

GABRIEL HENRIQUE PIO

**POTENCIAL DE *Amblyseius tamatavensis* NO CONTROLE DE
*Tetranychus urticae***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: Angelo Pallini

Coorientadores: André Lage Perez
André Costa Cardoso
Madeleine Venzon

**VIÇOSA - MINAS GERAIS
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

P662p
2023
Pio, Gabriel Henrique, 1995-
Potencial de *Amblyseius tamatavensis* no controle de
Tetranychus urticae / Gabriel Henrique Pio. – Viçosa, MG,
2023.

1 dissertação eletrônica (32 f.): il. (algumas color.).

Orientador: Ângelo Pallini Filho.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,
Departamento de Entomologia, 2023.

Referências bibliográficas: f. 27-32.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2023.778>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Ácaros no controle biológico de pragas. 2. *Amblyseius tamatavensis*. 3. Ácaros de plantas como transmissores de doenças. 4. Ácaros rajados. I. Pallini Filho, Ângelo, 1965-. II. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Entomologia. Programa de Pós-Graduação em Entomologia. III. Título.

CDD 22. ed. 595.42

GABRIEL HENRIQUE PIO

**POTENCIAL DE *Amblyseius tamatavensis* NO CONTROLE DE
*Tetranychus urticae***

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 31 de julho de 2023.

Assentimento:



Documento assinado digitalmente

GABRIEL HENRIQUE PIO

Data: 28/12/2023 20:33:50-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Gabriel Henrique Pio
Autor



Documento assinado digitalmente

ANGELO PALLINI FILHO

Data: 28/12/2023 14:01:55-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Angelo Pallini
Orientador

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que, de alguma maneira, auxiliaram para a conclusão desta Dissertação. De forma especial, expresso minha gratidão:

Primeiramente a Deus!

A toda minha família pela torcida e por todo apoio durante essa caminhada!

Aos meus grandes amigos pelo apoio em todos os momentos!

À Universidade Federal de Viçosa por todos os ensinamentos ao longo desses anos!

Ao meu orientador Ângelo Pallini e aos coorientadores André Lage, André Costa e Madelaine Venzon, pelo suporte durante toda a elaboração da minha Dissertação!

À banca pela sua avaliação e contribuições durante a minha defesa de mestrado.

À equipe do Laboratório de Acarologia, pela ajuda na condução dos experimentos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

RESUMO

Pio, Gabriel Henrique, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2023. **Potencial DE *Amblyseius tamatavensis* no Controle de *Tetranychus urticae*.** Orientador: Angelo Pallini Filho. Coorientadores: André Lage Perez, André Costa Cardoso e Madelaine Venzon.

Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae) é um herbívoro-praga relevante globalmente, prejudicando mais de 1.100 culturas de interesse comercial e com perdas econômicas consideráveis no Brasil. O uso excessivo de acaricidas sintéticos para controlar essa praga tem resultado no desenvolvimento de populações resistentes. Para superar a resistência e evitar o uso excessivo de produtos químicos, uma alternativa é o controle biológico, que inclui o emprego de inimigos naturais. Nesse contexto, os ácaros predadores da família Phytoseiidae estão entre os mais utilizados. Dentre os gêneros da família Phytoseiidae, destaca-se o *Amblyseius*. No Brasil, *Amblyseius tamatavensis* é comercializado com o objetivo de controlar a mosca branca *Bemisia tabaci*. No entanto, há ainda necessidade de estudos que comprovem sua eficácia como predador de outras pragas. Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o potencial de *A. tamatavensis* em controlar *T. urticae*. Após diferentes testes realizados em laboratório, os resultados mostraram que a taxa de predação de *A. tamatavensis* não diferiu da taxa de predação de *Neoseiulus californicus* quando alimentados apenas com ovos de *T. urticae*. Contudo, a dieta composta por pólen de *Typha sp.* e ovos de *T. urticae* em um dos tratamentos, evidenciou uma maior taxa de predação do fitoseídeo. Outro experimento revelou que *A. tamatavensis* apresentou uma taxa de oviposição estatisticamente igual ao alimentar-se de imaturos de *T. urticae* e ao se alimentar de pólen de *Typha sp.*. No entanto, a oviposição foi estatisticamente menor quando *A. tamatavensis* foi alimentado com ovos de *T. urticae*. A sobrevivência e o desenvolvimento de *A. tamatavensis* também foram analisados, e foram afetados pela dieta. Observou-se maior sobrevivência e tempo de desenvolvimento em pólen de *Typha sp.* e em imaturos de *T. urticae* do que em apenas ovos do fitófago. Baseado nos resultados obtidos, *A. tamatavensis* pode ser considerado como uma promissora alternativa para o controle biológico de *T. urticae*, apresentando capacidade semelhante em predação de ovos em comparação com outra espécie já

comercializada para esse fim. No entanto, para maior eficiência, sobrevivência e desenvolvimento desse fitoseídeo em situação de controle da praga alvo, torna-se viável o fornecimento de um alimento complementar.

