



Metodologia para criação de *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) em laboratório e controle biológico de moscas brancas e trips utilizando o ácaro predador em diferentes cultivos agrícolas

Sirlei de Souza Marques

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

**São Paulo
2021**

Sirlei de Souza Marques

Metodologia para criação de *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) em laboratório, e controle biológico de moscas brancas e tripes utilizando o ácaro predador em diferentes cultivos agrícolas

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

Orientador: Prof. Dr. Mário Eidi Sato

**São Paulo
2021**

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

Assinatura: _____ Data ___/___/___

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

Marques, Sirlei de Souza.

Metodologia para criação de *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) em laboratório e controle biológico de moscas brancas e tripses utilizando o ácaro predador em diferentes cultivos agrícolas. / Sirlei de Souza Marques. - São Paulo, 2022.

51 p.

doi: 10.31368/PGSSAAA.2021D.SM001

Dissertação (Mestrado). Instituto Biológico (São Paulo). Programa de Pós-Graduação.

Área de concentração: Segurança Alimentar e Sanidade no Agroecossistema.

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

Orientador: Mário Eidi Sato.

Versão do título para o inglês: Laboratory rearing methods for *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae), and biological control of whiteflies and thrips using the predatory mite in different agricultural crops.

1. Ácaro predador 2. *Bemisia tabaci* 3. *Tetranychus* 4. Astigmata
5. *Thyreophagus* I. Marques, Sirlei de Souza II. Sato, Mário Eidi III. Instituto Biológico (São Paulo) IV. Título.

IB/Bibl./2022/001

FOLHA DE APROVAÇÃO

Nome: Sirlei de Souza Marques

Título: Metodologia para criação de *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) em laboratório e controle biológico de moscas brancas e tripses utilizando o ácaro predador em diferentes cultivos agrícolas

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

Aprovada em: 14 / 10 / 2021

Banca Examinadora

Prof. Dr. Mário Eidi Sato

Instituição: Instituto Biológico

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. Luiz Carlos Dias da Rocha

Instituição: Instituto Federal do Sul de Minas
Campus Inconfidentes

Julgamento: _____ Assinatura: _____

Prof. Dr. Valmir Antonio Costa

Instituição: Instituto Biológico

Julgamento: _____ Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

A minha família pelo apoio em todas as etapas da minha vida e pelo imenso suporte, sem vocês não seria possível realizar nada.

Em especial para minha mãe Sonia e irmã Suellen, vocês são meus maiores exemplos de força e amor, toda minha admiração a vocês.

Ao Matheus por me incentivar e acreditar em mim, você chegou no momento certo, te amo.

Ao Instituto Biológico por me proporcionar esse ambiente de enorme aprendizado.

A todos do IB de Campinas por serem sempre tão solícitos e simpáticos, carregando comigo ótimas lembranças, e todos os conselhos, obrigada.

A todos que passaram no laboratório de acarologia durante minha permanência, aprendi com todos.

Ao meu orientador Mario E. Sato, pelos muitos ensinamentos.

Aos queridos, Rafaelly, Angelita, Luciana, Jessica, Lina e Elias, obrigada por todas as risadas, pela ótima companhia e excelentes conselhos, vocês me mostraram que mesmo a vida acadêmica pode ser agradável e feliz.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio financeiro à pesquisa (Processo: 2017/50334-3) e pela bolsa de mestrado concedida (Processo 2019/07238-9).

O presente trabalho foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

RESUMO

MARQUES, Sirlei de Souza. **Metodologia para criação de *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) em laboratório e controle biológico de moscas brancas e tripses utilizando o ácaro predador em diferentes cultivos agrícolas.** 2021. 51f. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Instituto Biológico, Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2021.

A mosca branca, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) e os tripses (Thysanoptera) têm causado sérios danos à diversas cultura, devido aos seus danos diretos às plantas pela alimentação, além da transmissão de fitovírus. Pesquisas realizadas no exterior indicam que os ácaros predadores da espécie *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor) (Acari: Phytoseiidae) podem ser efetivos para o controle biológico de ácaros tetraniquídeos, tripses e moscas brancas, principalmente em cultivos protegidos, porém, praticamente não há informações disponíveis sobre a viabilidade de uso deste predador para o controle de artrópodes-praga em cultivos agrícolas no Brasil. Outro aspecto importante é a necessidade de estabelecimento de uma metodologia adequada para a criação massal de *A. limonicus*, para viabilizar um programa de controle biológico de insetos e ácaros no Brasil, utilizando este predador. Os objetivos da pesquisa foram: aprimorar a metodologia de criação de *A. limonicus*, em laboratório, e avaliar o potencial de uso do ácaro predador para o controle biológico de tripses e moscas brancas, em diferentes cultivos agrícolas. Foram realizados experimentos para avaliar o crescimento populacional de *A. limonicus*, utilizando-se os seguintes tratamentos: 1) ácaros da espécie *Tetranychus desertorum* Banks (Acari: Tetranychidae); 2) ácaros *T. desertorum* + pólen; 3) ácaros *Tetranychus gigas* Pritchard & Baker + pólen; 4) ácaros Astigmata (*Thyreophagus cracentiseta*); 5) ácaros Astigmata (*T. cracentiseta*) + ovos de *Ephestia kuehniella* Zeller (Lepidoptera: Pyralidae). Foram colocadas 30 fêmeas de *A. limonicus* em arenas de contendo uma das dietas e após um período de aproximadamente 20 dias, o número de formas ativas do predador foi estimado. Para avaliar o efeito de cada dieta sobre a taxa de oviposição de *A. limonicus*, foram realizados experimentos, transferindo-se cinco fêmeas do predador para cada arena, e acrescentando-se os mesmos alimentos utilizados nos testes para crescimento populacional. As fêmeas de *A. limonicus* foram mantidas nas arenas por três dias para oviposição, para estimativa do número de ovos viáveis depositados. Os melhores resultados quanto ao crescimento populacional e à taxa de oviposição de *A. limonicus* foram observados para os tratamentos (dietas alimentares) com ácaros do gênero *Tetranychus* mais pólen de mamona e com ácaros Astigmata mais ovos de *E. kuehniella*, com aumento populacional de aproximadamente 12 vezes em 20 dias. Foram realizados experimentos de liberação de ácaros *A. limonicus* procedentes das criações com os dois tipos dieta, em diferentes cultivos agrícolas no estado de São Paulo. Os ácaros predadores *A. limonicus* criados com os diferentes alimentos (a base de ácaros do gênero *Tetranychus* ou ácaros Astigmata) conseguiram reduzir significativamente as infestações de tripses em chuchuizeiro e de moscas brancas nos cultivos de tomate e gérbera, porém, comportaram-se de forma distinta na busca e predação de tripses e de moscas-brancas, nas primeiras semanas após sua liberação em campo.

Palavras-chave: ácaro predador, *Bemisia tabaci*, *Tetranychus*, Astigmata, *Thyreophagus*

ABSTRACT

MARQUES, Sirlei de Souza. **Laboratory rearing methods for *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae), and biological control of whiteflies and thrips using the predatory mite in different agricultural crops.** 2021. 51f. Dissertação (Mestrado em Sanidade, Segurança Alimentar e Ambiental no Agronegócio) – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, São Paulo, 2021.

The whitefly, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) and thrips (Thysanoptera) have caused serious damage to several crops, due to their direct damage to plants by feeding, in addition to the transmission of phytoviruses. Researches carried out abroad indicate that the predatory mites of the species *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor) (Acari: Phytoseiidae) can be effective for the biological control of spider mites, thrips and whiteflies, mainly in protected crops; however, there is practically no information available on the feasibility of using this predator to control pest arthropods in agricultural crops in Brazil. Another important aspect is the need to establish an adequate methodology for the mass rearing of *A. limonicus*, to enable a program of biological control of insects and mites in Brazil, using this predator. The research objectives were: to improve the methodology for rearing *A. limonicus*, in the laboratory, and to evaluate the potential use of the predatory mite for the biological control of thrips and white flies, in different agricultural crops. Experiments were carried out to evaluate the population growth of the predatory mite *A. limonicus*, using the following treatments: 1) mites of the species *Tetranychus desertorum* Banks (Acari: Tetranychidae); 2) *T. desertorum* mites + pollen; 3) *Tetranychus gigas* Pritchard & Baker mites + pollen; 4) Astigmata mites (*Thyreophagus cracentiseta*); 5) Astigmata mites (*T. cracentiseta*) + *Ephestia kuehniella* Zeller eggs (Lepidoptera: Pyralidae). Thirty females of *A. limonicus* were placed in arenas containing one of the diets and after a period of approximately 20 days, the number of active forms of the predator was estimated. To evaluate the effect of each diet on the oviposition rate of *A. limonicus*, experiments were carried out, transferring five females of the predator to each arena, and adding the same foods used in the tests for population growth. Females of *A. limonicus* were kept in the arenas for three days for oviposition, to estimate the number of viable eggs deposited. The best results in terms of population growth and oviposition rate of *A. limonicus* were observed for treatments (dietary) with *Tetranychus* mites plus castor bean pollen and with Astigmata mites plus *E. kuehniella* eggs, with a population increase of approximately 12 times in 20 days. Experiments were carried out to release *A. limonicus* mites from the creations with the two types of diet, in different agricultural crops in the state of São Paulo. The predatory mites *A. limonicus* reared with the different foods (based on *Tetranychus* mites or Astigmata mites) were able to significantly reduce thrips infestations in chayote field and whiteflies in tomato and gerbera crops; however, they behaved in a distinct way in the search and predation of thrips and whiteflies, in the first weeks after their release in the field.

Key words: predatory mite, *Bemisia tabaci*, *Tetranychus*, Astigmata, *Thyreophagus*

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Arena de criação de ácaros predadores, com feijão-de-porco. Foto: Sirlei de Souza Marques.....	18
Figura 2. Foto do campo de chuchu. Foto: Sirlei de Souza Marques.....	22
Figura 3. Foto do campo de chuchu Foto: Sirlei de Souza Marques.....	23
Figura 4. Foto do campo de gérbera Foto: Sirlei de Souza Marques.....	24
Figura 5. Sala de criação de <i>Amblydromalus limonicus</i> , com detalhe da luz artificial.....	25
Figura 6. Efeito da temperatura sobre a taxa de oviposição de <i>Amblydromalus limonicus</i> , quando alimentado com ovos de <i>Tetranychus gigas</i> e pólen de mamona. Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste <i>t</i> (LSD) a 5% de significância.....	26
Figura 7. Taxa de oviposição de <i>Amblydromalus limonicus</i> , quando alimentado com diferentes tipos de alimento [1) <i>Tetranychus gigas</i> (Acari: Tetranychidae) + pólen de mamona; 2) ácaros Astigmata (<i>Thyreophagus cracentiseta</i>) + pólen de mamona; 3) ácaros Astigmata (<i>T. cracentiseta</i>) + ovos de <i>Ephestia kuehniella</i>], para a temperatura média de $17 \pm 1^\circ\text{C}$. Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste <i>t</i> (LSD) a 5% de significância.....	28
Figura 8. Taxa de oviposição de <i>Amblydromalus limonicus</i> , quando alimentado com diferentes tipos de alimento [1) <i>Tetranychus desertorum</i> ; <i>T. desertorum</i> + pólen de mamona; 3) <i>Tetranychus gigas</i> ; 4) <i>T. gigas</i> + pólen de mamona; 5) ácaros Astigmata; 6) ácaros Astigmata (<i>T. cracentiseta</i>) + ovos de <i>Ephestia kuehniella</i>], para a temperatura média de $24 \pm 2^\circ\text{C}$. Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste <i>t</i> (LSD) a 5% de significância.....	29
Figura 9. Número de ácaros <i>Amblydromalus limonicus</i> (Acari: Phytoseiidae) em arenas de folha de feijão-de-porco, quando alimentados com ácaros <i>Tetranychus desertorum</i> (Acari: Tetranychidae) e pólen de mamona (Temperatura: $24 \pm 2^\circ\text{C}$).....	31
Figura 10. Número de ácaros <i>Amblydromalus limonicus</i> (Acari: Phytoseiidae) em arenas de folha de feijão-de-porco, quando alimentados com ácaros <i>Tetranychus desertorum</i> ou <i>Tetranychus gigas</i> (Acari: Tetranychidae), com adição ou não de pólen de mamona à dieta (Temperatura: $24 \pm 2^\circ\text{C}$). Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste <i>t</i> (LSD) a 5% de significância.....	32

Figura 11. Número de ácaros *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) em arenas de folha de feijão-de-porco, quando alimentados com ácaros Astigmata (*Thyreophagus cracentiseta*), 5) ácaros Astigmata (*T. cracentiseta*) + ovos de *Ephestia kuehniella* (Temperatura: $24 \pm 2^\circ\text{C}$). Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância..... 33

Figura 12. Taxa de aumento populacional de ácaros *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae), em um período de 20 dias, em arenas de folha de feijão-de-porco, para diferentes tipos de alimento: 1) *Tetranychus desertorum*, 2) *T. desertorum* + pólen de mamona, 3) *Tetranychus gigas* (Acari: Tetranychidae) + pólen de mamona; 4) ácaros Astigmata (*Thyreophagus cracentiseta*), 5) ácaros Astigmata (*T. cracentiseta*) + ovos de *Ephestia kuehniella* (Temperatura: $22 \pm 2^\circ\text{C}$). Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância..... 34

Figura 13. Número de ácaros (*Tetranychus* sp.) e insetos (Thysanoptera) em folhas de chuchu, em plantas com ou sem liberação de ácaros predadores da espécie *Amblydromalus limonicus*, para os seguintes tratamentos: 1) Liberação de ácaros predadores criados em arenas de polipropileno (*A. limonicus* AP), fornecendo-se ácaros Astigmata e ovos de *Ephestia* como alimento; 2) testemunha 2 (sem liberação de ácaros predadores); 3) Liberação de ácaros predadores criados em arenas de folha (*A. limonicus* AF), fornecendo-se ácaros *Tetranychus* e pólen de mamona como alimento; 4) testemunha 1 (sem liberação de ácaros predadores). Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância..... 36

Figura 14. Número de ovos de mosca branca, *Bemisia tabaci*, em folhas de tomate, em plantas com ou sem liberação de ácaros predadores da espécie *Amblydromalus limonicus*, para os seguintes tratamentos: 1) testemunha 1 (sem liberação de ácaros predadores); 2) Liberação de ácaros predadores criados em arenas de folha (*A. limonicus* AF), fornecendo-se ácaros *Tetranychus* e pólen de mamona como alimento; 3) Liberação de ácaros predadores criados em arenas de polipropileno (*A. limonicus* AP), fornecendo-se ácaros Astigmata e ovos de *Ephestia* como alimento; 4) testemunha 2 (sem liberação de ácaros predadores). Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância..... 37

Figura 15. Número de ninfas de mosca branca, *Bemisia tabaci*, em folhas de tomate, em plantas com ou sem liberação de ácaros predadores da espécie *Amblydromalus limonicus*, para os seguintes tratamentos: 1) testemunha 1 (sem liberação de ácaros predadores); 2) Liberação de ácaros predadores criados em arenas de folha (*A. limonicus* AF), fornecendo-se ácaros *Tetranychus* e pólen de mamona como alimento; 3) Liberação de ácaros predadores criados

em arenas de polipropileno (*A. limonicus* AP), fornecendo-se ácaros Astigmata e ovos de *Ephestia* como alimento; 4) testemunha 2 (sem liberação de ácaros predadores). Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância..... 38

