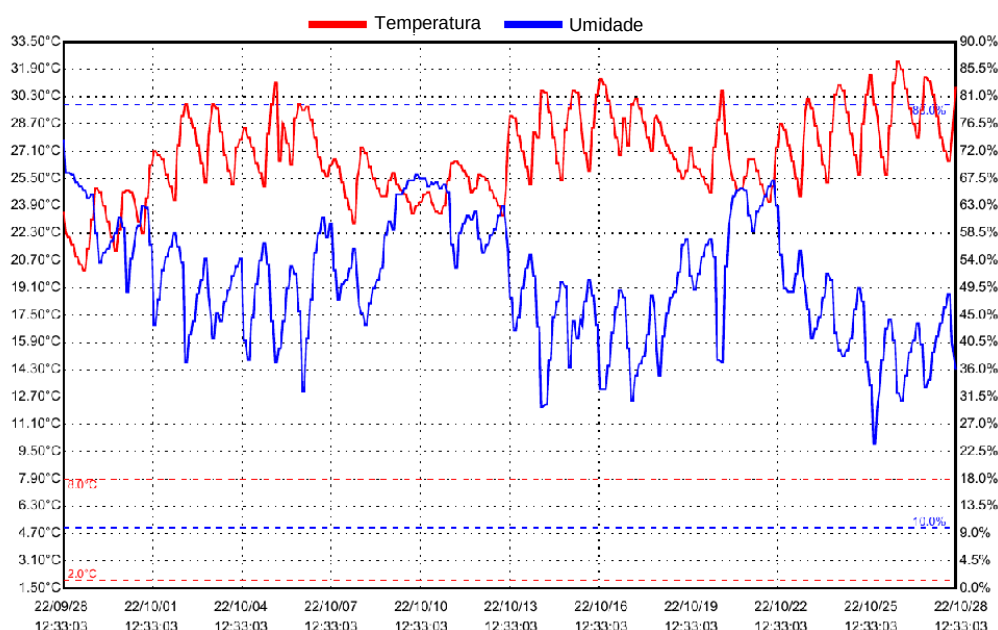


Figura 2. Temperatura e umidade registradas durante o experimento de criação de *Euseius citrifolius* em *Canavalia ensiformis*.

Análise de dados

A oviposição média diária por fêmea de *E. citrifolius*, submetida a diferentes pólenes como alimento, bem como a abundância dos ácaros predadores no experimento de criação com mudas, foram analisadas utilizando GLM (“General Linear Model”).

5.4 Resultados

Efeito de diferentes pólenes na oviposição de *E. citrifolius*

Todos os pólenes testados garantiram oviposição para *E. citrifolius* (Tabela 1), mas as taxas de oviposição nos tratamentos com pólen de *T. angustifolia* e *N. cochenillifera* ($1,5 \pm 0,3$ e $1,6 \pm 0,2$, respectivamente) foram significativamente maiores em relação aos demais tratamentos. A menor taxa de mortalidade foi observada no tratamento com *T. angustifolia*. Os pólenes de *N. cochenillifera* e *R. communis* resultaram nas maiores taxas de mortalidade, após o grupo controle.

Tabela 1. Efeito de pólen de diferentes espécies na oviposição (Média $\pm$ EP) de *Euseius citrifolius*.

Pólen	N	Oviposição (ovos/fêmea/dia)
<i>M. fistulifera</i>	10	1,0 $\pm$ 0,24b
<i>N. cochenillifera</i>	8	1,6 $\pm$ 0,2a
<i>R. communis</i>	9	0,7 $\pm$ 0,2b
<i>S. jambos</i>	10	0,8 $\pm$ 0,3b
<i>T. angustifolia</i>	9	1,5 $\pm$ 0,3a
Controle	9	0,0 $\pm$ 0,00c

A taxa de sobrevivência no tratamento com pólen de *N. cochenillifera* foi a maior até o sexto dia, onde sofreu uma queda para 40% no sétimo dia (Figura 3). Já no tratamento com pólen de *T. angustifolia*, a taxa de sobrevivência foi a segunda maior e permanece constante até o final do experimento (sétimo dia). A partir do quarto dia, a taxa de sobrevivência no tratamento controle (sem alimento) ficou igual ou abaixo de 20%.

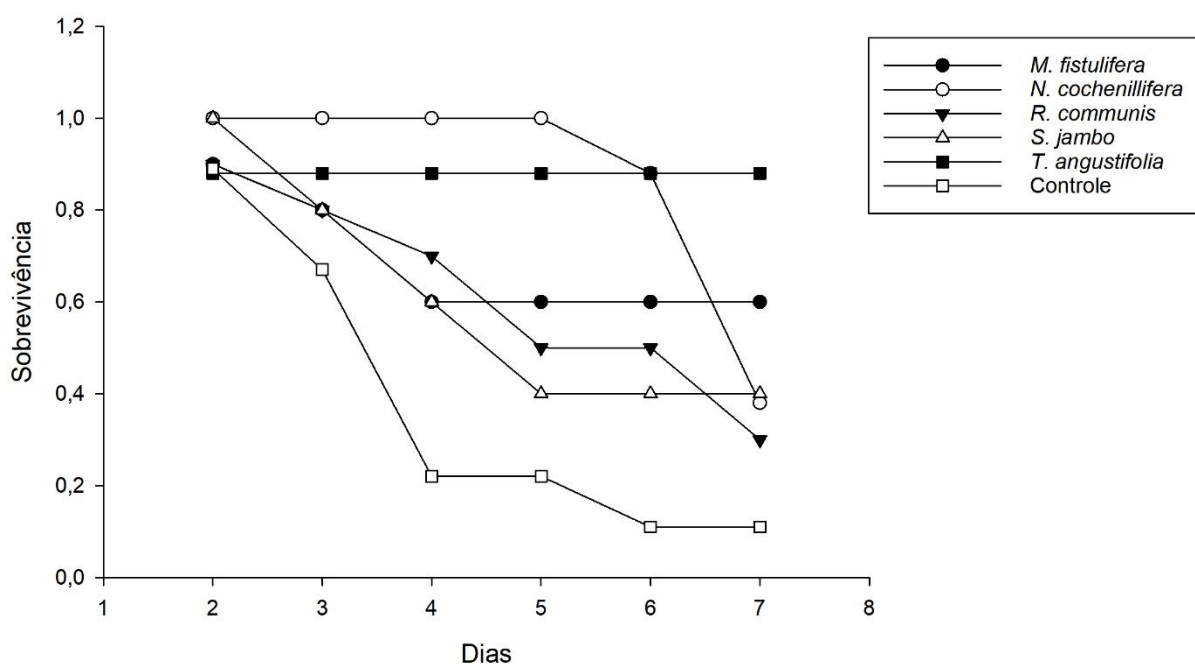


Figura 3. Efeito de pólen de cinco espécies vegetais e do grupo controle (sem alimento) na sobrevivência de *Euseius citrifolius* ao longo de sete dias.

Efeito de diferentes substratos na oviposição de *E. citrifolius*

Os resultados mostraram que todos os substratos de origem natural proporcionaram maiores taxas de oviposição em relação ao substrato artificial (Tabela 2).

Tabela 2. Efeito de diferentes substratos na oviposição (Média $\pm$ EP) de *Euseius citrifolius*.