Palavras-chave: Controle biológico. Phytoseiidae. Predação. Oviposição.

ABSTRACT

Pio, Gabriel Henrique, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, July 2023. **Potential of *Amblyseius tamatavensis* in the control of *Tetranychus urticae***. Adviser: Angelo Pallini Filho. Co-advisers: André Lage Perez, André Costa Cardoso and Madelaine Venzon.

Tetranychus urticae Koch (Acari: Tetranychidae) is a globally relevant herbivorous pest, causing damage to over 1,100 food and floral crops with considerable economic losses in Brazil. The excessive use of synthetic acaricides to control this pest has resulted in the development of pesticide resistance. To overcome resistance and avoid excessive use of chemical products, an alternative is biological control, which involves the use of natural enemies. In this context, predatory mites from the family Phytoseiidae are among the most widely used. Among the genera of the Phytoseiidae family, *Neoseiulus* and *Amblyseius* stand out as generalist predators capable of feeding on various prey species. Species from these genera are already commercially available worldwide. In Brazil, *Amblyseius tamatavensis* is commercialized to control whitefly *Bemisia tabaci*. However, there is still a need for studies to prove its effectiveness as a predator of other pests. Therefore, the objective of this study was to evaluate the potential of *A. tamatavensis* in controlling *T. urticae*. The results showed that the predation rate of *A. tamatavensis* did not differ from the predation rate of *Neoseiulus californicus* when fed on *T. urticae* eggs. However, the diet composed of *Typha sp.* pollen and *T. urticae* eggs in one of the treatments showed a significant difference in the predation rate of the predatory mite *A. tamatavensis* exhibited a statistically equal oviposition rate when feeding on *T. urticae* immatures and *Typha sp.* pollen. However, oviposition was statistically different when *A. tamatavensis* fed on *T. urticae* eggs. Higher survival and development time were observed when fed on *Typha sp.* pollen and *T. urticae* immatures compared to feeding solely on the herbivore's eggs. In conclusion, *A. tamatavensis* can be considered a promising alternative for the biological control of *T. urticae*, demonstrating a similar capacity to prey on eggs compared to another species already commercialized. However, for greater efficiency, survival, and development of this predatory mite in the target pest control scenario, providing supplementary food is recommended.

Keywords: Biological control. Phytoseiidae. Predation. Oviposition.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. MATERIAL E MÉTODOS	12
2.1. Criação de <i>Tetranychus urticae</i>	12
2.2. Criação de <i>Amblyseius tamatavensis</i>	12
2.3. Criação de <i>Neoseiulus californicus</i>	13
2.4. Pólen	13
2.5. Coortes de <i>A. tamatavensis</i>	13
2.6. Obtenção de ninfas de <i>T. urticae</i> para os experimentos	14
2.7. Taxa de predação e oviposição de <i>A. tamatavensis</i> e <i>N. californicus</i> em ovos de <i>T. urticae</i> e pólen de <i>Typha</i> sp.	14
2.8. Predação e oviposição de <i>A. tamatavensis</i> em ovos e imaturos de <i>T. urticae</i> e pólen de <i>Typha</i> sp.	15
2.9. Sobrevivência e desenvolvimento de <i>A. tamatavensis</i> em ovos e ninfas de <i>T. urticae</i> em pólen de <i>Typha</i> sp.	15
3. RESULTADOS	16
3.1. Taxa de predação e oviposição de <i>A. tamatavensis</i> e <i>N. californicus</i> em ovos de <i>T. urticae</i> e pólen de <i>Typha</i> sp.	16
3.2. Predação e oviposição de <i>A. tamatavensis</i> em ovos e imaturos de <i>T. urticae</i> e pólen de <i>Typha</i> sp.	20
3.3. Sobrevivência e desenvolvimento de <i>A. tamatavensis</i> alimentado com ovos e imaturos de <i>T. urticae</i> e Pólen de <i>Typha</i> sp.	23
4. DISCUSSÃO	24
5.REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

O ácaro *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) é um herbívoro de grande relevância mundial, capaz de causar danos significativos a mais de 1.100 espécies de culturas de interesse comercial acarretando em perdas consideráveis no Brasil (Barros et al., 2022; Grbić et al., 2011; Jeppson et al., 1975). A polifagia, a alta capacidade reprodutiva, aliada a um curto ciclo de vida, confere um ágil desenvolvimento populacional a quase todas as espécies dessa família de ácaros (Gallo et al., 2002; Mitchell, 1996).

A combinação de fatores climáticos, como baixa humidade e alta temperatura, com a utilização ininterrupta de agroquímicos e consequente desenvolvimento de resistência podem ocasionar aumento populacional do *T. urticae* (Villas Bôas et al., 2008; França et al., 1984). Segundo Van Leeuwen et al. (2010), o uso de acaricidas sintéticos no combate a *T. urticae* levou a uma das mais altas taxas de resistência a pesticidas entre os artrópodes. Porém, o uso de produtos químicos ainda é a metodologia de controle mais utilizada para controlar este artrópode, todavia muitas vezes essa medida torna-se ineficiente (Sato et al., 2007; Ferla et al., 2007).