Figura 16. Número de ovos de mosca branca, *Bemisia tabaci*, em folhas de gérbera, em plantas com ou sem liberação de ácaros predadores da espécie *Amblydromalus limonicus*, para os seguintes tratamentos: 1) testemunha 1 (sem liberação de ácaros predadores); 2) Liberação de ácaros predadores criados em arenas de folha (*A. limonicus* AF), fornecendo-se ácaros *Tetranychus* e pólen de mamona como alimento; 3) Liberação de ácaros predadores criados em arenas de polipropileno (*A. limonicus* AP), fornecendo-se ácaros Astigmata e ovos de *Ephestia* como alimento; 4) testemunha 2 (sem liberação de ácaros predadores). Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância..... 39

Figura 17. Número de ninfas de mosca branca, *Bemisia tabaci*, em folhas de gérbera, em plantas com ou sem liberação de ácaros predadores da espécie *Amblydromalus limonicus*, para os seguintes tratamentos: 1) testemunha 1 (sem liberação de ácaros predadores); 2) Liberação de ácaros predadores criados em arenas de folha (*A. limonicus* AF), fornecendo-se ácaros *Tetranychus* e pólen de mamona como alimento; 3) Liberação de ácaros predadores criados em arenas de polipropileno (*A. limonicus* AP), fornecendo-se ácaros Astigmata e ovos de *Ephestia* como alimento; 4) testemunha 2 (sem liberação de ácaros predadores). Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância..... 41

SUMÁRIO

RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
LISTA DE ILUSTRAÇÕES	iv
1. INTRODUÇÃO	9
2. OBJETIVOS	10
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
3.1 Insetos-praga.....	11
3.1.1 Mosca branca.....	11
3.1.2 Tripes.....	12
3.2 Formas de controle	13
3.2.1 Controle químico	13
3.2.2 Controle biológico	14
4. MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1 Populações de moscas brancas, tripes e ácaros	16
4.1.1 População de <i>Ephestia kuehniella</i>	17
4.2 Metodologias para criação massal do ácaro predador <i>A. limonicus</i>	17
4.2.1 Criação do predador utilizando-se ácaros fitófagos (Tetranychidae) e pólen de mamona	18
4.2.2 Criação do predador utilizando-se ácaros Astigmatas e ovos de <i>E. kuehnella</i>	18
4.2.3 Experimentos para avaliação da taxa de oviposição de <i>A. limonicus</i>	19
4.2.4 Experimentos para avaliação do crescimento populacional de <i>A. limonicus</i>	20
4.3 Estudos de liberação de ácaros predadores em cultivos agrícolas	21
4.3.1 Liberação de <i>A. limonicus</i> em cultivo de chuchu	21
4.3.2 Liberação de <i>A. limonicus</i> em cultivo de tomate.....	22
4.3.3 Liberação de <i>A. limonicus</i> em cultivo de gerbera.....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5.1 Metodologias para criação massal do ácaro predador <i>A. limonicus</i>	25
5.1.1 Taxa de oviposição de <i>Amblydromalus limonicus</i>	26
5.1.2 Crescimento populacional de <i>Amblydromalus limonicus</i>	30
5.2 Experimentos de liberação de ácaros predadores em cultivos agrícolas	35
5.2.1 Liberação de <i>A. limonicus</i> em cultivo de chuchu	35

5.2.2 Liberação de <i>A. limonicus</i> em cultivo de tomate.....	36
5.2.3 Liberação de <i>A. limonicus</i> em cultivo de gérbera.....	39
6. CONCLUSÕES.....	42
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1. INTRODUÇÃO

Os cultivos de hortaliças e plantas ornamentais são caracterizados por exigir alto investimento por unidade de área, utilizando geralmente grande quantidade de mão de obra (MIRANDA et al., 1994).

A mosca branca, *Bemisia tabaci* (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) é um inseto que causa danos que podem ser divididos em diretos, pela alimentação, com definhamento de plantas, e injeção de toxinas, causando desordens fisiológicas na planta; ou indiretos, favorecendo o desenvolvimento de fumagina, além da transmissão de fitovírus (HARRISON, 1985; DUFFUS, 1987; GERLING; MOTRO; HOROWITZ, 1980).

Os tripses pertencem à ordem Thysanoptera, que inclui muitas espécies que interferem no desenvolvimento de plantas de diversas culturas, causando injúrias, podendo também transmitir vírus. (ALBAJES et al., 1999). Entre as espécies fitófagas de tripses, destaca-se *Frankliniella occidentalis* (Pergande) (Thysanoptera: Thripidae) que é praga importante de diversas culturas no Brasil, principalmente de plantas ornamentais e hortícolas. (YUDIN et al., 1986; MONTEIRO et al. 2001; CAB INTERNATIONAL, 2010).

Inúmeras pesquisas relatam ácaros predadores da família Phytoseiidae como agentes para o controle biológico de insetos-praga. (McMURTRY; CROFT, 1997). A espécie *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor) (Acari: Phytoseiidae) tem se mostrado promissora para o controle de moscas brancas e tripses em outros países (ex.: Holanda), porém, as informações sobre a importância e o potencial de uso deste ácaro predador para o controle de insetos e ácaros pragas no Brasil ainda são limitadas. (VAN HOUTEN et al., 1995, 2008; VERVOORT et al., 2017).

Um dos principais fatores associados à dificuldade de uso deste predador em programas de controle biológico de pragas, no país, é a falta de uma metodologia adequada de criação massal de *A. limonicus*, em condições de laboratório. A disponibilização de uma técnica eficiente e de baixo custo de produção de *A. limonicus* poderia beneficiar um grande número de agricultores (ex.: produtores de hortaliças e ornamentais), que sofrem com os danos provocados por essas pragas e as viroses associadas.

2. OBJETIVOS

Geral

Aprimorar a metodologia de criação de *A. limonicus*, em laboratório, e avaliar o potencial de uso do ácaro predador para o controle biológico de moscas brancas (*B. tabaci*) e tripses, em diferentes cultivos agrícolas (chuchu, gérbera).

Específicos

Avaliar diferentes fontes de alimento e metodologias para criação massal do ácaro predador *A. limonicus* em laboratório.

Avaliar a influência das diferentes fontes de alimento e metodologias de criação sobre o desempenho do ácaro predador para o controle biológico de moscas brancas e tripses, em condições de laboratório e campo.

Realizar estudos de liberação de *A. limonicus* em diferentes cultivos (chuchu, tomate, gérbera), visando avaliar o estabelecimento, a dispersão e o comportamento alimentar do ácaro predador no campo.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Insetos-praga

3.1.1 Mosca branca

A mosca branca, *B. tabaci*, pertence à ordem Hemiptera, subordem Sternorrhyncha e família Aleyrodidae, que se divide em duas subfamílias, Aleyrodicinae e Aleyrodinae. A família possui cerca de 1500 espécies (INBAR; GERLING, 2008), sendo que a subfamília Aleyrodicinae, a qual pertence à espécie *B. tabaci*, compreende mais de 90% do total de espécies (MARTIN; MOUND, 2007).

Bemisia tabaci, uma espécie cosmopolita, cujo suposto centro de origem é o Oriente (ex.: Índia e Paquistão), foi introduzida na África, Europa e Américas pelo transporte e intercâmbio de material vegetal (BROWN; BIRD, 1992). Os danos causados podem ser divididos em diretos, pela alimentação, com redução na produção, descoloração de frutos e definhamento de plantas, injeção de toxinas, causando desordens fisiológicas; ou indiretos, facilitando a colonização por fungos (fumagina), devido à sua secreção açucarada (honeydew), além da transmissão de fitovírus. A espécie *B. tabaci* é considerada a mais importante vetora de fitovírus (HARRISON, 1985; DUFFUS, 1987; GERLING; MOTRO; HOROWITZ, 1980).

No Brasil, *B. tabaci* é conhecida desde 1923 (BONDAR, 1928), ocorrendo em várias culturas e plantas invasoras, no entanto em baixas infestações. Em 1968, na região norte do Paraná, surtos populacionais dessa espécie foram verificados em lavouras de algodão e feijão. Na região de Ourinhos, SP, foram registrados surtos na safra de 1972/73 (COSTA, 1973). O biótipo B de *B. tabaci* [= *B. argentifolii* Bellows & Perring] foi introduzido no Brasil no início da década de 1990 (LOURENÇÃO; NAGAI, 1994).

No Estado de São Paulo, o biótipo B da mosca branca teve sua presença observada em 1992 na região de Paulínia, nas culturas de abóbora, brócolis e berinjela; em Ibiúna, em culturas de tomate no mesmo ano; em Ribeirão Preto, nas culturas de brócolis, berinjela e jiló em 1994, e em Araçatuba e Presidente Prudente, em tomateiro e plantas ornamentais, além de infestações severas em plantas da vegetação espontânea local, em 1995 (LOURENÇÃO, 1997).

Dentro do complexo *B. tabaci*, as principais espécies presentes no Brasil são as chamadas Middle East – Asia Minor 1 (MEAM1, anteriormente denominada biótipo B),

Mediterranean (MED, anteriormente denominada biótipo Q) e New World (NW, anteriormente denominada biótipo A). Embora sejam morfológicamente idênticas, alguns estudos moleculares revelaram que se tratam de espécies distintas, e não apenas biótipos diferentes, como se acreditou por muito tempo. Como seus nomes indicam, a origem geográfica da espécie MEAM1 é provavelmente a região do Oriente Médio, enquanto MED é nativa da região do Mediterrâneo e NW das Américas (POZEBON; ARNEMANN, 2021).

No Brasil, *B. tabaci* MEAM1 que havia sido introduzida em meados da década de 1990, tornou-se a espécie de mosca branca predominante na cultura da soja. A espécie *B. tabaci* MED foi detectada pela primeira vez no sul do país no ano de 2014. Desde então, várias detecções foram relatadas nas regiões sul, sudeste e centro-oeste do país, associadas ao cultivo de plantas ornamentais e hortaliças (MORAES et al., 2017; BELLO et al., 2020). A espécie MED é considerada uma das mais invasivas em todo o mundo, sendo responsável por prejuízos severos na agricultura nas duas últimas décadas, associados principalmente à resistência a inseticidas (POZEBON; ARNEMANN, 2021).

Anteriormente, estudos no Brasil indicavam que a espécie MED era encontrada colonizando principalmente olerícolas e ornamentais, em condições de cultivo protegido. Entretanto, esta espécie começou a se espalhar pelo país e a colonizar também outras culturas, como a de soja, em condições de campo (BELLO et al., 2021).

3.1.1 Tripes

Os tripes pertencem à ordem Thysanoptera, que inclui muitas espécies de importância econômica na agricultura, tais como: *F. occidentalis*, *Thrips palmi* Karny e *Thrips tabaci* Lindeman. Essas espécies interferem no desenvolvimento de plantas de diversas culturas, causando injúrias, podendo também transmitir vírus (ALBAJES et al., 1999).

O tripe *F. occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae) é um inseto de ampla distribuição mundial, ocorrendo em diversos países das Américas, Europa, Oceania, Ásia e África (WATERHOUSE; NORRIS, 1989; MONTEIRO, 1994; CAB INTERNATIONAL, 2010). Esta espécie apresenta um grande número de hospedeiros, com registro em mais de 500 espécies de plantas hospedeiras, pertencentes a 50 famílias, incluindo muitas culturas de importância agrícola. Algumas culturas atacadas por esta praga são: feijão, berinjela, pepino, berinjela, alface, cebola, tomate, melancia e ornamentais, incluindo, rosa, crisântemo, orquídea e cravo (YUDIN et al., 1986; MONTEIRO et al., 2001; CAB INTERNATIONAL, 2010).

A espécie *F. occidentalis* é considerada praga importante de diversas culturas no Brasil, principalmente plantas ornamentais (ex.: crisântemo) e hortícolas. Altas infestações dessa espécie podem provocar consideráveis perdas de produção, pelo dano direto e pela transmissão de vírus, afetando também a qualidade dos produtos e sua comercialização (MONTEIRO, 1994).

Echinothrips americanus Morgan (Thysanoptera: Thripidae) é uma praga polífaga que é nativa da América do Norte, mas se espalhou pela Europa na década de 1990 (VIERBERGEN et al., 2006). Tendo sido relatada em 48 famílias botânicas em todo o mundo, a uma preferência pelas plantas da família Araceae, Acanthaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae e Malvaceae. (VARGA et al., 2010). Essa espécie causa danos principalmente em culturas de casa de vegetação (VIERBERGEN et al., 2006; VARGA et al., 2010).

3.2 Formas de controle

3.2.1 Controle químico

Há no Brasil 78 produtos químicos registrados para o controle da mosca branca *B. tabaci* (AGROFIT, 2020). Porém, casos de resistência vêm sendo reportados a inseticidas de diversos grupos químicos (ex.: organofosforados, carbamatos, piretroides, reguladores de crescimento, neonicotinoides) têm sido reportados nos últimos anos (ELBERT; NAUEN, 2000; TOSCANO et al., 2001; DENNEHY et al., 2005, RODITAKIS et al., 2005; SILVA et al., 2009; LUO et al., 2010, BASIT, 2019).

Em um estudo realizado pelo Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada (CEPEA) em 2016 nos estados de Mato Grosso e de Goiás, constatou-se que na safra 2015/16 houve um aumento de 35% nos gastos com inseticida na cultura soja, devido à incidência de mosca branca.

No caso de tripses da espécie *F. occidentalis*, são registrados apenas seis princípios ativos de inseticidas [espinetoram (espinosinas); cloridrato de formetanato (metilcarbamato de fenila), permetrina (piretroide), acetamiprido (neonicotinoide) + bifentrina (piretroide), espinosade (espinosinas)], para o seu controle em diversas culturas no Brasil (AGROFIT, 2020). Incluindo-se os tripses das outras espécies (ex.: *T. tabaci*, *T. palmi*), o número de princípios ativos cresce consideravelmente [ex.: azadiractina (tetranortriterpenóide); clorfenapir (análogo de pirazol), imidacloprido (neonicotinoide), piriproxifem (éter piridiloxipropílico), tiacloprido (neonicotinóide)], porém, o número de produtos registrados

por cultura normalmente é baixo (1 a 4 produtos) (AGROFIT, 2020), favorecendo a evolução da resistência aos inseticidas registrados. No caso de *F. occidentalis*, o problema da resistência desta espécie a inseticidas também têm sido registrado no Brasil (RAIS; SATO; SILVA, 2013) e em outros países (IMMARAJU et al., 1992; JENSEN, 2000).

3.2.2 Controle biológico

O controle biológico utiliza inimigos naturais da praga alvo, criados em massa em condições de laboratório e liberados na cultura (MORAES, 1999; GUIMARÃES et al., 2010). Segundo Primavesi (1994), essa estratégia de controle começou a ser utilizada muito antes da descoberta dos agroquímicos, porém, as dificuldades para criação e manejo de inimigos naturais em condições de laboratório e campo impediram o rápido avanço desse método controle, mesmo se mostrando eficiente no controle de algumas pragas agrícolas (MACENA, 2019).

Os desafios do controle biológico estão na tecnologia empregada para produzir e manusear os inimigos naturais, que deve ser adequada para obter sucesso no controle. Produção massal de predadores em laboratório, em condições ambientais favoráveis, e em casa-de-vegetação, vem obtendo sucesso para algumas espécies de ácaros predadores, tais como *Phytoseiulus macropilis* (Banks) e *Neoseiulus californicus* (McGregor), principalmente visando o controle do ácaro rajado. Outras espécies, como as do gênero *Amblydromalus*, são mais difíceis para produzir, por conta das exigências de condições ambientais adequadas para seu estabelecimento em condições de laboratório e campo (PARRA et al., 2002; MACENA, 2019).