Substrato	N	Oviposição (ovos/fêmea/dia)
<i>C. limon</i>	10	1,4 $\pm$ 0,1a
<i>H. brasiliensis</i>	10	1,66 $\pm$ 0,13a
<i>T. americana</i>	9	1,54 $\pm$ 0,19a
Artificial	10	1,02 $\pm$ 0,17b

Quanto à taxa de sobrevivência, o substrato artificial foi o menos favorável, restando 50% de fêmeas sobreviventes após o quinto dia, enquanto nos tratamentos com substrato natural, a taxa de sobrevivência permaneceu acima de 80% até o fim do experimento (Figura 4).

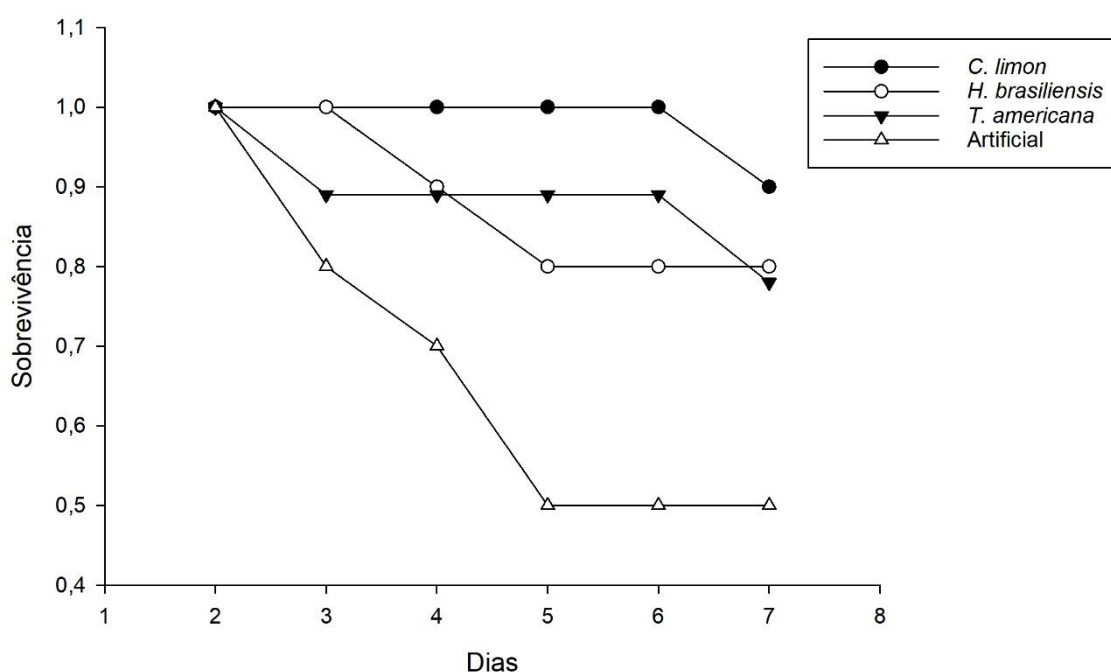


Figura 4. Efeito de diferentes substratos na taxa de sobrevivência de *Euseius citrifolius* ao longo de seis dias.

Efeito do néctar de H. brasiliensis na oviposição e sobrevivência de E. citrifolius

O tratamento com néctar não resultou em diferença significativa na oviposição de *E. citrifolius* em relação ao controle (Tabela 3). Os tratamentos com pólen isolado e combinado com néctar proporcionaram oviposições maiores do que o tratamento com néctar e o controle ($p < 0,05$).

Tabela 3. Efeito de néctar de *Hevea brasiliensis* e pólen de *Nopalea cochenilifera* na oviposição de *E. citrifolius*

Alimento	N	Oviposição (ovos/fêmea/dia)
Néctar	18	$0,1 \pm 0,03a$
Pólen	17	$0,8 \pm 0,18b$
Néctar+pólen	16	$1,2 \pm 0,19b$
Controle	18	$0,05 \pm 0,03a$

O tratamento com néctar garantiu maiores taxas de sobrevivência em relação ao controle (Figura 5).

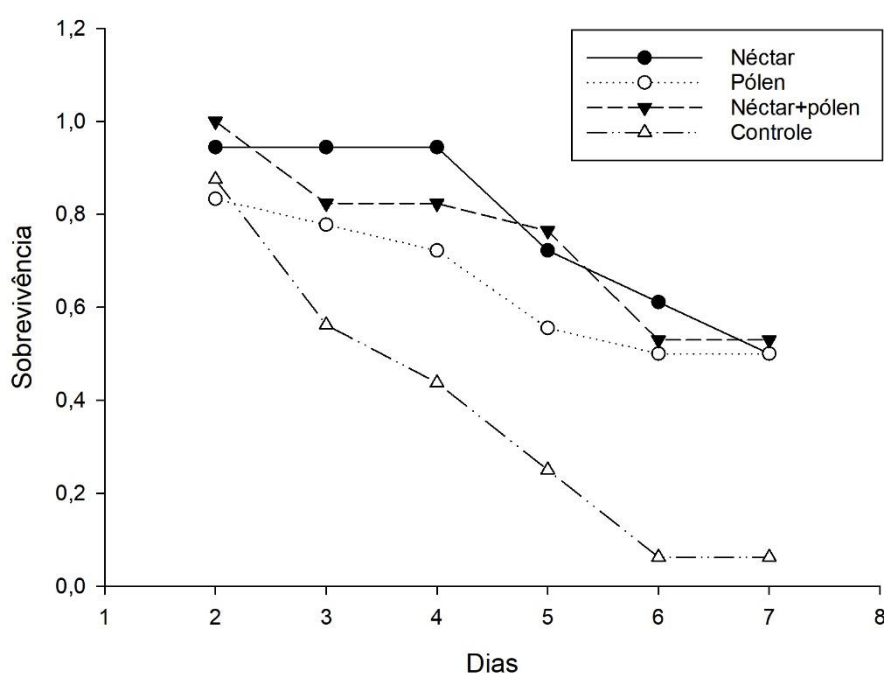


Figura 5. Efeito de pólen de *Nopalea cochenillifera*, néctar de *Hevea brasiliensis* e a combinação dos dois alimentos na taxa de sobrevivência de *Euseius citrifolius* ao longo de sete dias.

Criação de E. citrifolius em mudas de feijão-de-porco

Durante esse experimento, todas as mudas, tanto do tratamento quanto do controle, foram infestadas por áfideos. O tratamento com pólen garantiu um aumento populacional médio de 15,5x em relação a população inicial (10 ácaros). O controle apresentou uma redução em sua população final, em relação à inicial (Tabela 4).

Tabela 4. Número médio ($\pm$ EP) de *Euseius citrifolius* encontrados por vaso e densidade média ($\pm$ EP) de ácaros por folíolo, sob o tratamento com pólen de *Nopalea cochenillifera* e controle (sem alimento).

Tratamento	População final	Ácaros / folíolo
Controle	7,33 $\pm$ 4,33a	0,25 $\pm$ 0,16a
Pólen	154,77 $\pm$ 53,98a	7,64 $\pm$ 3,59a

Letras diferentes representam diferenças significativas ($p < 0,05$) pelo teste t de Student.

Foi observada uma maior densidade de ácaros nas bases das nervuras, próximas ao pecíolo, com maior frequência nas primeiras folhas (mais basais) em relação às outras (Figura 5).