Para evitar o desenvolvimento de populações resistentes e consequente ineficiência da utilização dos pesticidas, outras alternativas são utilizadas para o controle de pragas. O controle biológico é uma das opções ao controle químico. Diversos inimigos naturais têm sido documentados como predadoras de ácaros, e pesquisas vem sendo realizadas em vários países para avaliar a capacidade desses inimigos naturais em controlar a praga afim de evitar a aplicação de pesticidas (Oliveira et al., 2007; Opit et al., 2005).

Desde o final da década de 1950, ácaros da família Phytoseiidae são reconhecidos como eficazes inimigos naturais de ácaros-praga. (Guimarães et al., 2010; Mcmurtry et al., 1970). Características essenciais destes agentes de controle biológico incluem movimentos ágeis, comportamento fototrópico negativo, corpo brilhante, ciclo de vida relativamente curto e reprodução do tipo pseudo-arretonoquia (Moraes & Flechtmann., 2008). Aproximadamente 2.700 espécies são descritas e estão compreendidas em 91 diferentes gêneros de Phytoseiidae até então em todo mundo (Demite et al., 2021). O Brasil é o quarto país em número de espécies descritas, tendo 190 espécies descritas (Demite et al., 2021). Devido suas

características e ampla distribuição, são produzidos e empregados em âmbito global mais de 20 espécies desta família para fins comerciais no controle biológico aumentativo (Song et al.,2019).

Os diferentes gêneros da família Phytoseiidae apresentam classificação quanto ao seu hábito alimentar (McMurtry et al.,2013). *Amblyseius* é um gênero que apresenta hábito generalista, conseguindo se alimentar e reproduzir em uma diversidade de presas (McMurtry et al., 2013). Na Europa e na América do Norte, o *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot (Phytoseiidae), tem sido empregado e comercializado para o controle de pragas como mosca-branca (*Bemisia tabaci*), mas também é capaz de se alimentar de outras pragas (Koppert 2023; Fathipour et al., 2017; Calvo et al., 2015; Janssen & Sabelis., 2015). Todavia, tal predador não está disponível comercialmente no território brasileiro, e a introdução de inimigos naturais exóticos pode resultar em danos ambientais (Van Lenteren et al., 2003). Por essa razão, a procura por ácaros predadores nativos torna-se de extrema importância.

No Brasil a espécie *Amblyseius tamatavensis* Blommers é um característico integrante do gênero, uma vez que usa como fonte de alimento ácaros tetraniquídeos, ácaros astigmatas, pólen, nematoides e ovos de pequenos hexápodes (Massaro et al., 2016; Cavalcante et al., 2015).. Essa espécie é um potencial agente de controle biológico da *B. tabaci*, sendo comercializado no Brasil para o seu controle (Promip 2023; Cavalcante et al., 2017). Em um estudo conduzido por Cavalcante et al. (2015), foi relatado que o *A. tamatavensis* apresentava uma alta taxa de predação de ovos *T. urticae*. No entanto, indicou que esse alimento não era adequado nutricionalmente para a criação massal por conta da baixa oviposição deste fitoseídeo (Cavalcante et al., 2015).

No contexto do controle biológico aumentativo, a criação massiva de ácaros predadores torna-se de suma importância, tendo em vista que requer a liberação de milhares desses inimigos naturais (Nguyen et al.,2015). Em muitos casos, esses agentes de controle são produzidos através de um sistema “tritrófico”, que envolve o predador, a presa herbívora e a planta hospedeira da presa (De Clercq et al.,2014). Contudo, esse sistema está suscetível a enfrentar obstáculos, quanto aos custos significativos relacionados à infraestrutura e à mão de obra que podem acarretar preços elevados do produto final (De Clercq et al., 2005).

A capacidade de alimentar-se de ácaros Astigmatas permite que o *A. tamatavensis* seja criado em grande escala em ambiente de laboratório utilizando o

Thyreophagus cracentiseta Barbosa como alimento (Massaro et al., 2019). Conforme Gerson et al. (2003), isso torna a metodologia de criação menos custosa em comparação aos que utilizam ácaros fitófagos como dieta. Esta metodologia de criação pode possibilitar a criação de *A. tamatavensis* a preços mais baixos, sendo assim disponibilizado a um menor custo ao produtor.

No contexto do controle biológico aumentativo, a criação massiva de ácaros predadores torna-se de suma importância, tendo em vista que requer a liberação de milhares desses inimigos naturais (Nguyen et al., 2015). Em muitos casos, esses agentes de controle são produzidos através de um sistema “tritrófico”, que envolve o predador, a presa herbívora e a planta hospedeira da presa (De Clercq et al., 2014). Contudo, esse sistema está suscetível a enfrentar obstáculos, quanto aos custos significativos relacionados à infraestrutura e à mão de obra que podem acarretar preços elevados do produto final (De Clercq et al., 2005).