Algumas espécies de ácaros predadores, principalmente os generalistas (hábito alimentar tipo III) como os dos gêneros *Typhlodromus*, *Amblyseius* e *Amblydromalus*, apresentam potencial para o controle de insetos como tripes e moscas brancas (McMURTRY; CROFT, 1997).

A espécie *A. limonicus* tem sido encontrada em diversas culturas como café, pepino, mamão, morango, mandioca, dentre outras. A fêmea mede cerca de 0,35 mm de comprimento. Possui coloração variada, amarela, vermelha, branca. O macho é menor e com o opistossoma levemente afilado. A longevidade das fêmeas é de 16,6 dias e o número total de ovos depositados em torno de 31,9 em um período de 9,5 dias. Para os machos, a longevidade é de 15,1 dias. A razão sexual é de 0,57 (NICASTRO et al., 2011). Este ácaro predador apresenta potencial para ser utilizado em programas de controle biológico de ácaros

tetraniquídeos, tripses e moscas brancas (VAN HOUTEN et al., 1995, 2008; MARQUES; SATO; CARVALHO, 2017; PAP et al., 2017; VERVOORT et al., 2017).

Amblydromalus limonicus mostrou-se eficiente para o controle de mosca branca (*Trialeurodes vaporariorum* Westwood) em pepino, em casa-de-vegetação na Holanda, com redução de 99% da população da praga. As outras espécies de ácaros predadores (Phytoseiidae) testadas, *Amblyseius swirskii* (Athias-Henriot) e *Euseius ovalis* (Evans), causaram reduções populacionais de 88% e 76%, respectivamente (PIJNAKKER; MESSELINK, 2005).

Estudos recentes indicam que *A. limonicus* mostra-se promissor para o controle biológico do ácaro vermelho das palmeiras, *Raoiella indica* Hirst (Acari: Tenuipalpidae) (GONZALEZ et al., 2018), que é praga de grande importância para coqueiro (e outras palmeiras) e bananeira, em muitos países. Essa praga foi recentemente introduzida no estado de São Paulo.

Ghasemzadeh, Leman e Messelink (2017) compararam as espécies de ácaros predadores *A. swirskii*, *A. limonicus*, *E. ovalis* e *Euseius gallicus* Kreiter & Tixier, quanto à capacidade de predação do tripses *E. americanus*. As maiores taxas de predação e oviposição foram registradas para *A. limonicus*, seguido por *A. swirskii* e *E. ovalis*, quando o primeiro e o segundo estágios larvais do tripses foram fornecidos como presas, porém, no caso pupas, *E. ovalis* foi considerado o melhor predador.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Populações de moscas brancas, tripes e ácaros

A população de mosca branca *B. tabaci* foi coletada em 2018, em cultivo comercial de gérbera no município de Holambra, sendo mantida em plantas de couve (*Brassica oleracea* L. var. *acephala* DC), no Laboratório de Acarologia do Instituto Biológico.

A população de tripes (*E. americanus*) foi coletada de cultivo de rosa em Santo Antonio de Posse, SP, em 2017. A criação tem sido realizada utilizando-se plantas de feijão-de-porco *Canavalia ensiformis* (L.) cultivadas em vasos no interior de câmaras climatizadas (tipo B.O.D.) a $25 \pm 1^\circ\text{C}$; $80 \pm 10\%$ UR, fotofase de 14 h.

A população do ácaro predador *A. limonicus* foi coletada em cultivo comercial de framboesa no município de Campos do Jordão, SP, em 2016. O predador tem sido criado em arenas de folha de feijão, oferecendo-se como alimento: ácaro vermelho (*Tetranychus* spp.), pólen de mamona (*Ricinus communis* L.) e ovos de insetos [*Ceratitis capitata* (Wied.) (Diptera: Tephritidae)].

Os ácaros Astigmata testados como alimento para *A. limonicus* são originários da criação mantida em laboratório na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), em Piracicaba, SP, e gentilmente cedidos pelo Dr. Gilberto José de Moraes. Esses ácaros Astigmata vêm sendo mantidos em arenas de Paviflex[®] no Laboratório de Acarologia do Instituto Biológico, em Campinas, SP, ofertando como alimento: gérmen de trigo e lêvedo de cerveja em uma proporção de oito partes para duas, respectivamente.

Uma população de ácaros fitófagos da espécie *Tetranychus desertorum* Banks (Acari: Tetranychidae) foi coletada de cultivo comercial de framboesa no município de Campos do Jordão, SP. Uma segunda população de ácaros (*Tetranychus gigas* Pritchard & Baker) foi coletada de plantas de *Datura metel* L. (Solanaceae) (planta herbácea medicinal / ornamental) em Piracicaba, SP, em dezembro de 2018. A criação destes ácaros fitófagos, utilizados como alimento para *A. limonicus*, foi realizada utilizando-se plantas de feijão-de-porco, cultivadas em vasos no Laboratório de Acarologia do IB.

A identificação das espécies de tripes coletadas em campo foi realizada pela Professora Elisa Aiko Miyasato (Instituto Federal do Sudeste de Minas - Campus Barbacena).

A identificação das espécies de ácaros da família Tetranychidae, coletadas em campo, e do grupo Astigmata foram realizadas com auxílio do Dr. André Luis Matioli do Instituto Biológico.

4.1.1 População de *Ephestia kuehniella*

Os ovos de *E. kuehniella* utilizados para iniciar a criação da traça foram procedentes da criação mantida em laboratório na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (ESALQ), em Piracicaba, SP, e gentilmente cedidos pelo Dr. José Roberto Postali Parra. Os ovos desta traça têm sido utilizados como alimento alternativo para *A. limonicus*.

A metodologia utilizada para criação em laboratório é a mesma descrita por Parra et al. (2014), com alterações. Foram utilizadas bandejas brancas de material plástico, contendo 1 kg de dieta artificial para larvas, constituída de farinha de trigo integral (97%) e lêvedo de cerveja (3%). Em cada bandeja inoculou-se 0,3 g de ovos de *E. kuehniella*.

As bandejas apresentavam uma tampa com abertura central coberta por uma dupla camada de tecido *voil*. Após, aproximadamente, 40 dias da introdução dos ovos emergiam os primeiros adultos, os quais eram coletados a cada dois dias. Os adultos eram transferidos da bandeja de criação para a gaiola de postura, utilizando-se um aparato para sucção e coleta dos insetos.

Essa gaiola de postura foi constituída de um tubo de PVC de 10 cm de altura com uma tela de náilon dobrada, fechada nas extremidades com tela fixada com braçadeiras metálicas. A gaiola era colocada sobre uma placa de Petri para facilitar a coleta dos ovos.

As coletas dos ovos foram realizadas a cada dois dias, e o processo de limpeza dos ovos feita por sucessivos peneiramentos. Para armazenar os ovos, inicialmente eles eram transferidos para geladeira e posteriormente armazenados em freezer.

4.2 Metodologias para criação massal do ácaro predador *A. limonicus*

Inicialmente, a intensidade luminosa na sala de criação dos predadores estava em torno de 400 Lux (lx), tendo sido estimada utilizando-se um luxímetro. Essa luminosidade mostrou-se excessiva e desfavorável aos predadores. A intensidade luminosa foi ajustada para 34 lx, para favorecer a alimentação e a reprodução de *A. limonicus*, antes do início dos experimentos com *A. limonicus*.

Foram iniciados estudos com diferentes metodologias para criação de *A. limonicus*, utilizando-se duas fontes principais de alimento: 1) ácaros fitófagos da família Tetranychidae; 2) ácaros do grupo Astigmatina.

4.2.1 Criação do predador utilizando-se ácaros fitófagos (Tetranychidae) e pólen de mamona

Para a criação dos predadores utilizando-se ácaros fitófagos como alimento, arenas com folha de feijão de porco (Figura 1) foram infestadas com aproximadamente 50 ácaros fitófagos (por arena). Após um período de 24 horas do início da infestação, um lote de 30 fêmeas adultas de *A. limonicus* foi transferido para cada arena. Foi acrescentado pólen de mamona (0,02g) a cada dois dias, em cada arena, como complemento alimentar para os ácaros predadores.



Figura 1. Arena de criação de ácaros predadores, com feijão-de-porco. Foto: Sirlei de Souza Marques.

4.2.2 Criação do predador utilizando-se ácaros Astigmata e ovos de *E. kuehniella*

Para a criação de *A. limonicus*, utilizando-se ácaros *Thyreophagus* (Acari: Acaridae) como alimento, foram utilizadas unidades de criação semelhante às arenas com feijão-de-porco, porém, a folha de feijão foi substituída por uma placa de polipropileno. Os ácaros *Thyreophagus* foram criados, seguindo a metodologia descrita por Freire e Moraes (2007), em um recipiente cilíndrico de plástico (coloração branca-leitosa), de 500 mL [12 cm (altura) x 7,5 cm (diâmetro)], com dois orifícios laterais para ventilação (2 cm de diâmetro) fechados com uma tela de poliéster de malha de 0,4 mm. O recipiente também apresenta uma tampa

com orifício adicional (2 cm de diâmetro) na sua parte central. A dieta utilizada para a criação de *Thyreophagus* foi ração de cachorro colocada no interior dos recipientes de criação.

Em cada unidade de criação, foram colocadas 30 fêmeas adultas de *A. limonicus*; os ácaros foram alimentados quinzenalmente com 0,15g dos ácaros Astigmata (em mistura com germen de trigo e lêvedo de cerveja) e a cada dois dias foi acrescentado 0,02g de ovos de *E. kuehniella*.

4.2.3 Experimentos para avaliação da taxa de oviposição de *A. limonicus*

Para avaliar o efeito de cada dieta na oviposição do ácaro predador, foi realizado um experimento no qual, cinco fêmeas e dois machos adultos de *A. limonicus* foram transferidos para arenas de folha de feijão-de-porco, com aproximadamente 9 cm², colocando-se a folha com a face adaxial voltada para baixo, sobre uma camada de algodão hidrófilo umedecido, no interior de uma placa de Petri.

A folha foi circundada por algodão hidrófilo umedecido, para evitar a fuga dos ácaros predadores e das presas. Para os testes com ácaros fitófagos, foram colocados ácaros do gênero *Tetranychus* (*T. desertorum* ou *T. gigas*) sobre a arena de folha de feijão, para servirem de alimento para *A. limonicus*.

Para os testes com ácaros Astigmata, a folha de feijão foi substituída por plástico (polipropileno).

No caso dos experimentos com ácaros da família Tetranychidae, adicionou-se (ou não) pólen de mamona como alimento alternativo para *A. limonicus*. Para o tratamento com o Astigmata *T. cracentiseta*, foram adicionados (ou não) ovos de *E. kuehniella* ou pólen de mamona à dieta do ácaro predador.

Os ácaros predadores *A. limonicus* foram mantidos nas arenas por três dias para oviposição. Após esse período, os ácaros adultos foram retirados, e as arenas foram observadas por mais quatro dias consecutivos, para estimativa do número de ovos viáveis depositados. Os ovos que não geraram larvas nesse período foram considerados inviáveis.

Os experimentos iniciais, com *T. gigas* como alimento, foram realizados em diferentes temperaturas (17, 23, 25°C). Os demais experimentos foram conduzidos a 24 ± 2°C.

No caso do experimento com ácaros fitófagos (*T. gigas*) como alimento para *A. limonicus*, realizou-se a análise de correlação linear simples (Pearson) entre temperatura e taxa de oviposição de *A. limonicus*, para avaliar a influência da temperatura sobre a oviposição do ácaro predador.

O delineamento experimental dos testes de oviposição foi inteiramente casualizado, com pelo menos oito repetições. Os dados de oviposição foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias pelo teste *t* a 5% de significância.

4.2.4 Experimentos para avaliação do crescimento populacional de *A. limonicus*

O primeiro experimento, para avaliar o crescimento populacional do ácaro predador *A. limonicus*, foi realizado utilizando-se apenas ácaros tetraniquídeos e pólen como alimento para *A. limonicus*. A metodologia utilizada para criação do predador foi a descrita no item 4.2.1. A temperatura média na sala de criação foi de $24 \pm 2^\circ\text{C}$.

Após um período de aproximadamente 20 dias (após a introdução dos predadores nas arenas), o número de formas ativas de *A. limonicus* foi estimado, contando-se os ácaros com o auxílio de um estereomicroscópio com aumento de até 60 vezes.

Os testes foram repetidos pelo menos 10 vezes para cada espécie de ácaro fitófago (duas espécies).

Um segundo experimento foi realizado no segundo semestre de 2020, utilizando-se os seguintes tratamentos:

- 1) ácaros da espécie *Tetranychus desertorum*;
- 2) ácaros *T. desertorum* + pólen;
- 3) ácaros *Tetranychus gigas* + pólen;
- 4) ácaros Astigmata (*Thyreophagus cracentiseta*);
- 5) ácaros Astigmata (*Thyreophagus*) + ovos de *Ephestia kuehniella*.

A temperatura média na sala de criação foi de $22 \pm 2^\circ\text{C}$.

A metodologia utilizada para criação do predador foi a descrita no item 4.2.2. Após 20 dias, do início da criação, o número de formas ativas de *A. limonicus* foi estimado, contando-se os ácaros com o auxílio de um estereomicroscópio. Os testes foram repetidos 10 vezes.

Os ácaros predadores procedentes das duas melhores metodologias de criação [1) *T. desertorum* + pólen; 2) Astigmata + *E. kuehniella*] foram comparados, em uma segunda etapa

da pesquisa, quanto ao seu desempenho para o controle biológico de moscas brancas (*B. tabaci*) e tripes, em condições de campo.

4.3 Experimentos de liberação de ácaros predadores em cultivos agrícolas

Os procedimentos de liberação dos ácaros predadores foram baseados em Navajas et al. (2001). Foram utilizadas as linhagens de *A. limonicus* anteriormente descritas. Os experimentos foram conduzidos em três propriedades rurais isoladas, com diferentes cultivos.

- Propriedade rural 1: cultivo de chuchu em campo aberto, em Amparo, SP, Sítio São Benedito (Coordenadas geográficas: 22° 44' S; 46° 43' W; 801m)

- Propriedade rural 2: cultivo protegido de tomate, em Monte Alegre do Sul, SP (Coordenadas geográficas: 22° 43' S; 46° 38' W; 850m)

- Propriedade rural 3: cultivo protegido de gérbera, em Holambra, SP, Sítio Palha Grande (Coordenadas geográficas: 22° 44' S; 46° 40' W; 1600m) (22° 36' S, 47° 02' W; 507m)

4.3.1 Liberação de *A. limonicus* em cultivo de chuchu

No experimento realizado em cultivo de chuchu (Figura 2), foram demarcadas quatro áreas de 25m² (5m X 5m), na primeira área foi liberado o ácaro predador criado em arenas de folha (AF), foi mantida uma distância de 5m da próxima área marcada, que serve para monitorar o caminamento dos ácaros, na área foi liberado predador criado em arenas de plástico (AP), uma distância de 10m foi dada entre as áreas com liberação de predadores e a testemunha.

Antes da liberação do ácaro predador, foram realizadas coletas de amostras, para avaliar a densidade populacional de pragas (ácaros e tripes) e a possível incidência de ácaros predadores nas áreas de liberação.