Figura 5. Primeira folha de feijão-de-porco observada em microscópio estereoscópico (35x), dando destaque (setas pretas) aos fitoseídeos presentes nas nervuras próximas ao pecíolo

Os principais locais de oviposição observados foram o pecíolo e a borda do límbo do folíolo, áreas com maior densidade de tricomas (Figura 6).

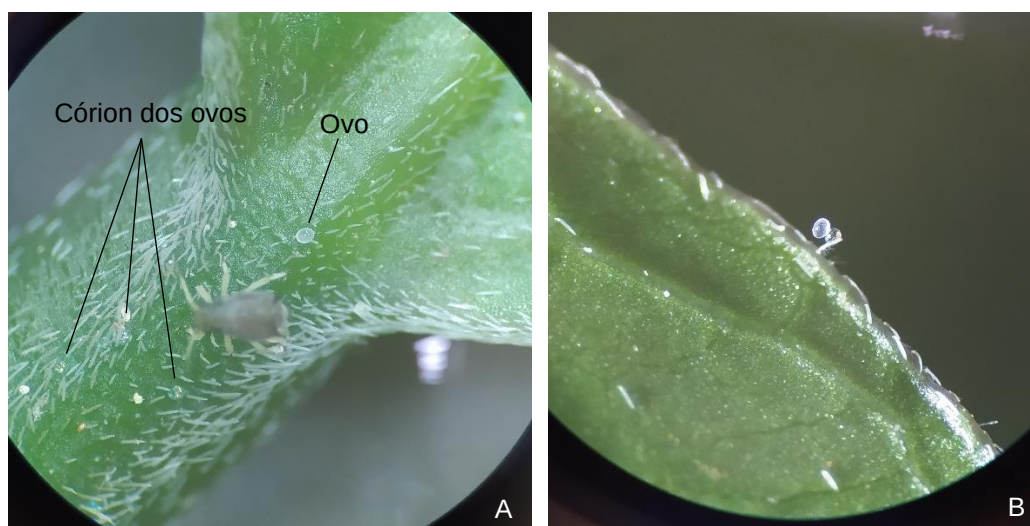


Figura 6. Folíolo observado em microscópio estereoscópico (35x) destacando: (A) Ovos e córion vazio no pecíolo do folíolo. (B) Ovo em tricoma na borda do límbo do folíolo.

5.5 Discussão

A capacidade de reproduzir consumindo pólen de quatro espécies de plantas corroboram trabalhos já realizados mostrando a boa aceitação de *E. citrifolius* por pólenes de diferentes espécies vegetais (MORAES e MCMURTRY, 1981; FURTADO e MORAES, 1998, DAUD e FERES, 2004). A fecundidade de *E. citrifolius* observada nos tratamentos com pólen de *M. fistulifera*, *R. communis* e *T. angustifolia* nesse trabalho foram semelhantes àsquelas encontradas por Daud e Feres (2004) com pólenes dessas mesmas espécies. Essa é a primeira avaliação de pólenes de *S. jambos* e *N. cochenillifera*, espécies comuns de serem encontradas no Brasil, como alimentos para fitoseídeos, o que abre possibilidades para que experimentos que utilizem esses pólenes para outras espécies de fitoseídeos, sobretudo para aquelas generalistas Tipo IV, sejam conduzidos.

Além de ser o primeiro estudo da aceitabilidade de fitoseídeo ao pólen de *N. cochenillifera*, foi observado que esse foi o que garantiu a maior taxa de oviposição a *E. citrifolius* em relação aos outros testados. Alguns estudos demonstraram pólen de “flor-de-maio” (*Schlumbergera* sp., Cactaceae) como favorável a aspectos biológicos de espécies de fitoseídeos. Dentre os testados, o pólen de *Schlumbergera* sp. foi o que garantiu a maior fecundidade total para *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Acari:

Phytoseiidae) e uma taxa intrínseca de aumento populacional (r_m) de 0,422 (GOLEVA e ZEBITZ, 2013), considerada elevada dentro dos parâmetros de Phytoseiidae. Ranabhat et al. (2013) avaliaram o efeito de vários tipos de pólen na biologia de *Neoseiulus cucumeris* (Oudemans) (Acari: Phytoseiidae), e os resultados mostraram que o pólen de *Schlumbergera* sp. proporcionou ao fitoseídeo uma taxa de oviposição de 1,9 ovos/fêmea/dia, a terceira maior dentre os alimentos testados. A aceitação de pólen de plantas da família Cactaceae - como *N. cochenillifera* - por fitoseídeos, permite pensar em estratégias de controle biológico conservativo que incluam plantas dessa família, já que há possibilidade de servirem como reservatório de ácaros predadores em períodos de seca, em que a floração também pode ocorrer.

O entendimento sobre a influência do substrato na biologia do fitoseídeo pode auxiliar na escolha de um substrato ideal para a criação desses ácaros em laboratório. Os resultados desse estudo apontam os substratos naturais testados (folha de *C. limon*, *H. brasiliensis* ou *T. americana*) como os mais favoráveis para a criação de *E. citrifolius*, em relação ao substrato artificial (Paviflex®). Essa preferência por substratos naturais difere de alguns estudos realizados para outros fitoseídeos. Um estudo que avaliou eficácia de alimentos e substratos para a criação de *Neoseiulus californicus* (McGregor) mostrou que esse fitoseídeo tem um melhor desempenho em substrato artificial feito com placa de plástico (KHANAMANI et al., 2020) em relação ao natural. Em um outro estudo foi constatado que o substrato artificial favorece a frequência de encontro entre o ácaro predador *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot e sua presa *T. urticae*, aumentando a taxa de predação (EVERSON, 1980). Tendo isso em vista é esperado que diferentes espécies de fitoseídeos tenham diferentes respostas ao substrato, como constatado por McMurtry et al. (2013).

Durante os experimentos e a manutenção das colônias, foi observado que os predadores consumiram o néctar produzido pela face abaxial das folhas de *H. brasiliensis*, indicando uma possível vantagem dessa substância como alimento complementar para esses ácaros. Os resultados da avaliação do efeito do néctar em *E. citrifolius* desse estudo mostraram que esse item como alimento exclusivo não foi suficiente para o fitoseídeo se produzir, mas garantiu uma taxa de sobrevivência maior em relação ao controle. Esses dados corroboram um estudo feito por McMurtry e Scriven (1965), no qual os autores verificaram que o consumo de néctar proporcionou um aumento da sobrevivência em fêmeas de *Amblydrommalus limonicus* (German & McGregor). Considerando que o néctar como alimento complementar pode ser

vantajoso para espécies de fitoseídeos, é importante o desenvolvimento de estudos que testem combinação de alimentos com néctar para aumentar o desempenho de *E. citrifolius*.

O método de criação de *E. citrifolius* em mudas de feijão-de-porco com adição de pólen de *N. cochenillifera* se mostrou eficiente. O aumento populacional dos predadores foi próximo ao encontrado por Figueiredo et al. (2018). Nesse estudo, os autores constataram que, em um período de três semanas, a população de *E. concordis* teve um aumento de 19,4x em mudas de feijão-de-porco tratados com pólen de *Typha domingensis* Pers. (Typhaceae), próximo ao encontrado nesse trabalho para *E. citrifolius*. No entanto, as mudas do experimento do presente estudo foram infestadas por afídeos com grande produção de exsudato açucarado, que pode ter servido como alimento complementar e contribuído para o aumento populacional dos predadores. Um novo experimento deve ser conduzido, sem a presença dos afídeos, para afirmar o método de criação apenas com pólen.