A capacidade de alimentar-se de ácaros Astigmatas permite que o *A. tamatavensis* seja criado em grande escala em ambiente de laboratório utilizando o *Thyreophagus cracentiseta* Barbosa como alimento (Massaro et al., 2019). Conforme Gerson et al. (2003), isso torna a metodologia de criação menos custosa em comparação aos que utilizam ácaros fitófagos como dieta. Esta metodologia de criação pode possibilitar a criação de *A. tamatavensis* a preços mais baixos, sendo assim disponibilizado a um menor custo ao produtor.

Considerando a possível disponibilidade a baixo custo e a já comercialização no Brasil para controle de outro artrópode, a utilização do ácaro *A. tamatavensis* como agente de controle biológico do *T. urticae* pode ser viável. No entanto, é importante ressaltar que existe escassez de estudos na literatura que comprovem essa possibilidade. Alguns estudos têm demonstrado que o pólen pode ser utilizado como uma opção complementar ou alternativa para ácaros predadores de hábito generalista (Duarte et al., 2015). Portanto, é importante analisar como o pólen pode atuar como uma alternativa alimentar para esse fitoseídeo.

Com base no que foi descrito acima, o objetivo desse trabalho foi avaliar as taxas de predação, oviposição, o desenvolvimento e a sobrevivência de *A. tamatavensis* quando exposto a pólen de *Typha* sp., ovos e imaturos de *T. urticae*. Além disso, avaliar se as taxas de predação e oviposição do *A. tamatavensis* são similares às do *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954), um fitoseídeo predador de

hábitos generalistas amplamente comercializado por diversas empresas ao redor do mundo (Ghazy & Suzuki, 2022).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Criação de *Tetranychus urticae*

Foram utilizados ácaros provenientes da criação do Laboratório de Acarologia da Universidade Federal de Viçosa (Viçosa, Minas Gerais, Brasil). A espécie fitófaga, *T. urticae*, foi criada em sala climatizada ($25 \pm 2^\circ\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R.; 11L:13E) utilizando plantas de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) como hospedeiro.

As plantas de feijão-de-porco foram cultivadas em vasos plásticos (3 L) contendo substrato comercial (Bioplant®, Bioplant Misturadora Agrícola Ltda, Minas Gerais, Brasil). As sementes foram plantadas em dez vasos semanalmente com cinco sementes por vaso. As plantas foram irrigadas duas vezes ao dia (250 ml) e mantidas duas semanas após a semeadura na casa de vegetação, quando então eram conduzidas para a sala de criação de *T. urticae* e infestadas com outras folhas da criação.

2.2. Criação de *Amblyseius tamatavensis*

A população de *Amblyseius tamatavensis* utilizada nos experimentos foi iniciada a partir de fitoseídeos desta espécie encontrados nas criações de *Tetranychus urticae* do Laboratório de Acarologia da Universidade Federal de Viçosa. O ácaro fitoseídeo foi criado em potes plásticos (15 cm de diâmetro, 9 cm de altura) colocados sobre uma espuma (15 cm de diâmetro, 3 cm de altura). A espuma foi colocada em uma bandeja (7,5 cm de altura, 22,1 cm de largura, 30,3 cm de comprimento) com 2 cm de camada de água e coberta com outra bandeja para manter a umidade. Esta bandeja foi colocada em uma bandeja maior (7,5 cm de altura, 28,9 cm de largura, 34,9 cm de comprimento) e preenchida com uma solução de água e detergente para se evitar fugas de predadores ou qualquer tipo de contaminação por outros artrópodes. Os predadores foram alimentados semanalmente com *T. cracentiseta*. O ácaro *T. cracentiseta* foi criado em potes plásticos transparentes colocados dentro de bandejas, semelhante ao explicado

acima para *A. tamatavensis*, e foi alimentado com gérmen de trigo previamente esterilizado em autoclave (120 °C sob 1,4 atm por 20 minutos).

2.3. Criação de *Neoseiulus californicus*

O outro ácaro predador utilizado, *N. californicus*, foi oriundo da Empresa Econrole e Pesquisa Ltda. Foi criado sobre uma estrutura formada por duas bandejas plásticas (45 x 30 x 9 cm e 53 x 38 x 9cm). A bandeja menor foi acondicionada dentro da segunda, que continha uma pequena quantidade de água, servindo como barreira para evitar a fuga dos ácaros e contaminação por outros artrópodes. As bandejas foram mantidas em sala climatizada (25 ± 2,0°C; 70 ± 10% U.R.; 11L:13E). Os ácaros predadores foram alimentados com folhas cotiledonares de feijão-de-porco infestadas com *T. urticae*, provenientes da criação do fitófago, sendo três folhas por bandeja a cada dois dias.