Nas áreas foram liberados 500 ácaros (formas ativas). As outras áreas foram mantidas como controle (sem liberação de predadores). Como esta propriedade é orgânica uma única liberação foi realizada.



Figura 2. Foto do campo de chuchu.

Foto: Sirlei de Souza Marques

4.3.2 Liberação de *A. limonicus* em cultivo de tomate

No cultivo comercial de tomate (não orgânico) (Figura 3), foram marcadas linhas de tomateiro de 50m de comprimento. Em cada linha, havia duas fileiras de plantas. Os ácaros foram liberados em uma das fileiras em uma taxa de 10 ácaros predadores por planta. Foram utilizados os seguintes tratamentos: 1) liberação de ácaros predadores criados em arenas de folha (AF) (alimentados com ácaros tetraniquídeos e pólen), 2) Testemunha 1, sem liberação de predadores, próximo à área com liberação de ácaros criados em arena de folha, 3) liberação de ácaros predadores criados em arenas de polipropileno (AP) (alimentados com ácaros Astigmata e ovos de *E. kuehniella*), 4) Testemunha 2, sem liberação de predadores, próximo à área com liberação de ácaros criados em arena de polipropileno. O experimento foi inteiramente casualizado com dez repetições.

Antes da liberação do ácaro predador, foram realizadas coletas de amostras, para avaliar a densidade populacional de pragas (moscas brancas) e a possível incidência de ácaros predadores nas áreas de liberação.

Nas áreas com liberação, a cada 15 dias foram realizadas as liberações de ácaros predadores em uma taxa de 10 ácaros predadores por plantas (formas ativas), após o início das liberações (25/02/2021).



Figura 3. Foto do campo de tomate.

Foto: Sirlei de Souza Marques

4.3.3 Liberação de *A. limonicus* em cultivo de gérbera

No cultivo de gérbera (Figura 4), o delineamento experimental foi semelhante ao adotado para o cultivo de tomate, tendo sido utilizadas linhas de 50m de gérbera. Os ácaros foram liberados em uma taxa de 10 ácaros predadores por planta. Foram utilizados os seguintes tratamentos: 1) liberação de ácaros predadores criados em arenas de folha (AF) (alimentados com ácaros tetraniquídeos e pólen), 2) Testemunha 1, sem liberação de predadores, próximo à área com liberação de ácaros criados em arena de folha, 3) liberação de ácaros predadores criados em arenas de polipropileno (AP) (alimentados com ácaros Astigmata e ovos de *E. kuehniella*), 4) Testemunha 2, sem liberação de predadores, próximo à área com liberação de ácaros criados em arena de polipropileno.



Figura 4. Foto do campo de gérbera.

Foto: Sirlei de Souza Marques

Antes da liberação do ácaro predador, foram realizadas duas coletas, para avaliar a densidade populacional de pragas (moscas brancas e tripses) e a possível incidência de ácaros predadores nas áreas de liberação.

Em cada amostragem, foram coletadas 20 folhas de gérbera ou tomateiro por repetição por tratamento. As amostras de folhas foram colocadas em sacos de papel, no interior de caixas de poliestireno (Isopor[®]) contendo gelo artificial, e transportadas ao Laboratório de Acarologia do IB em Campinas, SP.

As contagens de insetos e ácaros predadores foram realizadas em laboratório, utilizando-se microscópio estereoscópico, com aumento de até 60 vezes. Todos os ácaros predadores coletados foram montados em meio de Hoyer, em lâminas de microscopia, para posterior identificação. As identificações dos ácaros predadores foram realizadas com auxílio do Dr. André Luis Matioli (IB) e do Prof. Dr. Gilberto de Moraes (ESALQ/USP), quando contendo álcool 70%, para posterior identificação.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Metodologias para criação massal do ácaro predador *A. limonicus*

Nos testes iniciais realizados utilizando ácaros fitófagos como alimento para *A. limonicus*, a taxa de crescimento da população foi muito baixa, provavelmente devido à luminosidade elevada (em torno de 400 lx) na sala de criação. A luminosidade foi mantida inicialmente elevada visando favorecer as plantas de feijão-de-porco utilizadas para a manutenção dos ácaros tetraniquídeos (Figura 5). Os ácaros da família Phytoseiidae são considerados fototróficos negativos (MORAES; FLECHTMANN 2008) e podem ter sido afetados pela elevada luminosidade, com redução na taxa de predação e oviposição.



Figura 5. Sala de criação de *Amblydromalus limonicus*, com detalhe da luz artificial.

Foto: Sirlei de Souza Marques.

Após o ajuste da luminosidade da sala de criação para 34 lx, houve melhora significativa nas taxas de predação e reprodução do ácaro predador.

5.1.1 Taxa de oviposição de *Amblydromalus limonicus*

Observou-se correlação positiva e significativa ($t = 3,4313$; g.l. = 23; $r = 0,5819$; $p = 0,0023$) entre a temperatura e a taxa de oviposição de *A. limonicus*, quando alimentado com ácaros *T. gigas* e pólen de mamona. A maior taxa de oviposição (2,35 ovos/fêmea/dia) foi observada para a temperatura média de 25°C e a menor (0,18 ovo/fêmea/dia) foi observada a 17°C (Figura 6), registrando-se uma diferença de até 12,8 vezes entre os tratamentos, indicando que a temperatura é um fator de grande influência na taxa de oviposição de *A. limonicus*.

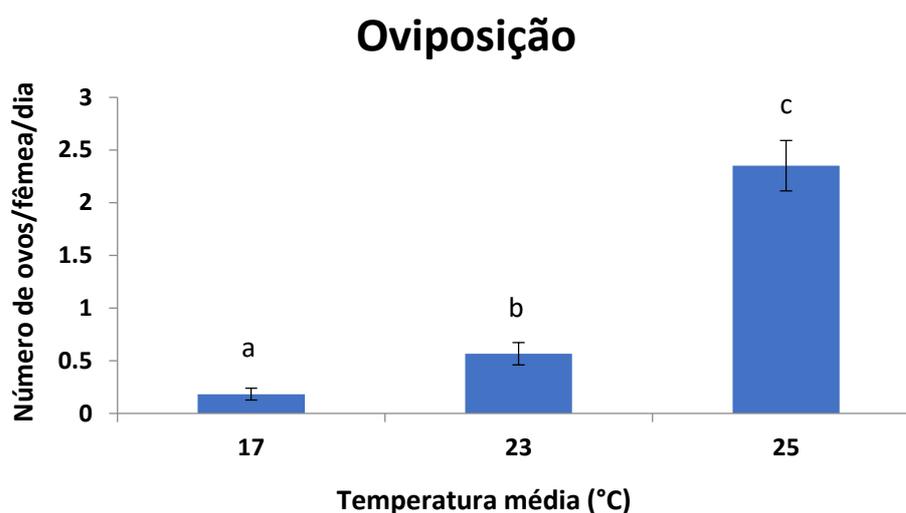


Figura 6. Efeito da temperatura sobre a taxa de oviposição de *Amblydromalus limonicus*, quando alimentado com ovos de *Tetranychus gigas* e pólen de mamona. Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste t (LSD) a 5% de significância.

A influência da temperatura sobre os parâmetros de crescimento populacional de ácaros da família Phytoseiidae também foi reportada por diversos autores. Segundo Ferragut et al. (1987), a taxa líquida de reprodução de *Typhlodromus phialatus* Athias-Henriot foi duas vezes maior na temperatura de 25°C ($R_0 = 20,44$) em relação a temperatura de 18°C ($R_0 = 10,19$). Tanigoshi et al. (1975) também observaram aumento significativo na taxa líquida de reprodução de *Galendromus* (= *Metaseiulus*) *occidentalis* (Nesbitt) com o aumento da temperatura de 17°C ($R_0 = 14,60$) para 24°C ($R_0 = 21,47$).

Com relação à taxa de oviposição de *A. limonicus* para os diferentes tipos de alimentos, para a temperatura média de $17 \pm 1^\circ\text{C}$, observou-se diferença significativa entre os tratamentos, com uma taxa de oviposição significativamente maior para os tratamentos com ácaros Astigmata (com adição de pólen de mamona ou ovos de *E. kuehniella*), em relação à dieta com ácaros *T. gigas* e pólen (Figura 7).

A viabilidade de uso de ácaros Astigmata para a criação de ácaros fitoseídeos também foi reportada por Barbosa e Moraes (2014), que avaliaram o potencial de uso de dez espécies de ácaros Astigmata para servir como fonte alimentar factícia para *Euseius concordis* (Chant), *Iphiseiodes zuluagai* Denmark e Muma, *Neoseiulus barkeri* Hughes e *N. californicus*. As altas taxas de fecundidade e sobrevivência obtidas na referida pesquisa sugerem que *Thyreophagus* n. sp. é uma presa adequada para a criação de *N. barkeri* e que os ácaros *Austroglycyphagus lukoschusi* (Fain) e *Blomia tropicalis* são adequados para a criação de *N. californicus*. A oviposição de *E. concordis* foi insignificante, mas a sobrevivência foi alta para a maioria das espécies de presas, sugerindo que essas espécies podem ser úteis para a manutenção da população predador.

Ovos de *E. kuehniella* têm sido utilizados para a criação de um grande número de espécies de agentes de controle biológico [ex.: *Euborellia annulipes* (Dermaptera: Carcinophoridae); *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae); *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae)], podendo também favorecer a criação massal de *A. limonicus* (OLIVEIRA et al., 2004; SILVA et al., 2013; SILVA et al., 2018).

O uso de pólen para a criação de ácaros predadores da família Phytoseiidae também tem sido reportado por diversos autores. *Amblyseius swirskii*, por exemplo, foi capaz de se alimentar de pólen de 18 espécies vegetais, mas as propriedades nutricionais do pólen afetaram diferentemente o desempenho do ácaro predador. Pólens de *Lilium martagon* L. (Liliaceae) e *Hippeastrum* sp. (Amaryllidaceae) foram considerados tóxicos para os ácaros, provavelmente devido a compostos vegetais secundários nestes pólenes. Os melhores pólenes que resultaram em desempenho superior do ácaro em todos os parâmetros testados foram de *Aesculus hippocastanum* L. (Hippocastanaceae), *Crocus vernus* (L.) Hill (Iridaceae), *Echinocereus* sp. (Cactaceae) e *Paulownia tomentosa* (Thunb.) Steud. (Paulowniaceae). Os pólenes de *Helianthus annuus* L. (Asteraceae) e *Corylus avellana* L. (Betulaceae) foram de qualidade inferior, causando altas taxas de mortalidade, baixa produção de ovos e curta longevidade de adultos. O pólen apícola comercial foi de muito baixa qualidade para os ácaros, levando à baixa produção de ovos, o que exclui esse pólen para uso prático. Para aplicação prática em casa-de-vegetação, pólenes de *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae), *Zea*

mays L. (Poaceae), *A. hippocastanum* e *Betula pendula* Roth. (Betulaceae) se mostraram adequados para melhorar o desempenho do ácaro predador, seja fornecido pelas plantas hospedeiras ou disperso sobre as plantas (SCHREIBER, 2018).

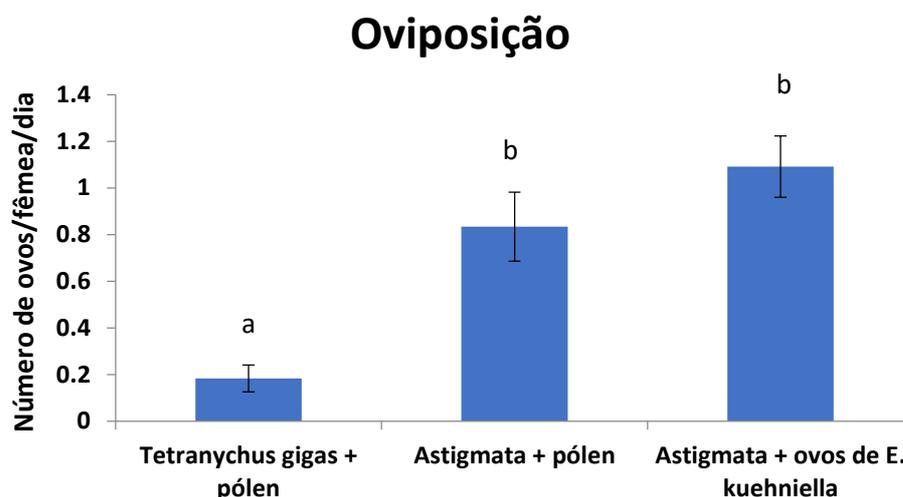


Figura 7. Taxa de oviposição de *Amblydromalus limonicus*, quando alimentado com diferentes tipos de alimento [1) *Tetranychus gigas* (Acari: Tetranychidae) + pólen de mamona; 2) ácaros Astigmata (*Thyreophagus cracentiseta*) + pólen de mamona; 3) ácaros Astigmata (*T. cracentiseta*) + ovos de *Ephestia kuehniella*], para a temperatura média de $17 \pm 1^\circ\text{C}$. Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância.

Quando o experimento foi conduzido a $24 \pm 2^\circ\text{C}$, utilizando-se duas espécies de ácaros do gênero *Tetranychus* (*T. desertorum* e *T. gigas*), com e sem a adição de pólen de mamona à dieta, e ácaros Astigmata (*T. cracentiseta*), com ou sem a adição de ovos de *E. kuehniella* à dieta, os resultados de oviposição do predador foram distintos do teste realizado a $17 \pm 1^\circ\text{C}$.

Neste experimento (a $24 \pm 2^\circ\text{C}$), as taxas de oviposição de *A. limonicus* foram significativamente mais elevadas nos tratamentos com ácaros do gênero *Tetranychus*, com a adição de pólen à dieta, em relação aos demais tratamentos, incluído a dieta com ácaros Astigmata com adição de ovos de *E. kuehniella*, que havia se mostrado como o melhor tratamento a $17 \pm 1^\circ\text{C}$ (Figura 8).

Esse melhor resultado pode estar associado à maior atividade dos ácaros tetraniquídeos a 24°C , com maior taxa de caminamento sobre as arenas de folha de feijão-deporco, tornando-se mais expostos à predação por *A. limonicus*. Além disso, observou-se maior

taxa de oviposição do ácaro fitófago sobre as arenas, favorecendo a alimentação de *A. limonicus*, com menor necessidade de caminhada para a busca do alimento.

Nesse aspecto, Dittmann e Schausberger (2017) reportaram que os ácaros *T. urticae* quando agrupados apresentaram menor risco de serem atacados por ácaros predadores da espécie *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot (Acari: Phytoseiidae) do que quando dispersos sobre a planta, corroborando os resultados obtidos no presente trabalho.

Além disso, Liu, Beggs e Zhang (2018) também mencionaram que a adição de pólen de *Typha orientalis* Presl (Typhaceae) contribuiu de forma mais efetiva para o aumento populacional de *A. limonicus* que a adição de ovos de *E. kuehniella*, em condições de laboratório.