Geralmente, os fitoseídeos são favorecidos por umidade relativa superior a 70%, mas algumas espécies podem apresentar maior resistência a baixas umidades, como relatado por De Vis et al. (2006). Nesse estudo, os autores relataram que, mesmo em condição de umidade relativa de 50%, os ovos de *E. citrifolius* foram 90% viáveis, sendo o ácaro predador com maior resistência a baixa umidade dentre as espécies avaliadas. Em outro estudo, Moraes e McMurtry (1981) averiguaram que em uma condição de 60% de umidade relativa e 28 °C a taxa de eclosão dos ovos de *E. citrifolius* foi superior a 60%. Os resultados do presente estudo são semelhantes. A umidade relativa registrada oscilou entre 25 e 67% e, ainda assim, houve um crescimento considerável da população do ácaro predador.

As informações fornecidas por esse trabalho contribuem para elucidar características biológicas de *E. citrifolius* que podem auxiliar no desenvolvimento de metodologias de criação desse fitoseídeo em laboratório. Além disso, conhecendo quais tipos de pólen e substratos são favoráveis a esse ácaro predador é possível pensar em estratégias de controle biológico conservativo que favoreçam sua permanência na cultura. Nossos resultados sinalizam que a criação em plantas de feijão-de-porco com adição de pólen de *N. cochenillifera*, seja um método adequado para criação de *E. citrifolius* em laboratório.

5.6 Referências

- ATROUSE, O.M.; ORAN, S.A.; AL-ABBADI, S.Y. Chemical analysis and identification of pollen grains from different Jordanian honey samples. **International Journal of Food Science and Technology**, v. 39, n.4, p. 413-417, 2004.
- BOURAS, S.L.; PAPADOULIS, G.T. Influence of selected fruit tree pollen on life history of *Euseius stipulatus* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 36, n. 1, p. 1-14, 2005.
- BROUFAS, G.D.; KOVEOS, D.S. Effect of different pollens on development, survivorship and reproduction of *Euseius finlandicus* (Acari: Phytoseiidae). **Environmental Entomology**, v. 29, n. 4, p. 743-749, 2000.
- DAUD, R.D.; FERES, R.J.F. O valor de *Mabea fistulifera* Mart. (Euphorbiaceae), planta nativa do Brasil, como reservatório para o predador *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari, Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 21, p. 453-458, 2004.
- DE VIS, R.M.J.; MORAES, G.J. de; BELLINI, M.R. Effect of air humidity on the egg viability of predatory mites (Acari: Phytoseiidae, Stigmaeidae) common on rubber trees in Brazil. **Experimental and Applied Acarology**, v. 38, n. 1, p. 25-32, 2006.
- EVERSON, P. The relative activity and functional response of *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae) and *Tetranychus urticae* (Acarina: Tetranychidae): the effect of temperature. *The Canadian Entomologist*, v. 112, n. 1, 17-24, 1980.
- FIGUEIREDO, E.S. de; MASSARO, M.; CARMO, S. do; MORAES, G.J. de. Rearing system for the predatory phytoseiid *Euseius concordis* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 74, n. 1, p. 13-23, 2018.
- FURTADO, I.P.; MORAES, G.J. de. Biology of *Euseius citrifolius*, a candidate for the biological control of *Mononychellus tanajoa* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae). **Systematic and Applied Acarology**, v. 3, n.1, p. 43-48, 1998.
- GOLEVA, I.; ZEBITZ, C.P. Suitability of different pollen as alternative food for the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Acari, Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 61, n. 3, p. 259-283, 2013.
- HERNANDES, L.M. **Seleção artificial do ácaro predador *Euseius citrifolius* Denmark & Muma para fins de controle de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae)**. 2022. 61 f. Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Universidade Estadual Paulista, São José do Rio Preto.
- HOY, M.A. **Agricultural acarology: introduction to integrated mite management**. 1. ed. London: CRC press, p. 159-177, 2011.
- KHANAMANI, M.; BASIJ, M.; FATHIPOUR, Y. Effectiveness of factitious foods and artificial substrate in mass rearing and conservation of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). **International Journal of Acarology**, v. 47, n. 4, p. 273-280, 2021.

KHANAMANI, M.; FATHIPOUR, Y.; TALEBI, A.A.; MEHRABADI, M. Linking pollen quality and performance of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) in two-spotted spider mite management programmes. **Pest Management Science**, v. 73, n. 2, p. 452-461, 2017.

KISHIMOTO, H.; OHIRA, Y.; ADACHI, I. Effect of different plant pollens on the development and oviposition of seven native phytoseiid species (Acari: Phytoseiidae) in Japan. **Applied Entomology and Zoology**, v. 49, n. 1, p. 19-25, 2014.

MCMURTRY, J.A.; CROFT, B.A. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. **Annual Review of Entomology**, v. 42, n. 1, 291-321, 1997.

MCMURTRY, J.A.; MORAES, G.J. de; 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.

MCMURTRY, J.A.; SCRIVEN, G.T. Life-history studies of *Amblyseius limonicus*, with comparative observations on *Amblyseius hibisci* (Acarina: Phytoseiidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 58, n. 1, p. 106-111, 1965.

MORAES, G.J. de; MCMURTRY, J.A. Biology of *Amblyseius citrifolius* (Denmark & Muma) (Acarina: Phytoseiidae). **Hilgardia**, v. 49, n. 1, p. 1-29, 1981.

NICOLSON, S.W. Bee food: the chemistry and nutritional value of nectar, pollen and mixtures of the two. **African Zoology**, v. 46, n. 2, p. 197-204, 2011.

PEMBERTON, R.W. **Observations of extrafloral nectar feeding by predaceous and fungivorous mites**. 1993. Proceedings of the Entomological Society of Washington (USA).

RANABHAT, N.B.; GOLEVA, I.; ZEBITZ, C.P. Life tables of *Neoseiulus cucumeris* exclusively fed with seven different pollens. **BioControl**, v. 59, n. 2, p. 195-203, 2014.

RASMY, A.H.; EL-BANHAWY, E.M. Behaviour and bionomics of the predatory mite, *Phytoseius plumifer* [Acarina: Phytoseiidae] as affected by physical surface features of host plants. **Entomophaga**, v. 19, n. 3, p. 255-257, 1974.

SABER, S.A.; MOMEN, F.M. Influence of plant leaf texture on the development, reproduction and life table parameters of the predacious mite *Cydnoseius zaheri* (Acari: Phytoseiidae). **Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica**, v. 40, n. 1-2, p. 177-184, 2005.

VAN RIJN, P.C.; TANIGOSHI, L.K. The contribution of extrafloral nectar to survival and reproduction of the predatory mite *Iphiseius degenerans* on *Ricinus communis*. In: **Ecology and Evolution of the Acari**. Dordrecht: Springer, p. 405-417, 1999.

WALTER, D.E.; O'DOWD, D.J. **Forest Canopies**. New York: Academic Press, Academic Press, New York, p. 325 – 351, 1995.