2.4. Pólen

O pólen utilizado para a coorte e experimentos de *A. tamatavensis* foi coletado de plantas *Typha* sp. localizadas nas proximidades de Viçosa, Minas Gerais. A opção pelo uso de pólen de *Typha* sp. foi baseada no estudo que evidenciou que esse substrato é uma boa fonte de alimento para este fitoseídeo (Cavalcante et al., 2015). O pólen foi secado em estufa a 60°C por 48 horas e posteriormente armazenado em recipientes no freezer a aproximadamente -18 °C. Periodicamente, pequenas quantidades de pólen eram retiradas do recipiente, transferidas para microtubos de 1,5 ml (Eppendorf), secas novamente à 60°C por mais 48 horas e, em seguida, armazenadas na geladeira a 8°C para uso nas semanas seguintes

2.5. Coortes de *A. tamatavensis*

Com a finalidade de padronizar a idade dos predadores adultos utilizados no experimento, foram transferidas fêmeas adultas de *A. tamatavensis* para uma arena com pólen de *Typha* sp. Após 24 horas, os adultos foram retirados e seus ovos deixados com pólen *ad libitum*, para alimentação das ninfas que iriam emergir até atingirem a fase adulta. Os fitoseídeos utilizados nos experimentos tinham 7±1 dias de ovo a adulto.

2.6. Obtenção de ninfas de *T. urticae* para os experimentos

Com o objetivo de obter ninfas de fitófagos para utilização em experimentos, realizou-se coortes consecutivas em folhas de feijão-de-porco. Durante 24 horas, 400 fêmeas adultas e acasaladas de *T. urticae* foram transferidas para as folhas. Em seguida, as folhas com os ovos foram transferidas para uma estrutura composta por duas bandejas plásticas (45 x 30 x 9 cm e 53 x 38 x 9cm). A menor bandeja foi colocada dentro da segunda, que continha uma camada de algodão e uma quantidade de água com detergente, a fim de evitar a fuga de ácaros e contaminação por outros artrópodes. As bandejas foram mantidas em sala climatizada ($25 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R.; 11L:13E). Os fitófagos eram alimentadas diariamente com uma nova folha de feijão-de-porco até que as ninfas atingissem o estágio necessário para serem utilizadas nos experimentos. As ninfas utilizadas nos experimentos tinham 6 ± 1 dias de desenvolvimento, contados a partir do estágio de ovo.

2.7. Taxa de predação e oviposição de *A. tamatavensis* e *N. californicus* em ovos de *T. urticae* e pólen de *Typha* sp.

O objetivo deste experimento foi verificar a capacidade de *A. tamatavensis* em predar e reproduzir-se alimentando-se de pólen e ovos de *T. urticae*. E como controle foi utilizado o predador generalista já registrado para o controle de *T. urticae* no Brasil, o *N. californicus*. O experimento foi conduzido em discos com folhas de feijão-de-porco ($\varnothing = 2,4$ cm) e fixados em solução de ágar (1 %, h = 1,0 cm) em arenas plásticas transparentes ($\varnothing = 2,5$ cm; 1,2 cm de altura) com tampa que continha um pequeno orifício (6 mm de diâmetro) coberto com tela fina (160 μm) para permitir a ventilação. Foram realizadas 15 repetições por cada tratamento. As avaliações foram feitas durante dois dias, a cada 24 horas. Para a obtenção de ovos de *T. urticae*, foram liberadas entre 45 a 50 fêmeas adultas e acasaladas em cada arena. Após 24 horas, as fêmeas foram retiradas e os ovos foram contabilizados. O pólen, por sua vez, foi disponibilizado *ad libitum* nas demais repetições. A metodologia de fornecimento de pólen e ovos de fitófagos foi também utilizada nos demais experimentos. A avaliação do primeiro dia de oviposição foi desconsiderada com o intuito de reduzir os efeitos da dieta anterior (Sabelis., 1990). A taxa de predação e oviposição dos ácaros predadores foram analisadas usando um modelo

linear generalizado com distribuição binomial negativa (NB-GLM) com o pacote MASS (Ripley et al., 2013), devido à superdispersão dos dados (Crawley 2013). Contrastes entre os tratamentos foram obtidos com o pacote emmeans com uma correção de Tukey para comparações múltiplas (Lenth & Lenth 2018). Todas as análises estatísticas foram feitas usando o software R 4.2.0.