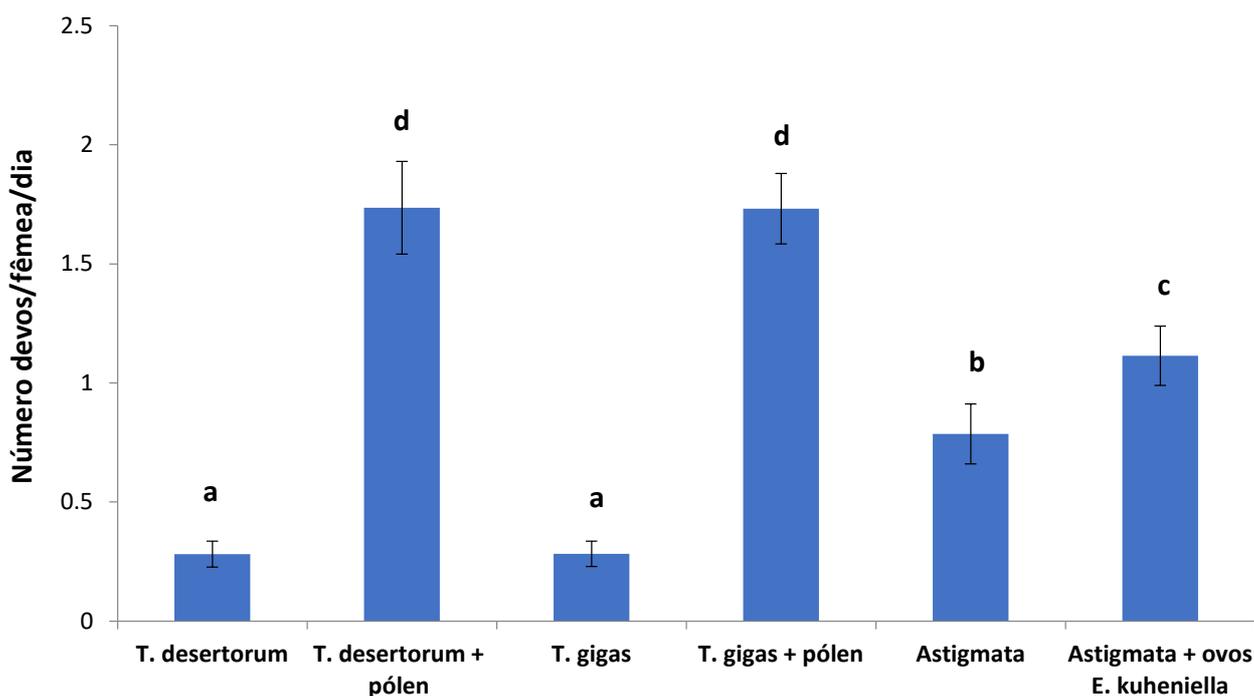


Figura 8. Taxa de oviposição de *Amblydromalus limonicus*, quando alimentado com diferentes tipos de alimento [1) *Tetranychus desertorum*; 2) *T. desertorum* + pólen de mamona; 3) *Tetranychus gigas*; 4) *T. gigas* + pólen de mamona; 5) ácaros Astigmata; 6) ácaros Astigmata (*T. cracentiseta*) + ovos de *Ephesia kuehniella*], para a temperatura média de $24 \pm 2^\circ\text{C}$. Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância.

Observou-se que as duas espécies de *Tetranychus* proporcionaram taxas semelhantes de oviposição de *A. limonicus*. Observou-se também que a adição de pólen nos tratamentos com ácaros tetraniquídeos contribuiu significativamente para a reprodução de *A. limonicus*, com um aumento na taxa de oviposição em torno de seis vezes (Figura 8).

Os ácaros do gênero *Tetranychus* quando oferecidos isoladamente proporcionaram uma taxa de oviposição relativamente baixa (0,3 ovo/fêmea/dia), sendo inferior à observada para a dieta contendo apenas ácaros Astigmata (0,8 ovo/fêmea/dia).

A adição de ovos de *E. kuehniella* à dieta com ácaros Astigmata também contribuiu significativamente para o aumento na oviposição de *A. limonicus*, registrando-se um aumento de aproximadamente 42% na taxa de oviposição do ácaro predador.

Lee e Zhang (2018) também mencionaram uma importante contribuição da adição de pólen (*T. orientalis*) à dieta de *A. limonicus* sobre o estabelecimento e o crescimento populacional do ácaro predador em cultivo de pimenta.

5.1.2 Crescimento populacional de *Amblydromalus limonicus*

No primeiro experimento, utilizando-se ácaros tetraniquídeos (*T. desertorum*) e pólen como alimento para *A. limonicus*, observou-se um aumento populacional de 12,1 vezes, em um período de 20 dias. A partir de uma população inicial de 30 ácaros, atingiu-se um nível populacional de aproximadamente 361 ácaros predadores por unidade de criação (arena de folha de feijão-de-porco), nesse intervalo de tempo (20 dias), para uma temperatura média de $24 \pm 2^\circ\text{C}$ (Figura 9).

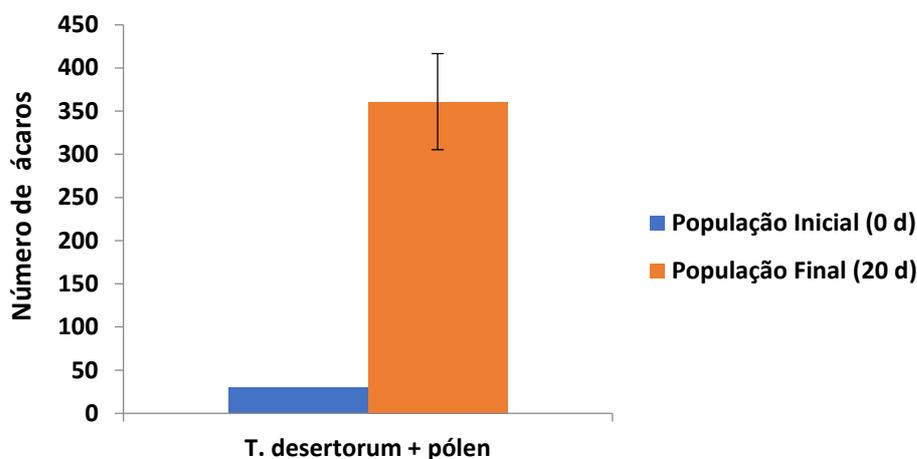


Figura 9. Número de ácaros *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) em arenas de folha de feijão-de-porco, quando alimentados com ácaros *Tetranychus desertorum* (Acari: Tetranychidae) e pólen de mamona (Temperatura: $24 \pm 2^\circ\text{C}$).

No segundo experimento, utilizando-se ácaros tetraniquídeos (*T. desertorum* e *T. gigas*) e pólen como alimento para *A. limonicus*, observou-se um aumento populacional de até 12,1 vezes, em um período de 20 dias. No caso de *T. desertorum*, a partir de uma população inicial de 30 ácaros, atingiu-se um nível populacional de aproximadamente 361 ácaros predadores por unidade de criação (arena de folha de feijão-de-porco), nesse intervalo de tempo (20 d), para uma temperatura média de $24 \pm 2^\circ\text{C}$ (Figura 10).

Os resultados indicam diferenças significativas no crescimento populacional de *A. limonicus* quando alimentado com as diferentes espécies de *Tetranychus*. No caso de *T. gigas*, provavelmente há algum fator negativo associado à sobrevivência do ácaro predador ao longo do seu desenvolvimento ou à reprodução dos ácaros a partir da primeira geração, considerando-se que a taxa de oviposição dos adultos de *A. limonicus* foi semelhante para os tratamentos com *T. desertorum* e *T. gigas*, com ou sem adição de pólen à dieta (Figura 10).

Esses resultados indicam viabilidade de criação do predador *A. limonicus* utilizando-se ácaros do gênero *Tetranychus* e pólen de mamona. Um dos fatores negativos associados a esse processo é a elevada demanda de mão-de-obra na criação, devido à necessidade de limpeza frequente das arenas (contaminação por microrganismos), substituição periódica das folhas de feijão (pelos danos provocados pelo ácaro fitófago), manutenção diária da umidade nas arenas de criação. Outro aspecto importante é a dificuldade para se conseguir pólen de mamona na quantidade e qualidade necessárias para a manutenção de uma criação massal,

com milhões de ácaros predadores, ao longo de todo o ano.

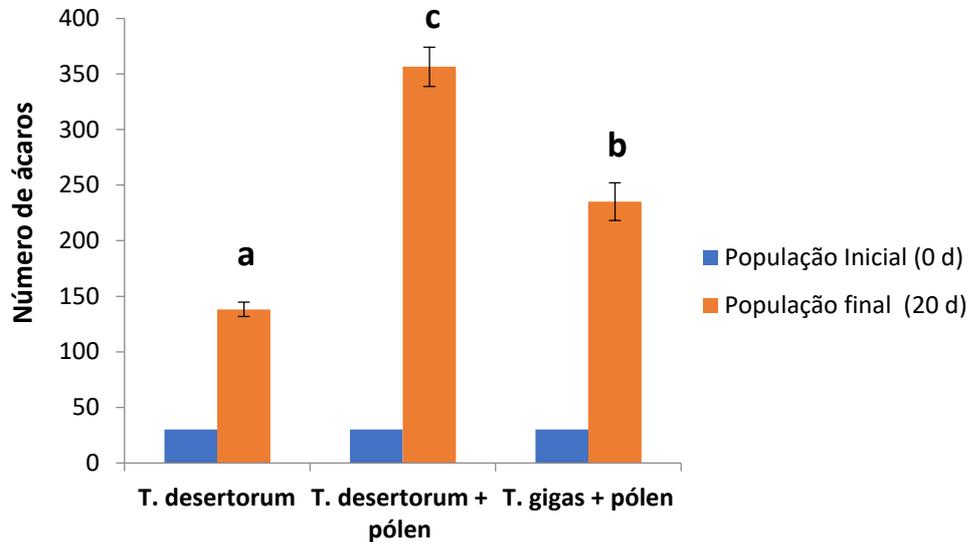


Figura 10. Número de ácaros *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) em arenas de folha de feijão-de-porco, quando alimentados com ácaros *Tetranychus desertorum* ou *Tetranychus gigas* (Acari: Tetranychidae), com adição ou não de pólen de mamona à dieta (Temperatura: $24 \pm 2^\circ\text{C}$). Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância.

Com relação à taxa de crescimento populacional de *A. limonicus*, quando alimentado com ácaros Astigmata, observou-se a adição de ovos de *E. kuehniella* à dieta contribuiu para o aumento populacional do ácaro predador, com um acréscimo de 43% no número de ácaros predadores produzidos em um período de 20 dias (Figura 11). Esse acréscimo foi muito semelhante ao aumento na taxa de oviposição (42%) de *A. limonicus* associado à adição de ovos de *E. kuehniella* à dieta a base de ácaros Astigmata. Esse fato indica que a maior contribuição dos ovos da traça está no aumento da taxa de oviposição do ácaro predador.

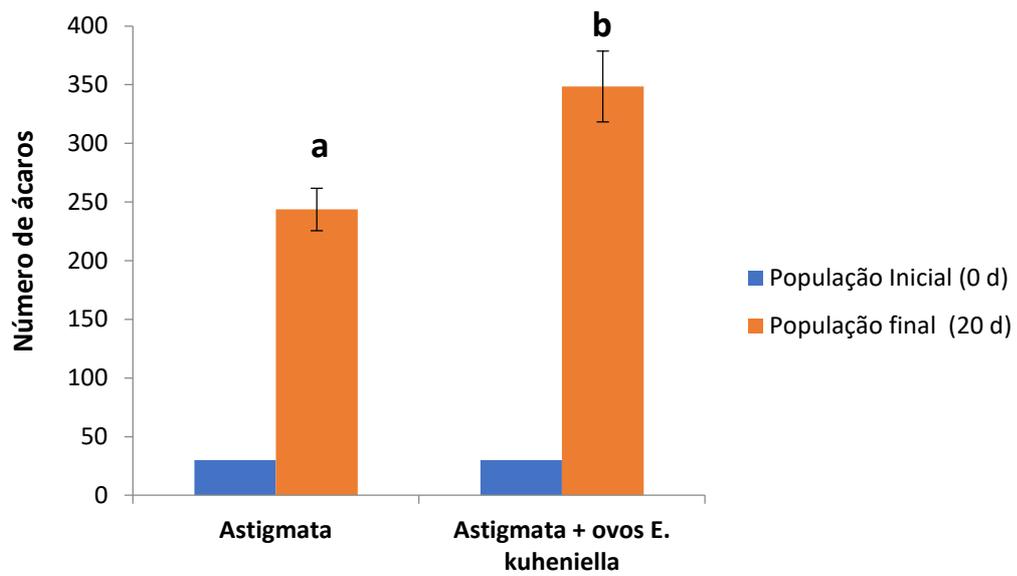


Figura 11. Número de ácaros *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) em arenas de folha de feijão-de-porco, quando alimentados com ácaros Astigmata (*Thyreophagus cracentiseta*), 5 ácaros Astigmata (*T. cracentiseta*) + ovos de *Ephestia kuehniella* (Temperatura: $24 \pm 2^\circ\text{C}$). Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância.

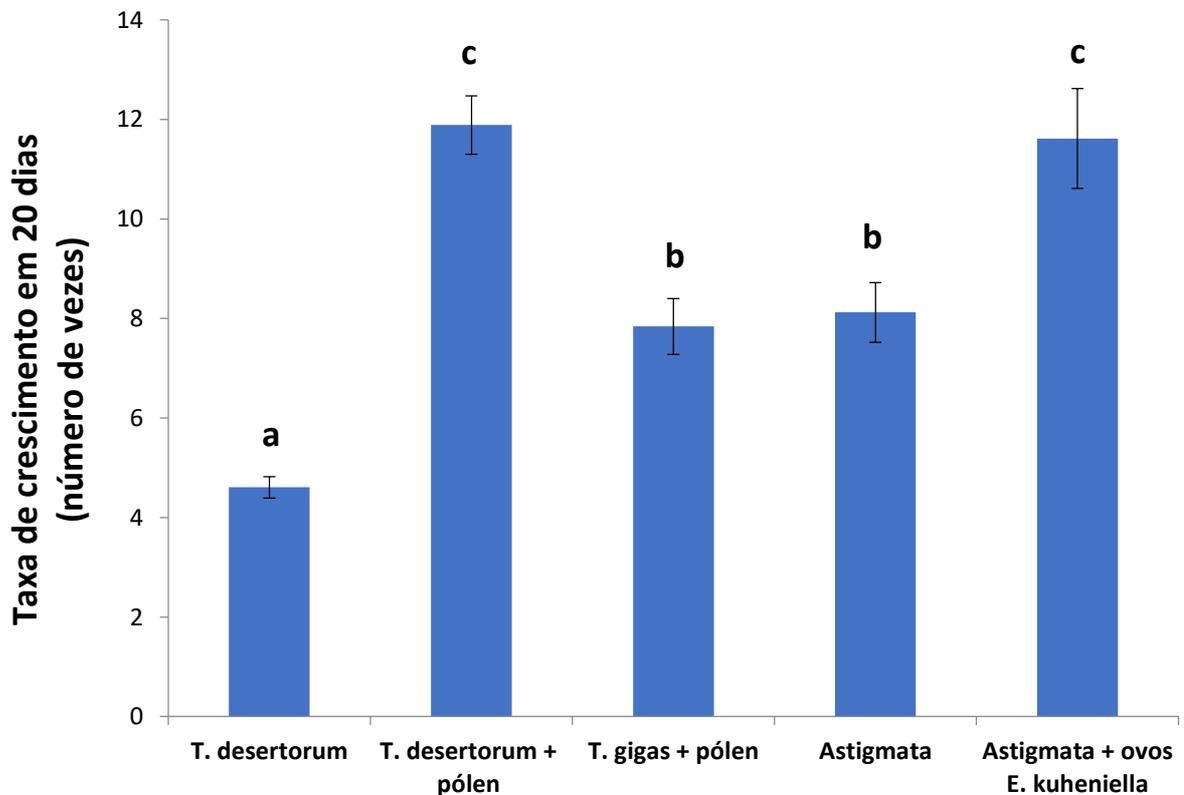


Figura 12. Taxa de aumento populacional de ácaros *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae), em um período de 20 dias, em arenas de folha de feijão-de-porco, para diferentes tipos de alimento: 1) *Tetranychus desertorum*, 2) *T. desertorum* + pólen de mamona, 3) *Tetranychus gigas* (Acari: Tetranychidae) + pólen de mamona; 4) ácaros Astigmata (*Thyreophagus cracentiseta*), 5) ácaros Astigmata (*T. cracentiseta*) + ovos de *Ephestia kuehniella* (Temperatura: $22 \pm 2^\circ\text{C}$). Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância.