6 EFEITO DE ENXOFRE E ESPIRODICLOFENO SOBRE O ÁCARO PREDADOR *EUSEIUS CITRIFOLIUS* (PHYTOSEIIDAE)

6.1 Resumo

O ácaro predador *Euseius citrifolius* Denmark & Muma é considerado benéfico para cultivo de seringueira, podendo atuar como inimigo natural no controle de *Tenuipalpus heveae* Baker. O controle químico ainda é o mais usado para a supressão de pragas na heveicultura, como por exemplo, a aplicação de enxofre para o fungo *Oidium heveae* Steinm e para o ácaro eriofiídeo *Calacarus heveae* Feres. Para *T. heveae*, o controle indicado é com produtos à base de espiroclorfenol. O objetivo do presente estudo foi avaliar efeitos subletais de enxofre e espiroclorfenol sobre o ácaro fitoseídeo *E. citrifolius*. Para isso, foram avaliadas as taxas de oviposição, sobrevivência e fuga do predador quando exposto a enxofre e espiroclorfenol. Os resultados mostraram que nenhum dos produtos teve efeito nas taxas de oviposição do predador. No entanto, a exposição ao enxofre provocou uma redução na taxa de sobrevivência e aumento na taxa de fuga do fitoseídeo. Por outro lado, a exposição ao espiroclorfenol não resultou em efeitos negativos a *E. citrifolius*, sugerindo nenhuma toxicidade ao ácaro predador no período avaliado. Esses resultados contribuem para o desenvolvimento de estratégias de controle de pragas que não afetem *E. citrifolius* e, conseqüentemente, seu papel como inimigo natural de *T. heveae* em seringueira.

6.2 Introdução

Estudos sugerem que o ácaro predador *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) seja uma espécie benéfica para o cultivo de seringueira, por consumir ácaros fitófagos. Cardoso et al. (2010) constatou que *E. citrifolius* tem um potencial predatório sobre o ácaro-plano-vermelho de seringueira, *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari: Tenuipalpidae), em laboratório. Em um estudo de tabela de vida, foi verificado que *T. heveae* ofertado como alimento favoreceu o desenvolvimento, reprodução e, conseqüentemente, aumento populacional estimado de *E. citrifolius* (capítulo 2 desta tese).

A seringueira, *Hevea brasiliensis* Müll. Arg. (Euphorbiaceae), é a maior fonte de borracha natural do mundo, devido à intensa produção de látex (NAIR, 2021). Atualmente, a monocultura é o principal meio de cultivo dessa espécie, o que pode causar alguns problemas, como o aumento da incidência de pragas, como os ácaros *Calacarus heveae* Feres (Acari: Eriophyidae) e *T. heveae*. Não há produto registrado

no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o manejo de *C. heveae* em seringueira (AGROFIT, 2022), no entanto, produtores relatam que a pulverização de enxofre pode controlar infestações desse eriofiídeo. Além disso, Vieira et al. (2006a) relataram que azociclotina, enxofre, cihexatina, espiroclorfenol e propargito foram eficientes para o controle de populações de *C. heveae*. Para o ácaro-vermelho da seringueira, o único ingrediente ativo indicado pelo MAPA é o espiroclorfenol (AGROFIT, 2022).

O enxofre tem efeito tóxico para diversos organismos, como fungos, insetos e ácaros (BEERS et al., 2009). Alguns trabalhos mostram que o uso de enxofre pode causar efeitos negativos para inimigos naturais presentes na cultura, como por exemplo, ácaros predadores fitoseídeos. Um estudo em laboratório classificou enxofre como altamente tóxico para *Typhlodromus pyri* Scheuten (Acari: Phytoseiidae) (KREITER et al., 1998). Hoy e Conley (1987) relatam que para *Galendromus occidentalis* (Nesbit) (Acari: Phytoseiidae), o enxofre pode ser considerado tóxico. Para *E. citrifolius*, Reis et al. (2006) relataram que o enxofre pode ser moderadamente tóxico. Em um outro estudo, foi verificado que o enxofre suprimiu populações de sete espécies de ácaros fitoseídeos em vinhedos (PRISCHMANN, 2005). Por outro lado, algumas espécies de fitoseídeos parecem não ser afetadas negativamente pelo enxofre. Em estudos laboratoriais, Konghuensis e Takafuji (2006) relataram que o enxofre é inofensivo para *Neoseiulus longispinosus* (Evans) (Acari: Phytoseiidae). El-Sharabasy et al. (2015) constataram que o enxofre é classificado como levemente nocivo para *Phytoseiulus macropilis* Banks (Acari: Phytoseiidae), recomendando seu uso em programas de manejo integrado.

Acaricidas à base de espiroclorfenol são amplamente utilizados no controle químico de ácaros em muitos países, inclusive em programas de manejo integrado de pragas (SALMAN e KESKIN, 2019). Embora não haja relatos de efeitos tóxicos graves, dados demonstraram que esse produto pode causar algum efeito negativo sobre ácaros predadores. A aplicação de espiroclorfenol em *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae) resultou em aumento no maior tempo de desenvolvimento, alta mortalidade e menor fecundidade em relação ao controle (MAROUFPOOR et al., 2006; SARBAZ et al., 2017). Cheon et al. (2006) verificaram que aplicações de espiroclorfenol diminuem a taxa de sobrevivência de *Neoseiulus womersleyi* (Schicha) (Acari: Phytoseiidae). Por outro lado, aplicações desse produto não afetaram a densidade populacional de *Amblyseius andersoni* (Chant) (Acari:

Phytoseiidae) em plantações de morango (RAUDONIS, 2006) e Reis et al. (2006) relataram que espiroclorfenol é classificado como levemente prejudicial para *E. citrifolius*.

O objetivo do presente estudo foi avaliar a mortalidade e efeitos subletais de enxofre e espiroclorfenol (ENVIDOR®) sobre o ácaro predador *E. citrifolius*.

6.3 Material e métodos

Criação de E. citrifolius

Espécimes de *E. citrifolius* foram coletados em seringueiras não pulverizadas, localizadas na UNESP, Câmpus de São José do Rio Preto – SP. Após coletados e identificados, os fitoseídeos foram transferidos para arenas de criação. Cada arena consistiu em um pedaço (5 cm x 5 cm) de folíolo de seringueira margeado por algodão hidrófilo sobre uma espuma de náilon, os quais foram mantidos permanentemente úmidos para impedir a fuga ou invasão dos ácaros. Esse conjunto foi posto no interior de uma vasilha plástica (7 cm x 7 cm) com tampa parcialmente feita com tecido voal, que permitiu retenção da umidade sem que houvesse condensação da água. Sobre o substrato foi colocado um pedaço (2 cm x 2 cm) de fecho de fixação (Velcro®) com fibras de algodão para servir como abrigo e local de oviposição para os fitoseídeos. Como alimento foi ofertado pólen de *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck (Cactaceae) e estágios imaturos de *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae).