2.8. Predação e oviposição de *A. tamatavensis* em ovos e imaturos de *T. urticae* e pólen de *Typha* sp.

A avaliação da taxa de predação e oviposição do *A. tamatavensis* foi realizada por diferentes dietas que consistiam em pólen, ovos e ninfas do ácaro *T. urticae*. Objetivou-se com esse experimento verificar a capacidade de *A. tamatavensis* de predar e se reproduzir consumindo imaturos de *T. urticae*. Foram feitos discos com folhas de feijão-de-porco ($\varnothing = 2,4$ cm) e fixados em arenas plásticas transparentes com tampa ($\varnothing = 2,5$ cm; 1,2 cm de altura) contendo solução de ágar (1 %, h = 1,0 cm). O disco de folha foi fixado com a face abaxial voltada para cima. Essas arenas foram mantidas no laboratório em sala climatizada ($25 \pm 2^\circ\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R.; 11L:13E). Foram realizadas 14 repetições por tratamento. Para o tratamento com imaturos de *T. urticae*, foram disponibilizadas 20 ninfas por repetição. Esse número foi determinado com base em pré-testes realizados. As avaliações foram realizadas a cada 24 horas após à liberação dos predadores nos discos de folha, durante quatro dias, com contagem do número de ovos depositados por fêmea predadora em cada tratamento e também dos ovos e imaturos predados. No segundo dia de avaliação, os predadores foram transferidos para novas arenas com novas dietas. O número de ovos e imaturos de *T. urticae*, assim como o número de ovos colocados pelo ácaro predador *A. tamatavensis* ao longo do tempo do experimento foram analisados com um modelo linear de efeitos mistos (LME) do pacote nlme (Pinheiro et al., 2017), com repetição como fator aleatório e tratamento e tempo como fatores fixos. Os contrastes entre os tratamentos ao longo do tempo foram obtidos com o pacote emmeans com uma correção de Tukey para comparações múltiplas (Lenth e Lenth, 2018).

2.9. Sobrevivência e desenvolvimento de *A. tamatavensis* em ovos e ninfas de *T. urticae* em pólen de *Typha* sp.

Este experimento foi elaborado para verificar se *A. tamatavensis* conseguiria se desenvolver e sobreviver alimentando-se de ovos e imaturos de *T. urticae*. As larvas utilizadas neste experimento foram retiradas da criação e transferidas diretamente para os discos com tratamentos. Foram três os tratamentos: (1) pólen *ad libitum*, (2) com média de 100 ovos de *T. urticae* e (3) 15 imaturos de *T. urticae*. A cada dois dias de avaliação os fitoseídeos eram transferidos para arenas com substratos novos. Realizou-se 14 repetições por tratamento. Os experimentos também foram conduzidos em arenas plásticas transparentes ($\varnothing = 2,5$ cm; 1,2 cm de altura) a exemplo dos experimentos anteriores. O experimento foi avaliado com um intervalo de 24 horas. Na avaliação, foram registradas a sobrevivência e o estágio de desenvolvimento de *A. tamatavensis*. Este processo foi realizado até o ácaro atingir a fase adulta. O experimento também foi realizado em sala com condições controladas ($25 \pm 2,0^{\circ}\text{C}$; $70 \pm 10\%$ U.R.; 11L:13E). Os efeitos da dieta na sobrevivência e desenvolvimento de *A. tamatavensis* foram analisados por um modelo de riscos proporcionais de Cox (pacote survival no R, Therneau, 2022).

3. RESULTADOS

3.1. Taxa de predação e oviposição de *A. tamatavensis* e *N. californicus* em ovos de *T. urticae* e pólen de *Typha* sp.

Foram observadas diferenças significativas do tratamento no número de ovos de *T. urticae* predados (g.l. = 2, Likelihood ratio = 7.77, $p = 0.02$). A taxa de predação de *A. tamatavensis* não apresentou diferença em relação à taxa de predação de *N. californicus* quando ambos foram alimentados apenas com ovos de *T. urticae*. No entanto, quando o pólen estava presente houve diferença significativa com uma maior taxa de predação de *A. tamatavensis* (Fig. 3). Além disso, os diferentes tratamentos também tiveram um efeito significativo na taxa de oviposição de *A. tamatavensis* (g.l. = 2, Likelihood ratio = 19.12, $p < 0.0001$). A taxa de oviposição de *A. tamatavensis* foi maior nos tratamentos com pólen em comparação ao tratamento com apenas ovos de *T. urticae* (Fig. 1). Por outro lado, a taxa de oviposição de *N. californicus* não apresentou diferença significativa entre o

tratamento com ovos de *T. urticae* e o tratamento com pólen (g.l. = 1, Likelihood ratio = 0.29, $p = 0.58$) (Fig. 2).