Com base no crescimento populacional de *A. limonicus* em um período de 20 dias, observou-se que os melhores tratamentos foram à base de ácaros *T. desertorum* mais pólen e ácaros Astigmata mais ovos de *E. kuehniella*, que não apresentaram diferenças significativas entre si (Figura 12).

Considerando-se um sistema de produção massal de *A. limonicus*, a opção mais viável para garantir uma produção contínua ao longo do ano, sem risco de falta de componentes da dieta (pólen) e menor necessidade de manipulação da criação de ácaros, seria com o uso de ácaros Astigmata (*T. cracentiseta*), com a adição de ovos de *E. kuehniella* à sua dieta.

5.2 Experimentos de liberação de ácaros predadores em cultivos agrícolas

5.2.1 Liberação de *A. limonicus* em cultivo de chuchu

No cultivo orgânico de chuchu em Amparo, SP, foi possível observar dois grupos de organismos (artrópodes) que poderiam servir de alimento para o ácaro predador *A. limonicus*, sendo eles, os ácaros fitófagos do gênero *Tetranychus* e os insetos da ordem Thysanoptera.

Nas áreas com liberação dos ácaros *A. limonicus* procedentes dos dois tipos de criação, com ácaros Astigmata e ovos de *Ephestia* como alimento (AP) ou com ácaros tetraniquídeos e pólen de mamona como alimento (AF), observaram-se reduções populacionais de ácaros do gênero *Tetranychus*, de 64,1% e 84,6%, respectivamente, para os ácaros criados em arenas de folha (AF) e em arenas de polipropileno (AP), comparando-se as avaliações realizadas em 01/03 e 10/03/2021 (Figura 13).

Para Thysanoptera, os ácaros predadores criados em dieta a base de ácaros Astigmata e ovos de *Ephestia* (AP) apresentaram melhor desempenho no controle dos tripes que os predadores criados em dieta a base de ácaros do gênero *Tetranychus* e pólen de mamona (AF), sendo que, os predadores do primeiro grupo (AP) conseguiram reduzir em 100% a população dos tripes, enquanto os ácaros *A. limonicus* criados com ácaros tetraniquídeos (AF) não conseguiram impedir o crescimento populacional dos tripes nos primeiros 13 dias após a liberação dos predadores.

O menor desempenho observado pelos ácaros predadores criados com ácaros tetraniquídeos e pólen, principalmente para o controle de tripes, pode estar associado à falta de interesse dos predadores para busca e predação de larvas de tripes em folhas de chuchu infestadas por ácaros tetraniquídeos. Nesse caso, o tipo de alimento oferecido aos predadores pode ter influenciado no desempenho dos predadores, pelo menos nas primeiras semanas após a liberação do ácaro predador no campo.

Outra hipótese associada ao aumento populacional de tripes na avaliação realizada no dia 10/03/2021, na área de liberação de *A. limonicus* criados com ácaros tetraniquídeos, pode estar associada à migração da maioria dos ácaros predadores, nos primeiros dias após sua liberação, para a área testemunha 1. Esse fato explicaria a redução populacional tanto de ácaros tetraniquídeos como de tripes na testemunha 1, na segunda avaliação. Essa maior movimentação dos ácaros predadores no campo (nos primeiros dias após sua liberação) pode estar associada ao alimento oferecido em sua dieta alimentar em laboratório.

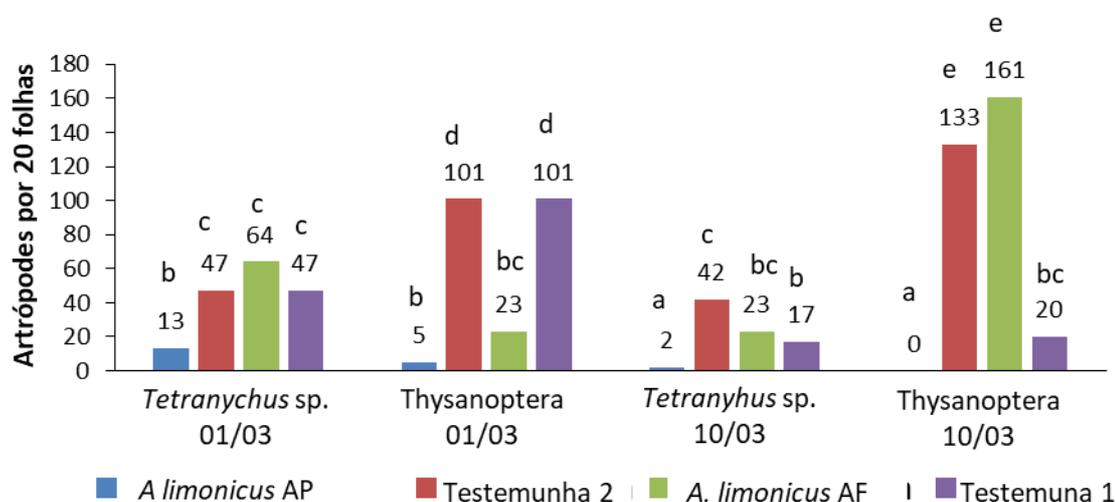


Figura 13. Número de ácaros (*Tetranychus* sp.) e insetos (Thysanoptera) em folhas de chuchu, em plantas com ou sem liberação de ácaros predadores da espécie *Amblydromalus limonicus*, para os seguintes tratamentos: 1) Liberação de ácaros predadores criados em arenas de polipropileno (*A. limonicus* AP), fornecendo-se ácaros Astigmata e ovos de *Ephestia* como alimento; 2) testemunha 2 (sem liberação de ácaros predadores); 3) Liberação de ácaros predadores criados em arenas de folha (*A. limonicus* AF), fornecendo-se ácaros *Tetranychus* e pólen de mamona como alimento; 4) testemunha 1 (sem liberação de ácaros predadores). Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância.

Comparando-se as densidades populacionais dos artrópodes-praga das áreas com liberação de ácaros com as das áreas testemunha, sem liberação de predadores, observou-se que na área com liberação de ácaros predadores procedentes da criação com Astigmata houve infestações mais baixas de *Tetranychus* sp. e tripes, em relação às duas áreas testemunhas, nas duas avaliações realizadas, indicando que o ácaro predador criado com esse tipo de dieta pode ser efetivo no controle biológico dessas pragas em cultivos comerciais de chuchu no estado de São Paulo.

5.2.2 Liberação de *A. limonicus* em cultivo de tomate

Os ácaros *A. limonicus* procedentes da criação em arena de folha (AF), com ácaros tetraniquídeos e pólen como alimentos, conseguiram reduzir a infestação de ovos de *B. tabaci* para níveis próximos a zero, nas duas últimas avaliações (Figura 14). Os ácaros *A. limonicus* criados em arenas de polipropileno, com ácaros Astigmata e ovos de *Ephestia*, conseguiram

manter o número de ovos de *B. tabaci* abaixo da densidade populacional das áreas sem liberação de predadores (Testemunhas 1 e 2) na segunda e terceira avaliação, porém na última avaliação (06/04), houve um pequeno aumento na densidade de ovos de moscas brancas sobre as folhas de tomate, tornando-se semelhante à da testemunha. Nesse caso, houve uma redução na infestação de ovos de *B. tabaci*, em todos os tratamentos, na última avaliação, que pode estar associada à presença dos predadores nos diversos tratamentos.

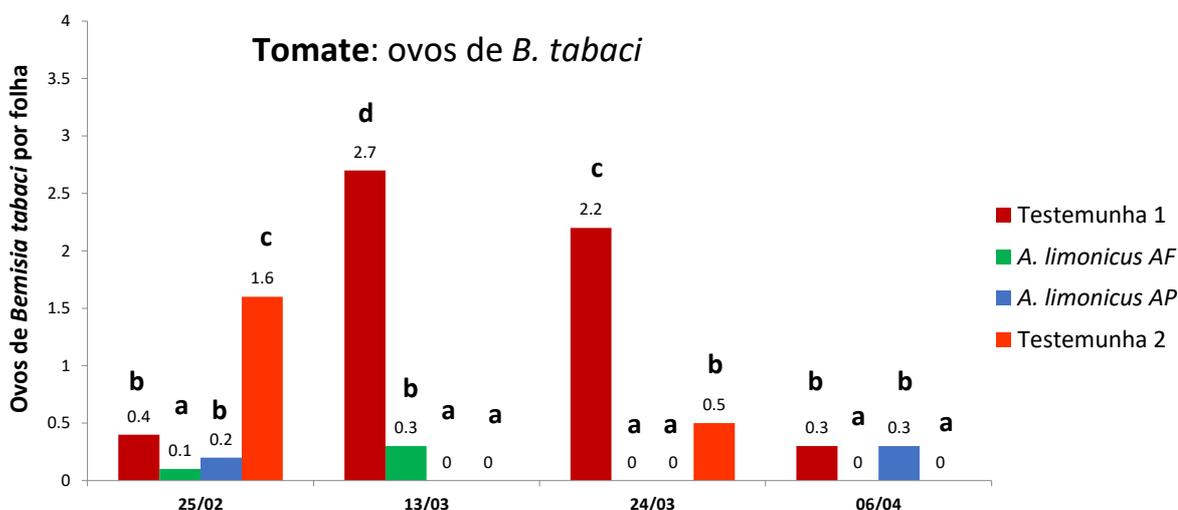


Figura 14. Número de ovos de mosca branca, *Bemisia tabaci*, em folhas de tomate, em plantas com ou sem liberação de ácaros predadores da espécie *Amblydromalus limonicus*, para os seguintes tratamentos: 1) testemunha 1 (sem liberação de ácaros predadores); 2) Liberação de ácaros predadores criados em arenas de folha (*A. limonicus* AF), fornecendo-se ácaros *Tetranychus* e pólen de mamona como alimento; 3) Liberação de ácaros predadores criados em arenas de polipropileno (*A. limonicus* AP), fornecendo-se ácaros Astigmata e ovos de *Ephestia* como alimento; 4) testemunha 2 (sem liberação de ácaros predadores). Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância.

Com relação à infestação de ninfas de *B. tabaci* em tomateiro, observou-se menor densidade populacional da praga nos tratamentos com liberação de *A. limonicus* (AF e AP) em relação à testemunha 1, nas avaliações realizadas em 13/03 e 24/03, provavelmente em consequência da predação de ovos pelo ácaro predador (Figura 15).

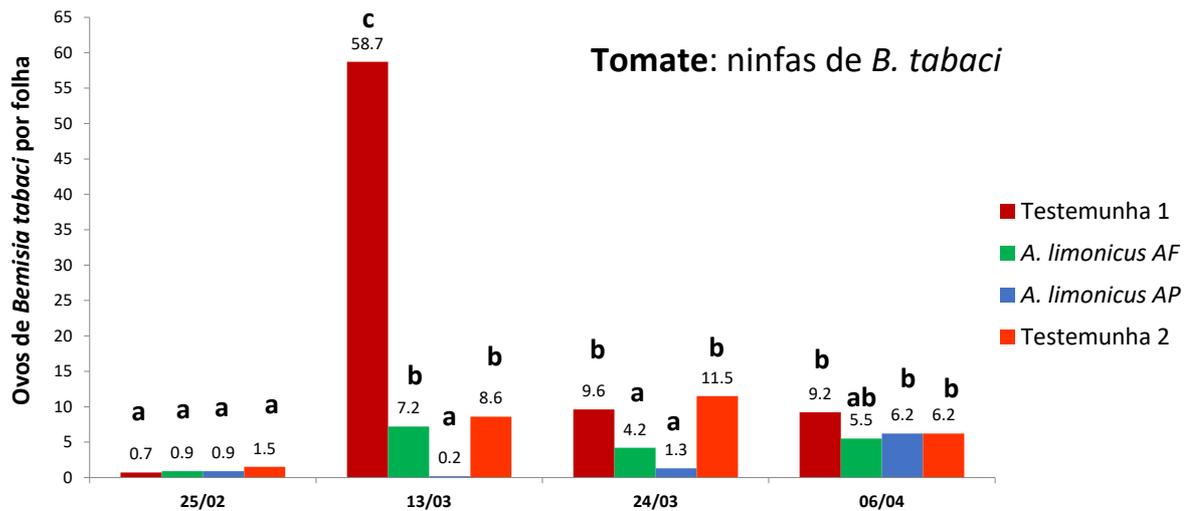


Figura 15. Número de ninfas de mosca branca, *Bemisia tabaci*, em folhas de tomate, em plantas com ou sem liberação de ácaros predadores da espécie *Amblydromalus limonicus*, para os seguintes tratamentos: 1) testemunha 1 (sem liberação de ácaros predadores); 2) Liberação de ácaros predadores criados em arenas de folha (*A. limonicus* AF), fornecendo-se ácaros *Tetranychus* e pólen de mamona como alimento; 3) Liberação de ácaros predadores criados em arenas de polipropileno (*A. limonicus* AP), fornecendo-se ácaros Astigmata e ovos de *Ephestia* como alimento; 4) testemunha 2 (sem liberação de ácaros predadores). Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância.

Embora o ácaro predador *A. limonicus* tenha conseguido reduzir significativamente as infestações de insetos (tripes, moscas brancas) e ácaros fitófagos (*Tetranychus* sp.) nos cultivos de chuchu e tomate no estado de São Paulo, segundo Kean et al. (2019), espécies de plantas e cultivares apresentam um efeito significativo na capacidade de *A. limonicus* de suprimir populações de alguns artrópodes-praga, como o psílideo *Bactericera cockerelli* (Šulc) (Hemiptera: Triozidae). As infestações de *B. cockerelli* foram suprimidas por *A. limonicus* em quatro tratamentos de pimenta, mas em apenas um tratamento de tomate. Os ácaros *A. limonicus* conseguiram sobreviver e se reproduzir nos cultivos de pimenta e tomate, porém foram encontrados em maior abundância em plantas de pimenta que de tomate, no final do período de cinco semanas. Essa maior dificuldade do predador em se estabelecer sobre as plantas de tomate estava relacionada com as características morfológicas das folhas, com destaque para a presença de tricomas foliares, que afetavam a capacidade de busca e a predação do ácaro predador.

5.2.3 Liberação de *A. limonicus* em cultivo de gérbera

Quanto à infestação de ovos de *B. tabaci* em gérbera, os ácaros predadores criados com ácaros tetraniquídeos (AF) conseguiram reduzir a densidade populacional da praga para níveis iguais ou inferiores a 1,2 ovos de *B. tabaci* por folha, nas duas últimas avaliações do experimento, sem nenhuma tendência de redução populacional da praga até o 16º dia (13/03) após o início das liberações. Essa mesma situação foi observada no experimento em cultivo de tomate, no qual foi observado um ligeiro aumento na infestação de ovos de *B. tabaci* na segunda avaliação (13/03), seguido por infestações quase nulas nas duas últimas avaliações (Figura 16).