Oviposição, sobrevivência e fuga de E. citrifolius exposto a espiroclorfenol e enxofre

Cada unidade experimental foi composta por um pote acrílico cilíndrico (altura = 1,5 cm; diâmetro = 2,5 cm), contendo em seu interior um disco de folíolo de seringueira (diâmetro = 2 cm) posicionado com a face abaxial voltada para cima sobre algodão hidrófilo, o qual foi mantido úmido diariamente. A margem do disco do folíolo foi coberta com tiras de papel (0,3 cm x 1 cm), as quais estiveram em contato com o algodão úmido, para retardar a deterioração do substrato. A borda superior do pote foi coberta com cola entomológica para evitar a fuga dos ácaros e a entrada de invasores. Uma fêmea grávida (idade indeterminada) das arenas de criação foi adicionada para cada unidade. As unidades contendo os predadores foram pulverizadas por torre de Potter calibrada a 4 lbf.in⁻², usando 2 mL da solução do tratamento, correspondendo

a 1,56 mg cm⁻² de resíduo seco. A concentração de espirodiclofeno utilizada foi de 3 g/L, conforme sugerido pelo MAPA (AGROFIT 2022), e a de enxofre foi de 0,2 ml/L, concentração utilizada por alguns heveicultores para o controle de *C. heveae* (informação verbal). Cada tratamento (enxofre, espirodiclofeno e água desionizada como controle) foi repetido 25 vezes. Após a aplicação, um pedaço de Velcro® (0,5 cm x 0,5 cm) foi posicionado sobre o disco para servir como abrigo e local de oviposição. Pólen de *N. cochenillifera* foi adicionado de forma não concentrada no disco, sendo repostado a cada dois dias, para evitar o crescimento de fungos. A avaliação da sobrevivência, fuga e contagem dos ovos foi feita diariamente durante 10 dias consecutivos. A taxa de sobrevivência consistiu na proporção de fêmeas vivas em cada dia. A taxa fuga foi considerada como o número de predadores não observados nas unidades ou presos na cola entomológica. Os ovos produzidos foram separados para avaliar a viabilidade. O primeiro dia de avaliação foi desconsiderado nas análises, para evitar influência das arenas de criação nos resultados. As fêmeas mortas no primeiro dia também foram desconsideradas nas análises de oviposição.

Análise de dados

As médias de ovos/fêmea/dia de *E. citrifolius* foram analisadas através do GLM ("General Linear Model"). A taxa de sobrevivência por dia foi analisada utilizando o teste t de Pearson.

6.4 Resultados

Nenhum dos tratamentos apresentou efeito sobre a taxa de oviposição de *E. citrifolius*, mas a taxa de fuga foi maior no tratamento com enxofre, em relação ao tratamento com espirodiclofeno (Tabela 1). A aplicação de enxofre reduziu a taxa de sobrevivência para 50% no segundo dia de tratamento, enquanto os outros tratamentos mantiveram em torno de 80% (Figura 1). A redução da sobrevivência provocada pelo enxofre em relação ao controle foi significativa no terceiro ($p = 0,03$), quarto ($p = 0,03$) e quinto ($p = 0,02$) dia de experimento. Em relação ao espirodiclofeno, o efeito do enxofre na sobrevivência foi significativo em todos os dias. Não houve diferenças significativas entre as sobrevivências observadas no tratamento com espirodiclofeno e o controle.

Tabela 1. Efeito de espirodiclofeno, enxofre e água deionizada (controle) em taxas de oviposição e fuga (porcentagem de ácaros que fugiram durante todo o experimento) de *Euseius citrifolius*.

Tratamento	N	Oviposição (ovos/fêmea/dia)	N	Fuga (%)
Espirodiclofeno	18	0,65 ± 0,14a	19	5,26a
Enxofre	13	0,40 ± 0,12a	22	36,36b
Controle	18	0,65 ± 0,15a	21	14,29ab

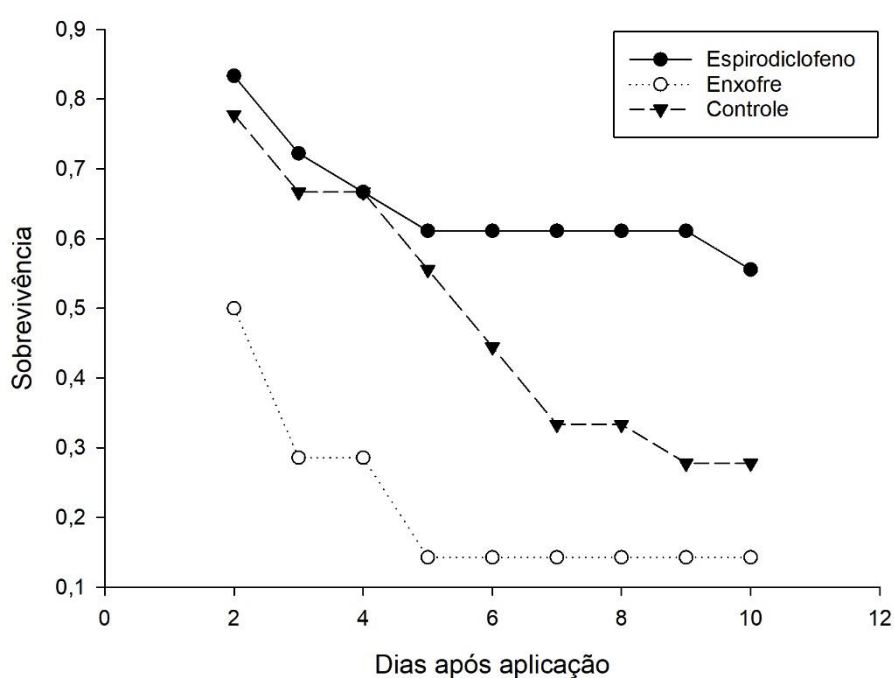


Figura 1. Sobrevivência de *E. citrifolius* após aplicações de espirodiclofeno, enxofre e água deionizada (controle) ao longo de 10 dias de experimento.

No tratamento com enxofre, a partir do primeiro dia após a aplicação, os ácaros apresentaram um comportamento de elevação do primeiro par de pernas (Figura 2), não observado nos outros tratamentos.

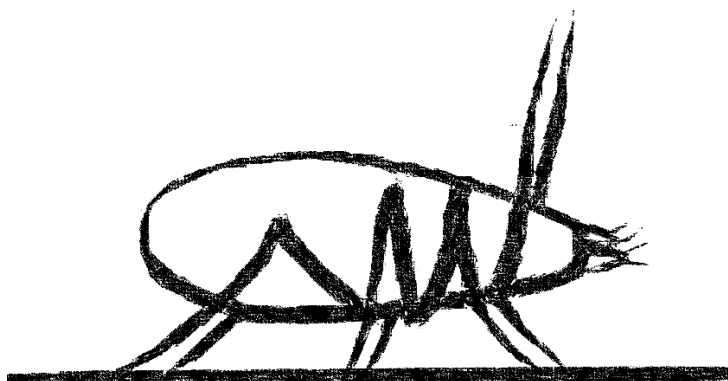


Figura 2. Comportamento de elevação do primeiro par de pernas observado em *Euseius citrifolius* exposto ao enxofre

6.5 Discussão

Os resultados desse trabalho corroboram os resultados relatados por Reis et al. (2006), que mostraram que o enxofre é classificado como moderadamente tóxico para *E. citrifolius*. Outros estudos relatam o efeito negativo do enxofre sobre espécies do gênero *Euseius*. Enxofre, a uma concentração de 2 ml/L, apresentou toxicidade moderada a *Euseius victoriensis* (Womersleyi) (BERNARD et al., 2010). Para *Euseius mesembrinus* (Dean), o enxofre pode ser moderadamente tóxico (CHILDERS et al., 2001) e tóxico para *Euseius alatus* De Leon (REIS et al., 2006). Além de *Euseius*, outras espécies de diferentes gêneros de fitoseídeos podem ser afetadas negativamente pelo enxofre, como *Amblyseius herbicolus* (Chant), *Galendromus occidentalis* (Nesbitt), *Iphiseiodes zuluagai* Denmark e *Typhlodromus pyri* Scheuten (TEODORO et al., 2005; REIS et al., 2006; BEERS et al., 2009; GADINO et al., 2011; BEERS e SCHMIDT-JEFFRIS, 2015). Os resultados do presente estudo aliados àqueles já citados na literatura, alertam para a nocividade de produtos à base de enxofre para espécies de fitoseídeos.