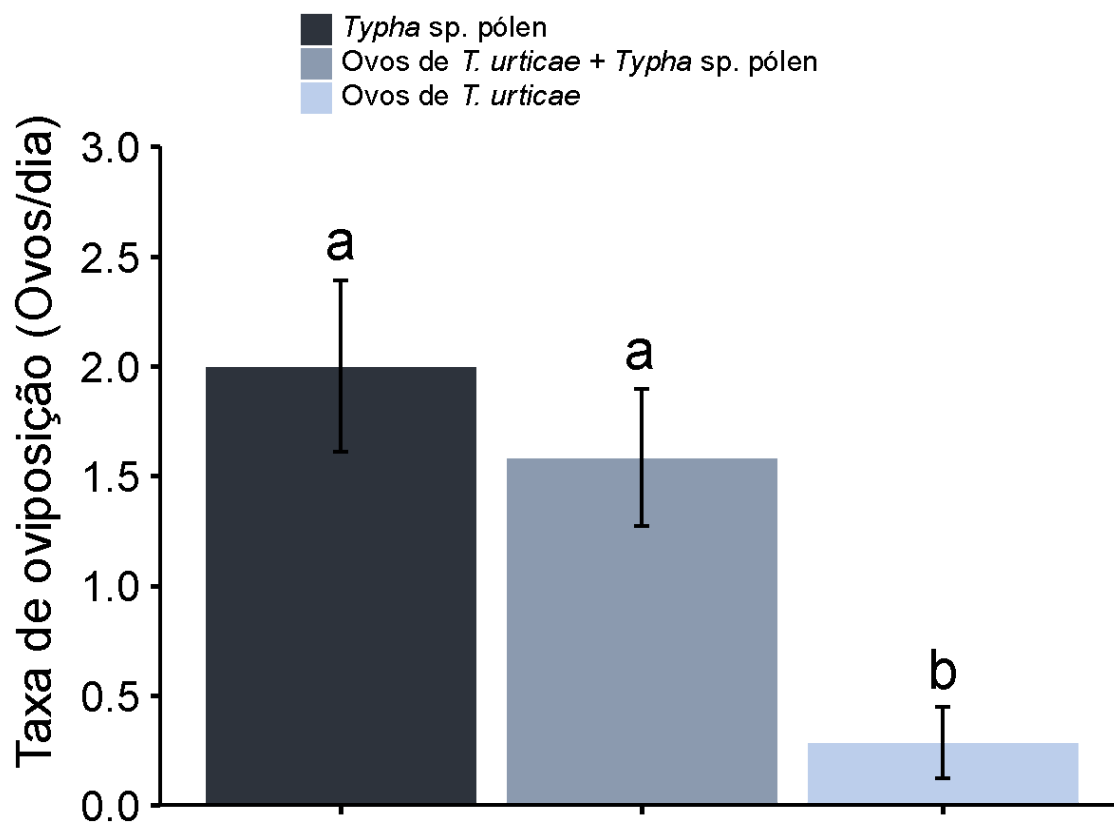


Figura 1 – Taxa média diária de oviposição (\pm SE) de *Amblyseius tamatavensis* em pólen, ovos de *T.urticae*+pólen e ovos de *T. urticae*. Diferentes letras minúsculas mostram diferença significativa na taxa oviposição entre as diferentes fontes de alimento ($p < 0,05$).

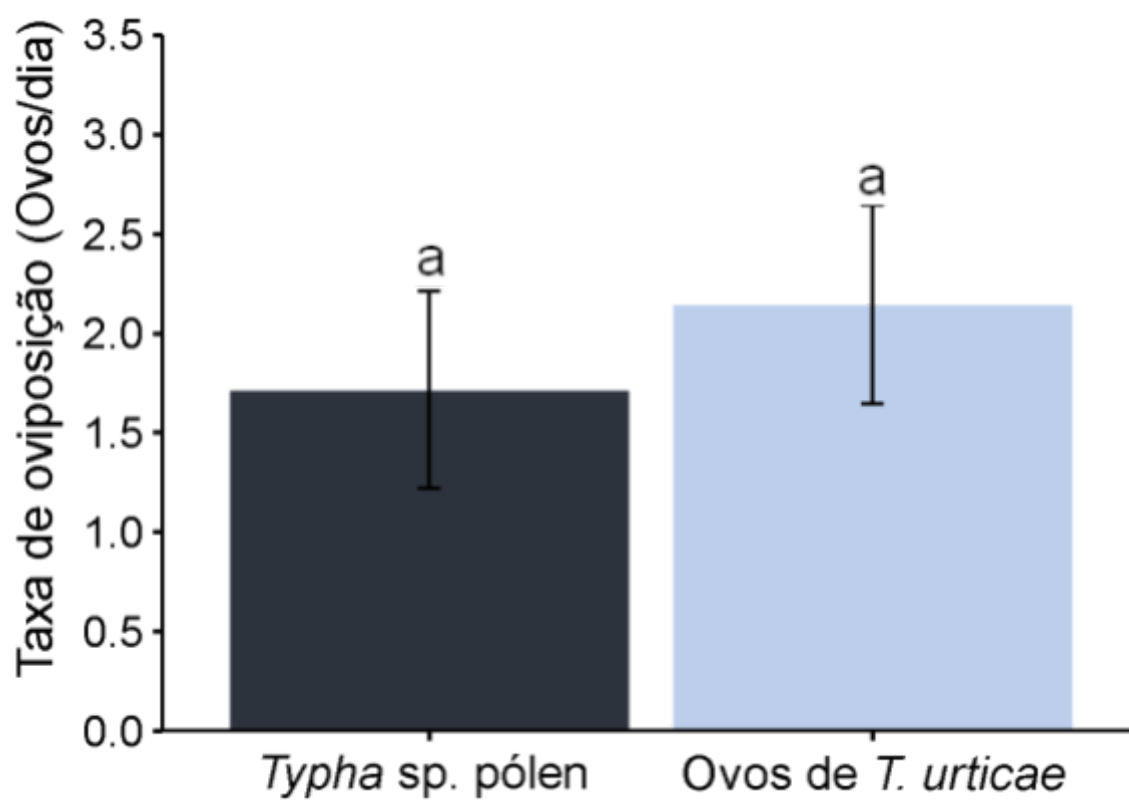


Figura 2 – Taxa média diária de oviposição (\pm se) de *Neoseilus californicus* em pólen e ovos de *T. urticae*.