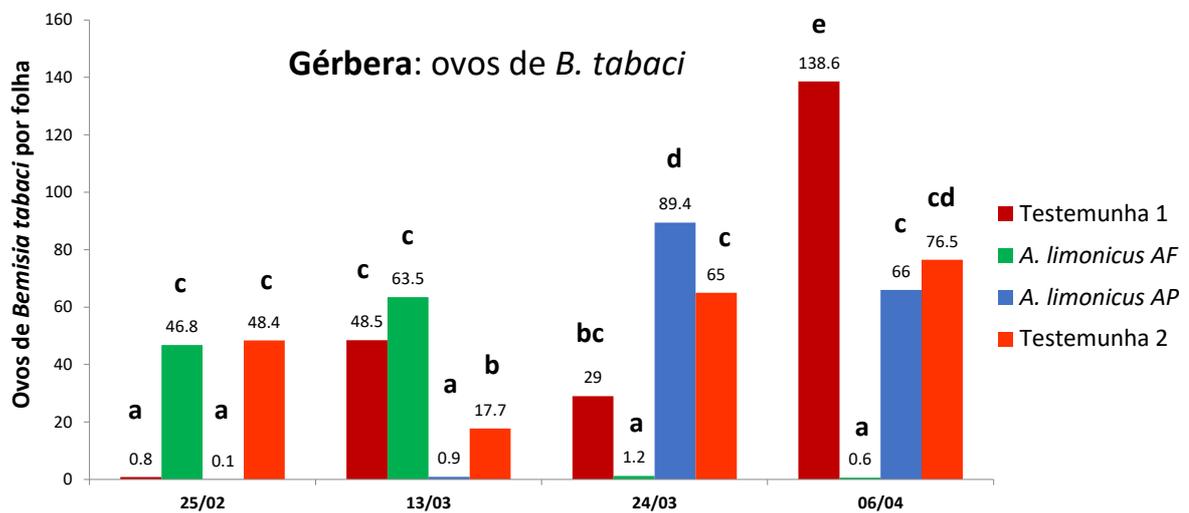


Figura 16. Número de ovos de mosca branca, *Bemisia tabaci*, em folhas de gérbera, em plantas com ou sem liberação de ácaros predadores da espécie *Amblydromalus limonicus*, para os seguintes tratamentos: 1) testemunha 1 (sem liberação de ácaros predadores); 2) Liberação de ácaros predadores criados em arenas de folha (*A. limonicus* AF), fornecendo-se ácaros *Tetranychus* e pólen de mamona como alimento; 3) Liberação de ácaros predadores criados em arenas de polipropileno (*A. limonicus* AP), fornecendo-se ácaros Astigmata e ovos de *Ephestia* como alimento; 4) testemunha 2 (sem liberação de ácaros predadores). Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância.

Esse intervalo relativamente longo para o início da redução populacional de *B. tabaci* pode estar associada à alimentação prévia do predador, com apenas ácaros tetraniquídeos e pólen, havendo a necessidade de um período de tempo maior após sua liberação no campo antes do início da busca e predação de outros grupos de artrópodes em campo. Essa menor busca inicial também pode estar associada à presença de ácaros tetraniquídeos tanto no

cultivo de tomate como no de gérbera, que acabam se tornando o alvo inicial na busca por alimentos.

A influência do condicionamento pré-imaginal ou aprendido sobre o comportamento alimentar de insetos e ácaros também foi reportada por diversos autores (DUKAS; BERNAYS, 2000; EGAS; SABELIS, 2001). No caso do parasitoide *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae), que é um inimigo natural de moscas-das-frutas (Diptera: Tephritidae), observou-se que as fêmeas adultas do parasitoide foram mais atraídas pelos voláteis das plantas em que as larvas do parasitoide haviam sido expostas, durante o seu desenvolvimento (ZADRA et al., 2018).

O aprendizado de artrópodes no contexto de aceitação e escolha de alimentos é comumente assumido como adaptativo, mas a documentação é escassa no caso de ácaros predadores. Rahmani et al. (2019) avaliaram o aprendizado de juvenis do ácaro predador *P. persimilis*, que tem preferência alimentar por ácaros do gênero *Tetranychus*, mas pode usar larvas coespecíficas (da mesma espécie) como presas alternativas. As fêmeas predadoras adultas que experimentaram larvas coespecíficas como presas durante sua fase juvenil atacaram presas coespecíficas mais cedo do que as fêmeas de *P. persimilis* não expostas às larvas conspecíficas na fase juvenil. A menor latência ao ataque de fêmeas adultas não dependeu do tempo de exposição às presas alternativas na fase juvenil (24 h ou fase juvenil inteira). Com a experiência prévia, observou-se diminuição inicial das taxas de predação de presas fitófagas (*Tetranychus* sp.) por fêmeas adultas de *P. persimilis*, mas houve aumento nas chances de sobrevivência do ácaro predador ao se alimentar da presa alternativa, em condições de escassez de alimento.

Em estudo conduzido por Domingos et al. (2013), utilizando populações do ácaro predador *Amblyseius largoensis* (Muma) (Acari: Phytoseiidae) com diferentes períodos de associação com o ácaro-presa *R. indica*, observou-se que, apesar de não haver diferença no tempo de desenvolvimento e viabilidade do predador até o estágio adulto, a população de *A. largoensis* com maior tempo de associação com *R. indica* apresentou o dobro da taxa de predação do ácaro fitófago, em relação àquela associada há pouco tempo com *R. indica*.

Com relação ao tratamento com *A. limonicus* criados com ácaros Astigmata e ovos de *Ephestia*, a infestação de ovos de *B. tabaci* se manteve baixa até a segunda avaliação, com um aumento significativo na infestação da praga, na terceira avaliação, seguindo a mesma tendência de aumento populacional observado para a testemunha 2. Porém, na avaliação realizada no dia 06/04/2021, já se observou redução populacional da praga, com redução de 89,4 ovos por folha para 66 ovos de *B. tabaci* por folha. Nesse mesmo período, houve um

aumento na densidade populacional de ovos de *B. tabaci* de 29,0 para 138,6 ovos por folha, indicando que a redução populacional da praga no tratamento com o ácaro predador (AP) está provavelmente associada à predação dos ovos do inseto pelo ácaro fitoseídeo.

No caso da avaliação da infestação de ninfas de *B. tabaci* em cultivo de gérbera, observou-se também nítida redução da quantidade de ninfas da praga a partir da terceira avaliação, para o tratamento com liberação da linhagem de *A. limonicus* criada com ácaros tertaniquídeos (AF). Os resultados das avaliações de ninfas confirmam as mesmas tendências de variação populacional observadas para os dois tratamentos com liberação de *A. limonicus* através das contagens dos ovos da praga, indicando coerência nos resultados obtidos.

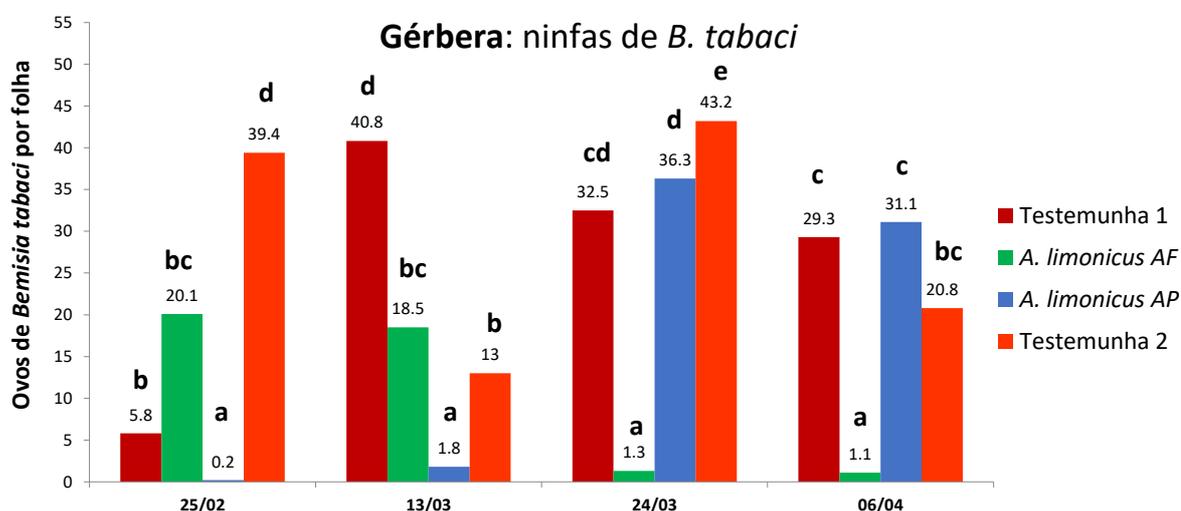


Figura 17. Número de ninfas de mosca branca, *Bemisia tabaci*, em folhas de gérbera, em plantas com ou sem liberação de ácaros predadores da espécie *Amblydromalus limonicus*, para os seguintes tratamentos: 1) testemunha 1 (sem liberação de ácaros predadores); 2) Liberação de ácaros predadores criados em arenas de folha (*A. limonicus* AF), fornecendo-se ácaros *Tetranychus* e pólen de mamona como alimento; 3) Liberação de ácaros predadores criados em arenas de polipropileno (*A. limonicus* AP), fornecendo-se ácaros Astigmata e ovos de *Ephestia* como alimento; 4) testemunha 2 (sem liberação de ácaros predadores). Médias (colunas) acompanhadas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste *t* (LSD) a 5% de significância.

Os resultados obtidos na presente pesquisa indicam a viabilidade de uso de ácaros predadores da espécie *A. limonicus*, criados com dietas a base de ácaros do gênero *Tetranychus* e pólen de mamona ou com ácaros Astigmata e ovos de *Ephestia*, em programas de controle biológico de ácaros tetraniquídeos, tripses e/ou moscas brancas, em diferentes cultivos agrícolas, tais como, chuchu, tomate e gérbera.

6. CONCLUSÕES

- Os dois melhores métodos de criação de *A. limonicus*, utilizando-se como alimentos, ácaros do gênero *Tetranychus* com adição de pólen de mamona ou ácaros Astigmata (*Thyreophagus cracentiseta*) com adição de ovos de *E. kuehniella*, mostraram-se viáveis para a criação do ácaro predador.
- A adição de pólen de mamona à dieta a base de ácaros do gênero *Tetranychus* e de ovos de *E. kuehniella* à dieta a base de ácaros Astigmata afetaram positivamente a oviposição do ácaro predador.
- Os ácaros predadores da espécie *A. limonicus* criados com diferentes alimentos (a base de ácaros do gênero *Tetranychus* ou ácaros Astigmata) conseguiram reduzir significativamente as infestações de tripes em chuchuzeiro e de moscas brancas nos cultivos de tomate e gérbera, porém, comportaram-se de forma distinta na busca e predação de tripes e de moscas brancas, nas primeiras semanas após sua liberação em campo.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROFIT. Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários, do MAPA. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 01 setembro 2020.

ALBAJES, R.; ALOMAR, O. Current and potential use of poliphagous predators. In: ALBAJES, R.(Eds.). **Integrated pest and disease management in greenhouse crops**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1999, p.265-275.

BARBOSA, M.; O'CONNOR, MORAES, G. A new species of *Thyreophagus* (Acari: Acaridae) from Brazil, with notes on species associated with stored food and human habitats and a key to species of this genus. *Zootaxa*, v.4088, 2016. DOI 10.11646/zootaxa.4088.2.9

BASIT, M. Status of insecticide resistance in *Bemisia tabaci*: resistance, cross-resistance, stability of resistance, genetics and fitness costs. **Phytoparasitica**, v.47, p.207-225, 2019.

BELLO, V.H. et al. Outbreaks of *Bemisia tabaci* Mediterranean species in vegetable crops in São Paulo and Paraná States, Brazil. **Bulletin of Entomological Research**, v.110, n.4, p.487-496, 2020.

BELLO, V.H. et al. Detection of *Bemisia tabaci* Mediterranean cryptic species on soybean in São Paulo and Paraná States (Brazil) and interaction of cowpea mild mottle virus with whiteflies. **Plant Pathology**, v.70, p.1508-1520, 2021. DOI: 10.1111/ppa.13387

BONDAR, G. **Aleyrodídeos do Brasil** (2ª. Contribuição). Boletim do laboratório de Pathologia Vegetal, Bahia. 5:37. 1928.

BARBOSA, M.F.C.; MORAES, G.J. de. Evaluation of astigmatid mites as factitious food for rearing four predaceous phytoseiid mites (Acari: Astigmatina; Phytoseiidae). **Biological Control**, v.91, p.22-26, 2015. DOI:10.1016/j.biocontrol.2015.06.010

BROWN, J. K; BIRD, J. Whitefly-transmitted geminiviruses and associated disorders in the Americas and the Caribbean Basin. **Plant Disease**, v.76, n.3, p.220- 225, 1992.

CAB International. Distribution Maps of Plant Pests. Disponível em: <<http://www.cabi.org/dmpp/default.aspx?LoadModule=Review&ReviewID=15424&site=164&page=1173>>. Acesso em: 26 Ago. 2010.

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA (CEPEA). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (Esalq). Mosca branca eleva em até 35% o gasto com inseticida na soja. 2016. Disponível em: <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/busca.aspx?busca=mosca+branca+soja&pagina=40>. Acesso em: 01 set. 2020.

COSTA, A.S. Nota sobre o mosaico do algodoeiro. **Revista de Agricultura**, v.12, p.453-70, 1973.

DENNEHY, T.J.; DEGAIN, B.A.; HARPOLD, V.S.; BROWN, J.K.; MORIN, S.; FABRICK, J.A.; NICHOLS, R.L. **New challenges to management of whitefly resistance to insecticides in Arizona**. Cooperative Extension: The University of Arizona, 2005. 32p.

DITTMANN, L., SCHAUSBERGER, P. Adaptive aggregation by spider mites under predation risk. **Scientific Reports**, v.7, n.10609, p.1-9, 2017. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-10819-8>.

DOMINGOS, C.A.; OLIVEIRA, L.O.; DE MORAIS, E.G.; NAVIA, D.; DE MORAES, G.J.; GONDIM JÚNIOR, M.G.C. Comparison of two populations of the pantropical predator *Amblyseius largoensis* (Acari: Phytoseiidae) for biological control of *Raoiella indica* (Acari:Tenuipalpidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.60, p.83-93, 2013.

DUFFUS, J.E. Whitefly transmission in plant viruses. In HARRIS, K.F. (Ed) **Current Topics I Vector of squash leaf curl virus (SqLCV) Research**, Vol. 4, Springer Verlag, New York, p.73-91. 1987.

DUKAS, R.; BERNAYS, E.A. Learning improves growth rate in grasshoppers. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 97, p.2637-2640, 2000,

EGAS, M.; SABELIS, M.W. Adaptive learning of host preference in a herbivorous arthropod, **Ecology Letters**, v.4, p.190-195, 2001.

ELBERT, A.; NAUEN, R. Resistance of *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) to insecticides in southern Spain with special reference to neonicotinoids. **Pest Management Science**, v.56, p.60-64, 2000.