A porcentagem de fuga dos fitoseídeos expostos ao enxofre foi maior que o dobro do que a encontrada no controle e sete vezes maior em relação ao tratamento com espiroclorfenol. Somado a isso, o comportamento de elevação do primeiro par de pernas, observado apenas no tratamento com enxofre, sinalizam que os ácaros possam estar evitando o contato com superfícies contendo essa substância ou procuram se dispersar para fugir do local contaminado, uma vez que o primeiro par de pernas em Mesostigmata é usado como apêndices sensoriais (HOY, 2011; WALTER e PROCTOR, 2013). Identificar resíduos tóxicos e evitar contato com essas

superfícies contaminadas pode garantir vantagem ao predador, uma vez que pode fazer com que o predador procure locais não contaminados para gerar sua prole (BEERS e SCHMIDT-JEFFRIS, 2015). Por outro lado, esse comportamento pode afastar os predadores da área alvo, deixando de exercer sua função como agentes controladores naquele local (HISLOP et al., 1981; GERSON et al., 2003; BEERS e SCHMIDT-JEFFRIS, 2015).

Em algumas espécies de fitoseídeos, já foi constatado que a exposição ao espiroclorfenol pode resultar em efeitos subletais negativos (REIS et al., 2005; CHEON et al., 2006; KAPLAN et al., 2012; MAROUFPOOR et al., 2016; SARBAZ et al., 2017), o que diverge dos resultados do presente estudo, os quais mostram que espiroclorfenol não causou nenhum efeito negativo sobre *E. citrifolius*. Contudo, os efeitos relatados na literatura são leve ou moderadamente tóxicos, não sendo identificado efeitos propriamente tóxicos (RAUDONIS, 2006; REIS et al., 2006). Além disso, há relatos na literatura de ácaros fitoseídeos que não apresentaram efeitos negativos em parâmetros biológicos e populacionais quando expostos ao espiroclorfenol, como *A. andersoni* e *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (RAUDONIS, 2006; ALINEJAD et al., 2016).

Os resultados mostraram uma menor taxa de fuga e maior taxa de sobrevivência no tratamento com espiroclorfenol em relação ao controle. Seria possível um acaricida causar efeitos positivos sobre ácaros fitoseídeos? O efeito de hormesis é atribuído a uma resposta bifásica dose-dependente do organismo a um estressor, ou seja, em doses baixas, um produto que, em doses normais é tóxico, pode ocasionar efeitos positivos no alvo (KENDIG et al., 2010). O efeito hormético pode se manifestar de três formas: aquisição, alocação e medicação (JAGER et al., 2013). Segundo a definição dada por esses autores, no processo de aquisição, o organismo pode aumentar a taxa de alimentação ou a eficiência de conversão desse alimento em energia. Nesse sentido, considerando que a disponibilidade de alimento foi permanente, o efeito de aquisição de recursos poderia estar garantindo maiores taxas de sobrevivência para *E. citrifolius* no tratamento com espiroclorfenol. No entanto, estudos mais detalhados nesse sentido são necessários para confirmar essa hipótese.

Aplicações de enxofre são eficientes para o controle de oídio e *C. heveae* na seringueira (VIEIRA et al., 2006a, 2006b; GONÇAVES, 2010). Tendo em vista os dados presentes na literatura, somados aos dados do presente estudo, é importante

que haja cautela no uso do enxofre na cultura de seringueira, uma vez que o mesmo pode interferir negativamente em populações de ácaros predadores que podem estar atuando como inimigos naturais. Por outro lado, espirodiclofeno aparenta ser pouco tóxico aos fitoseídeos, podendo ser uma alternativa viável para programas de manejo integrado de pragas. Contudo, os dados avaliando efeitos subletais de espirodiclofeno sobre fitoseídeos ainda são escassos, o que torna necessários o desenvolvimento de mais estudos nesse sentido que afirmem a baixa toxicidade do acaricida sobre ácaros fitoseídeos.

6.6 Referências

AGROFIT. Sistemas de Agrotóxicos Fitossanitários. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento do Brasil**, 2022. Disponível em: https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em outubro de 2022.

ALINEJAD, M.; KHERADMAND, K.; FATHIPOUR, Y. Assessment of sublethal effects of spirodiclofen on biological performance of the predatory mite, *Amblyseius swirskii*. **Systematic and Applied Acarology**, v. 21, n. 3, p. 375-384, 2016.

BEERS, E.H.; MARTINEZ-ROCHA, L.; TALLEY, R.R.; DUNLEY, J.E. Lethal, sublethal, and behavioral effects of sulfur-containing products in bioassays of three species of orchard mites. **Journal of Economic Entomology**, v. 102, n. 1, p. 324-335, 2009.

BEERS, E.H.; SCHMIDT-JEFFRIS, R.A. Effects of orchard pesticides on *Galendromus occidentalis* (Acari: Phytoseiidae): repellency and irritancy. **Journal of Economic Entomology**, v. 108, n. 1, p. 259-265, 2015.

BERNARD, M.B.; COLE, P.; KOBELT, A.; HORNE, P.A.; ALTMANN, J.; WRATTEN, S.D.; YEN, A.L. Reducing the impact of pesticides on biological control in Australian vineyards: Pesticide mortality and fecundity effects on an indicator species, the predatory mite *Euseius victoriensis* (Acari: Phytoseiidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 103, n. 6, p. 2061-2071, 2010.

CARDOSO, M.S.M.; VIEIRA, M.R.; FIGUEIRA, J.C.; SILVA, H.A.S. Atividade predatória de *Euseius citrifolius* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) sobre *Tenuipalpus heveae* Baker (Acari: Tenuipalpidae). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, p. 471-476, 2010.

CHEON, G.S.; PAIK, C.H.; LEE, G.H.; KIM, S.S. Toxicity of spirodiclofen to the predatory mite, *Amblyseius womersleyi* (Acari: Phytoseiidae), and its prey, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Journal of Entomological Science**, v. 42, n. 1, p. 44-51, 2007.

EL-SHARABASY, H.M.; EL-KADY, G.A. Susceptibility of the Predatory Mite, *Phytoseiulus macropilis* (Banks) and the Two Spotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Phytoseiidae-Tetranychidae) to some Acaricides. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 25, n. 2, 2015.

GADINO, A.N.; WALTON, V.M.; DREVES, A.J. Impact of vineyard pesticides on a beneficial arthropod, *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae), in laboratory bioassays. **Journal of economic entomology**, v. 104, n. 3, p. 970-977, 2011.

GERSON, U.; SMILEY, U.L.; OCHOA, R. **Mites (Acari) for pest control**. Oxford: Blackwell, p. 367-383, 2003.