FERRAGUT, F.; MARÍ, F.G.; COSTA-COMELLES, J.; LABORDA, R. Influence of food and temperature on development and oviposition of *Euseius stipulatus* and *Typhlodromus phialatus* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.3, n.4, p.317-329, 1987.

FREIRE, A.R.P.; MORAES, G.J.de. Mass production of the predatory mite *Stratiolaelaps scimitus* (Womersley) (Acari: Laelapidae). **Systematic and Applied Acarology**, v.12, n.2, p.117-120, 2007.

GERLING, D.; MOTRO, U.; HOROWITZ, R.; Dynamics of *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Homoptera: Aleyrodidae) attacking cotton in the coastal plain of Israel. **Bulletin of Entomological Research**, v.70, p.213-219.1980.

GHASEMZADEH, S.; LEMAN, A.; MESSELINK, G.J. Biological control of *Echinothrips americanus* by phytoseiid predatory mites and the effect of pollen as supplemental food. **Experimental and Applied Acarology**, v.72, n.3, p.209-221, 2017.

GRECO, N.M.; SÁNCHEZ, N.E.; LILJESTHRÖM, G.G. *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) as a potential control agent of *Tetranychus urticae* (Acari:Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, v.37, n.1-2, p.57-66, 2005.

GONZALEZ, L.M.; SATO, M.E.; MARQUES, S.S.; MORAES, G.J.de. Capacidade predatória de *Amblydromalus limonicus* e *Euseius citrifolius* (Acari: Phytoseiidae) em ovos de *Raoiella indica* (Acari: Tenuipalpidae) em folhas de bananeira. In: Congresso Latinoamericano de Acarologia, 3, Pirenópolis, GO, **Resumos**, 2017.

GUIMARÃES J.A., FILHO, M.M., GRACIANO, F.A.M., JUNQUEIRA, A.M.R., LIZ, R.S. **Ácaros predadores no manejo do ácaro rajado em morangueiro no Distrito Federal**. Brasília: Embrapa, 2010. (Comunicado Técnico, 76).

HARRISON, B.D. Advances in geminivirus research. **Annual Review of Phytopathology**, v.23, p.55-82, 1985. HINOMOTO, N.; TODOKORO, Y.; HIGAKI, T. Population structure of

the predatory mite *Neoseiulus womersleyi* in a tea field based on an analysis of microsatellite DNA markers. **Experimental and Applied Acarology**, v.53, p.1-15, 2011.

IMMARAJU, J.A., PAINE, T.D.; BETHKE, J.A.; ROBB, K.L.; NEWMAN, J.P. Western flower thrips (Thysanoptera: Thripidae) resistance to insecticides in coastal California greenhouses. **Journal of Economic Entomology**, v.85, p.9-14, 1992.

INBAR, M.; GERLING, D. Plant-mediated interactions between whiteflies, herbivores, and natural enemies. **Annual Review of Entomology**, v.53, p.431- 448, 2008.

JENSEN, S.E. Insecticide resistance in the western flower thrips, *Frankliniella occidentalis*. **Integrated Pest Manag. Rev.**, v.5, p.131–146, 2000.

KEAN, A.M.; NIELSEN, M.C.; DAVIDSON, M.M.; BUTLER, R.C.; VEREIJSEN, J. Host plant influences establishment and performance of *Amblydromalus limonicus*, a predator for *Bactericera cockerelli*. **Pest Management Science**, v.75, n. 3, p.787-792, 2019. <https://doi.org/10.1002/ps.5179>.

LEE, M.H., ZHANG, ZQ. Assessing the augmentation of *Amblydromalus limonicus* with the supplementation of pollen, thread, and substrates to combat greenhouse whitefly populations. **Scientific Reports**, v.8, n.12189, p.1-14, 2018. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30018-3>.

LIU, J.F.; BEGGS, J.R.; ZHANG, Z.Q. Population development of the predatory mite *Amblydromalus limonicus* is modulated by habitat dispersion, diet and density of conspecifics. **Experimental and Applied Acarology**, v.76, n.1, p.109-121, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10493-018-0292-5>.

LOURENÇÃO, A. Histórico e danos de *Bemisia argentifolii* no Brasil. In: Congresso Brasileiro de Entomologia, 16, Salvador, BA., **Resumos**, p.8-9, 1997.

LOURENÇÃO, A.L.; NAGAI, H. Surtos populacionais de *Bemisia tabaci* no estado de São Paulo. **Bragantia**, v.53, n.1, p.53-59, 1994.

LUO, C.; JONES, C.M.; DEVINE, G.; ZHANG, F.; DENHOLM, I.; GORMAN, K. Insecticide resistance in *Bemisia tabaci* biotype Q (Hemiptera: Aleyrodidae) from China. **Crop Protection**, v.29, n.5, p.429-434, 2010.

MACENA, A.B. de. **Manejo do ácaro rajado (*Tetranychus urticae* Koch) em cultivos de gérbera: controle biológico com ácaros predadores (Phytoseiidae), influência de cultivares e agroquímicos.** Tese (doutorado). Instituto Biológico, São Paulo, 2019.

MARQUES, S.S.; SATO, M.E.; CARVALHO, A.B. Controle biológico de moscas-brancas com *Amblydromalus limonicus* (Garman & McGregor) (Acari: Phytoseiidae) em cultivo de gérbera. In: Congresso Latinoamericano de Acarologia, 3, Pirenópolis, GO, Resumos, 2017.

MARTIN, J.H; MOUND, L.A. An annotated check list of whiteflies (Insecta: Hemiptera: Aleyrodidae). **Zootaxa**, v.1492, p.1-84. 2007.

McMURTRY, J.A.; CROFT, B.A. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. **Annual Review of Entomology**, v.42, p.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.

MENDONÇA, R.S. et al. A critical review on some closely related species of *Tetranychus* sensu stricto (Acari: Tetranychidae) in the public DNA sequences databases. **Experimental and Applied Acarology**, v.55, n.1, p.1-23, 2011.

MIRANDA, M.C.; MATSUNAGA, M.; OKUYAMA, M.H. Sistema de cultivo e custo operacional de produção de crisântemos. **Agricultura em São Paulo**, v.41, n.1, p.103-124, 1994.

MONTEIRO, R.C. **Espécies de tripses (Thysanoptera: Thripidae) associadas a algumas culturas no Brasil.** Piracicaba, Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, 85p. 1994.

MONTEIRO, R.C.; MOUND, L.A.; ZUCCHI, R.A. Espécies de *Frankliniella* (Thysanoptera: Thripidae) de importância agrícola no Brasil. **Neotropical Entomology**, v.1, p.65-72, 2001.

MORAES, G.J. de. Entenda o controle biológico de ácaros. **Revista Cultivar: Grandes Culturas**, 8 ed. 1999.

MORAES, G.J, de; FLECHTMANN, C.H.W. **Manual de Acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil.** Ribeirão Preto: Holos, 2008. 308p.

MORAES, L.A. et al. New invasion of *Bemisia tabaci* Mediterranean species in Brazil associated to ornamental plants. **Phytoparasitica**, v.45, n.4, p.517-525, 2017.

MOUND, L. A. Hie feeding apparatus of thrips. **Bull. Ent. Res.**, p. 547-548, 1 fev. 1971.

NAVAJAS, M.; THISTLEWOOD, H.; LAGNEL, J.; MARSHALL, D.; TSAGKARAKOU, A.; PASTEUR, N. Field releases of the predatory mite *Neoseiulus fallacis* (Acari: Phytoseiidae) in Canada, monitored by pyrethroid resistance and allozyme markers. *Biological Control*, v.20, p.191-198, 2001.

NICASTRO, R.L.; ARTHUR, V.; SILVA, M.Z. da; SATO M.E. Biologia do ácaro predador *Typhlodromalus limonicus* (Garman & McGregor) (Acari: Phytoseiidae) em folhas de morangueiro infestadas com o ácaro fitófago *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). In: Simpósio de Controle Biológico, 12. São Paulo. Resumos. 2011.

OLIVEIRA H., DE CLERCQ P., ZANUNCIO J., PRATISSOLI D., PEDRUZZI E. Nymphal development and feeding preference of *Podisus maculiventris* (Heteroptera: Pentatomidae) on eggs of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) parasitised or not by *Trichogramma brassicae* (Hymenoptera: Trichogrammatidae). **Braz. J. Biol.**, v.64, p.459-463, 2004.

OLIVEIRA, M.R.V.; HENNEBERRY, T.J.; ANDERSON, P. **History, current status, and collaborative research projects for *Bemisia tabaci***. Elsevier, p. 709-723, 2001.

PAP, T.; MARQUES, S.S.; SATO, M.E.; SALAS, F.J.S. Avaliação do potencial de controle biológico de *Bemisia tabaci* biótipo B MEAM 1 (Hemiptera: Aleyrodidae) por *Amblydromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae) em batata (*Solanum tuberosum* L.). In: Simpósio de Controle Biológico (Siconbiol), 15, Ribeirão Preto, 2017. **Resumos**. 563.

PARRA, J.R.P.; BOTELHO, P.S.M.; CORREA-FERREIRA, B.S.; BENTO, J.M.S. **Controle Biológico no Brasil: Parasitoides e Predadores**. São Paulo: Manole, 2002.

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

PÉREZ-SAYAS, C. et al. Disentangling mite predator-prey relationships by multiplex PCR. **Molecular Ecology Resources**, [s.l.], v. 15, n. 6, p.1330-1345, 7 maio 2015. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1111/1755-0998.1240>

PIJNAKKER, J.; MESSELINK, G. *Typhlodromips swirskii*, un auxiliaire prometteur en culture de concombre. **PHM Rev. Hort.**, v. 471, p.35-39, 2005.

POZEBON, H.; ARNEMANN, J. *Bemisia tabaci* espécie MED: sua detecção no Brasil e o que isso significa. Data de publicação: 9 de junho de 2021. Disponível em: <https://maissoja.com.br/bemisia-tabaci-especie-med-sua-deteccao-no-brasil-e-o-que-isso-significa/>. Acesso em: 28 Mar. 2022.

PRIMAVESI, A.M. **Manejo ecológico de pragas e doenças**: técnicas alternativas para a produção agropecuária e defesa do meio ambiente. São Paulo: Nobel, 1994, 137p.

PRITCHARD, A.E.; BAKER, E.W. **A revision of the spider mite family Tetranychidae**. Mem. Pac. Coast. Ent. Soc., 2, 472 p., 1955.

RAIS, D.S.; SATO, M.E.; SILVA, M.Z. da. Detecção e monitoramento da resistência do trips *Frankliniella occidentalis* ao inseticida espinosade. **Bragantia**, v.72, p.35-40, 2013.

REIS, P.R.; ALVES, E.B. Criação do ácaro predador *Iphiseiodes zuluagai* Denmark & Muma (Acari: Phytoseiidae) em laboratório. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 26, n.3, p. 565-568, 1997.

RODITAKIS, E.; RODITAKIS, N.E.; TSAGKARAKOU, A. Insecticide resistance in *Bemisia tabaci* (Homoptera: Aleyrodidae) populations from Crete. **Pest Management Science**, v.61, p.577-582, 2005.

SCHREIBER, I. **The role of pollen as alternative food for predatory mites (Acari: Phytoseiidae)**. Thesis (Doctor of Agricultural Sciences). University of Hohenheim, Perm, Russia, 2018. Disponível em: http://opus.uni-hohenheim.de/volltexte/2018/1556/pdf/DISS_Schreiber_Irina.pdf. Acesso em 29 Mar. 2022.

SILVA, I.T.F.A. da; OLIVEIRA, R. de Biological development of *Euborellia annulipes* reared with artificial diets and *Ephesthia kuehniella* eggs. **Pesq. Agropec. Trop.**, v.48, n.3, p.295-298, 2018.

SILVA, L.D.; OMOTO, C.; BLEICHER, E.; DOURADO, P.M. Monitoramento da suscetibilidade a inseticidas em populações de *Bemisia tabaci* (Gennadius) (Hemiptera: Aleyrodidae) no Brasil. **Neotropical Entomology**, v.38, n.1, p.116-125, 2009.

SILVA, R.B. da; CRUZ, I; FIGUEIREDO, M.L.C.; TAVARES, W. de S.; SERRÃO, J.E.; ZANUNCIO, J.C. Development and reproduction of *Olla v-nigrum* (Coleoptera: Coccinellidae) fed *Anagasta kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) eggs supplemented with an artificial diet. **The Florida Entomologist**, v.96, n.3, p.850-858, 2013.

TANIGOSHI, L.K.; HOYT, S.C.; BROWN, R.W.; LOGAN, J.A. Influence of temperature on population increase of *Metaseiulus occidentalis* (Acarina: Phytoseiidae). **Annals of the Entomological Society of America**, v.66, n.6, p.979-986, 1975.

TOSCANO, N.C.; PRABHAKER, N.; CASTLE, S., HENNEBERRY, T.J. Interregional differences in baseline toxicity of *Bemisia argentifolii* (Homoptera: Aleyrodidae) to the two insect growth regulator, buprofezim and pyriproxyfen. **Journal of Economic Entomology**, v.94, p.1538-1546, 2001.

Van HOUTEN, Y.M.; Van RIJN, P.C.J.; TANIGOSHI, L.K.; Van STRATUM, P.; BRUIN, J. Pre-selection of predatory mites to improve year-round biological control of western flower thrips in greenhouse crops. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v.74, p.225-234, 1995.

Van HOUTEN, Y.M.; ROTHE, J.; BOLCKMANS, K.J.F. The generalist predator *Typhlodromalus limonicus* (Acari: Phytoseiidae): a potential biological control agent of thrips and whiteflies. **IOBC WPRS Bulletin**, v.32, p.237-240. 2008.

VARGA, L.; FEDOR, P.J.; SUVÁK, M.; KISEĽÁK, J.; ATAKAN, E. Larval and adult food preferences of the poinsettia thrips *Echinothrips americanus* Morgan, 1913 (Thysanoptera: thripidae). **Journal of Pest Science**, v.83, n.3, p.319-327, 2010.

VERVOORT, M. et al. Thrips control with predatory mites *A. limonicus* and *A. swirskii* in different strawberry cultivation systems. **Acta Horticulturae**, n.1156, p.833-842, 2017.

VIERBERGEN, G.; CEAN, M.; SZELLÉR, I.H.; JENSER, G.; MASTEN, T.; SIMALA, M. Spread of two thrips pests in Europe: *Echinothrips americanus* and *Microcephalothrips*

abdominalis (Thysanoptera). **Acta Phytopathologica et Entomologica Hungarica**, v.41, n.3-4, p.287-296, 2006.

WATERHOUSE, D.F.; NORRIS, K.R. *Frankliniella occidentalis* (Pergande). p. 24-35. In: *Biological Control Pacific Prospects - Supplement 1*. Australian Centre for International Agriculture Research: Canberra, 1989.

YUDIN, L.S; CHO, J.J.; MITCHELL, W.C. Host range of western flower thrips, *Frankliniella occidentalis* (Thysanoptera: Thripidae), with special references to *Leucaena glauca*. **Environmental Entomology**, v.15, n.6, p.1292-1295, 1986.

ZADRA, W.C.; SANT'ANA, J.; REDAELLI, L.R.; TOGNON, R. Plasticidade da aprendizagem de *Diachasmimorpha longicaudata* (Hymenoptera: Braconidae) associada a voláteis de frutos e óleos essenciais. **Iheringia**, Série Zoologia, v.108, p.e2018026, 2018.