HISLOP, R.G.; AUDITORE, P.J.; WEEKS, B.L.; PROKOPY, R.J. Repellency of pesticides to the mite predator *Amblyseius fallacis*. **Protection and Ecology**, v. 3, p. 253-257, 1981.

HOY, M.; CONLEY, J. Toxicity of pesticides to western predatory mite. **California Agriculture**, v. 41, n. 7, p. 12-14.

HOY, M.A. **Agricultural acarology: introduction to integrated mite management**. 1. ed. London: CRC press, p. 159-177, 2011.

JAGER, T.; BARSI, A.; DUCROT, V. Hormesis on life-history traits: is there such thing as a free lunch? **Ecotoxicology**, v. 22, n. 2, p. 263-270, 2013

KAPLAN, P.; YORULMAZ, S.; AY, R. Toxicity of insecticides and acaricides to the predatory mite *Neoseiulus californicus* (McGregor)(Acari: Phytoseiidae). **International Journal of Acarology**, v. 38 n. 8, p. 699-705, 2012.

KENDIG, E.L.; LE, H.H.; BELCHER, S.M. Defining hormesis: evaluation of a complex concentration response phenomenon. **International Journal of Toxicology**, v. 29, n. 3, p. 235-246, 2010.

KONGCHUENSIN, M. Effects of Some Pesticides on the Predatory Mite, *Neoseiulus longispinosus* (Evans)(Gamasina: Pytoseiidae). **日本ダニ学会誌**, v. 15, n. 1, p. 17-27, 2006.

KREITER, S.; SENTENAC, G.; BARTHES, D.; AUGER, P. Toxicity of four fungicides to the predaceous mite *Typhlodromus pyri* (Acari: Phytoseiidae). **Journal of Economic Entomology**, v. 91, n. 4, p. 802-811, 1998.

MAROUFPOOR, M.; GHOOSTA, Y.; POURMIRZA, A.A.; LOTFALIZADEH, H. The effects of selected acaricides on life table parameters of the predatory mite, *Neoseiulus californicus* fed on European red mite. **North-Western Journal of Zoology**, v. 12, n. 1, p. 1-6, 2016.

NAIR, K.P. **Tree Crops**. Cham: Springer, 2021, p. 287-332.

PRISCHMANN, D.A.; JAMES, D.G.; WRIGHT, L.C.; TENEYCK, R.D.; SNYDER, W.E. Effects of chlorpyrifos and sulfur on spider mites (Acari: Tetranychidae) and their natural enemies. **Biological Control**, v. 33, n. 3, p. 324-334, 2005.

RAUDONIS, L. Comparative toxicity of spiroticlofen and lambdacihalotrin to *Tetranychus urticae*, *Tarsonemus pallidus* and predatory mite *Amblyseius andersoni* in a strawberry site under field conditions. **Agronomy Research**, v. 4, p. 317-322, 2006.

REIS, P.R.; FRANCO, R.A.; NETO, M.P.; TEODORO, A.V. Selectivity of agrochemicals on predatory mites (Phytoseiidae) found on coffee plants. **Coffee Science**, v. 1, p. 64–70, 2006.

REIS, P.R.; NETO, M.P.; FRANCO, R.A. Controle de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) e *Oligonychus ilicis* (McGregor, 1917) (Acari: Tenuipalpidae, Tetranychidae) em cafeeiro e o impacto sobre ácaros benéficos: II-Spiroticlofen e Azocyclotin. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 528-537, 2005.

SALMAN, S.Y.; KESKIN, C. The effects of milbemectin and spiroticlofen resistance on *Phytoseiulus persimilis* AH (Acari: Phytoseiidae) life table parameters. **Crop Protection**, v. 124, p. 104751, 2019.

SARBAZ, S.; GOLDASTEH, S.; ZAMANI, A.A.; SOLYMANNEJADIYAN, E.; VAFAEI SHOUSHARI, R. Side effects of spiromesifen and spiroticlofen on life table parameters of the predatory mite, *Neoseiulus californicus* McGregor (Acari: Phytoseiidae). **International Journal of Acarology**, v. 43, n. 5, p. 380-386, 2017.

TEODORO, A.V.; FADINI, M.A.; LEMOS, W.P.; GUEDES, R.N.C.; PALLINI, A. Lethal and sub-lethal selectivity of fenbutatin oxide and sulfur to the predator *Iphiseiodes zuluagai* (Acari: Phytoseiidae) and its prey, *Oligonychus ilicis* (Acari: Tetranychidae), in Brazilian coffee plantations. **Experimental and Applied Acarology**, v. 36, n. 1, p. 61-70, 2005.

VIEIRA, M.; GOMES, E.; FIGUEIRA, J. Controle químico de *Calacarus heveae* Feres (Acari: Eriophyidae) em seringueira. **BioAssay**, v. 1, 2006a.

VIEIRA, M.R.; GOMES, E.C.; MATOS, C.A.O.D. Control of *Oidium* on rubber tree and its interference on the mite *Calacarus heveae* Feres population. **Summa Phytopathologica**, v. 32, p. 274-276, 2006b.

WALTER, D.E.; PROCTOR, H.C. **Mites: ecology, evolution and behaviour**. Dordrecht: Springer, p. 281-339, 2013.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O Brasil possui uma grande diversidade de ácaros predadores em seringueira, porém, ainda pouco estudadas para o entendimento de suas funções ecológicas e a potencialidade no controle de ácaros fitófagos. Ter acesso a esse conhecimento nos permite traçar estratégias eficientes para o manejo de algumas espécies que já causam dano a heveicultura e nos prepara para possíveis outras que possam emergir. Nossos resultados apontaram *Euseius citrifolius* Denmark & Muma como um ácaro predador benéfico para a cultura de seringueira, com potencial para atuar como agente de controle biológico de *Tenuipalpus heveae* Baker. Os experimentos preliminares de oviposição também apontam *Amblyseius aerialis* (Muma), *Amblyseius chiapensis* De Leon, *Amblyseius operculatus* De Leon e *Proprioseiopsis dominigos* (El-Banhawy) como potenciais predadores de *T. heveae*, o que nos permite encorajar o desenvolvimento de estudos mais aprofundados com essas espécies. Quanto a avaliação de ácaros predadores para *Calacarus heveae* Feres, os resultados são indícios de que essa presa não parece ser favorável a fitoseídeos. Contudo, é importante que estudos sejam feitos com mais espécies que coocorrem com esse eriofiídeo na natureza.

Os ensaios para avaliar a toxicidade de enxofre e espiroclorfenol sobre *E. citrifolius* mostraram que o enxofre afeta negativamente esse ácaro predador. Também foi constatado que pólen de *Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck foi um alimento favorável para *E. citrifolius*. Essas informações devem ser levadas em conta para garantir a conservação dessa espécie na cultura, seja por cautela no uso de produtos químicos (p. ex. enxofre) ou pela incrementação de plantas que sirvam como fonte de recursos para esses predadores (p. ex. *N. cochenillifera*).

A análise da totalidade dos fatores e a relação entre eles em qualquer agrossistema é essencial para o desenvolvimento de soluções que não sejam apenas paliativas, como o uso de produtos químicos, mas que possam atingir os problemas em sua origem, como por exemplo, pensar em modelos de produção biodiversos, como consórcios de culturas e agroflorestas.