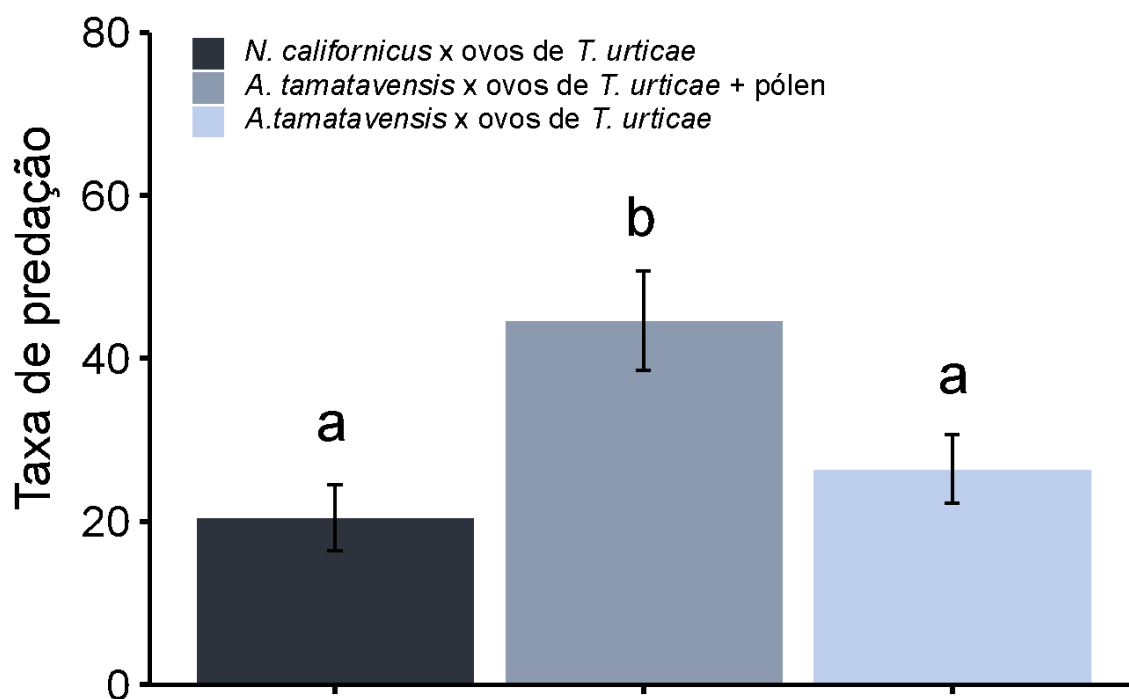


Figura 3 - Taxa média diária de predação (\pm SE) de *Amblyseius tamatavensis* e *Neoseiulus californicus* em ovos de *T. urticae* e ovos de *T. urticae*+pólen. Diferentes letras minúsculas mostram diferença significativa na taxa de predação entre as diferentes espécies de ácaros predadores e fonte de alimento ($p < 0,05$).

3.2. Predação e oviposição de *A. tamatavensis* em ovos e imaturos de *T. urticae* e pólen de *Typha* sp.

Tanto o fator tempo e o tratamento foram significativos quando avaliada a oviposição do predador nos diferentes tratamentos (lme: g.l. = 5, Likelihood ratio = 9.84, $p = 0.0017$; g.l. = 3, Likelihood ratio = 28.44, $p < 0.0001$ respectivamente). No segundo e terceiro dia de avaliação, os indivíduos alimentados com ovos do fitófago apresentaram uma significativa redução na taxa de oviposição em comparação àqueles alimentados com pólen ou imaturos de *T. urticae* (t-ratio $\geq 4,574$, $p \leq 0,0002$) (Fig. 4). No entanto, no quarto dia, não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre o tratamento com pólen e os demais (t-ratio $\leq 1,194$, $p \geq 0,4644$). Quando avaliada a predação, o fator tempo não foi significativo (lme: g.l. = 4, Likelihood ratio = 0.97, $p = 0.32$). Desta forma, a taxa de predação de *A. tamatavensis* foi significativamente maior em ovos do que em imaturos de ácaro rajado (lme: g.l. = 3, Likelihood ratio = 43.07, $p < 0.0001$) (Fig. 5).

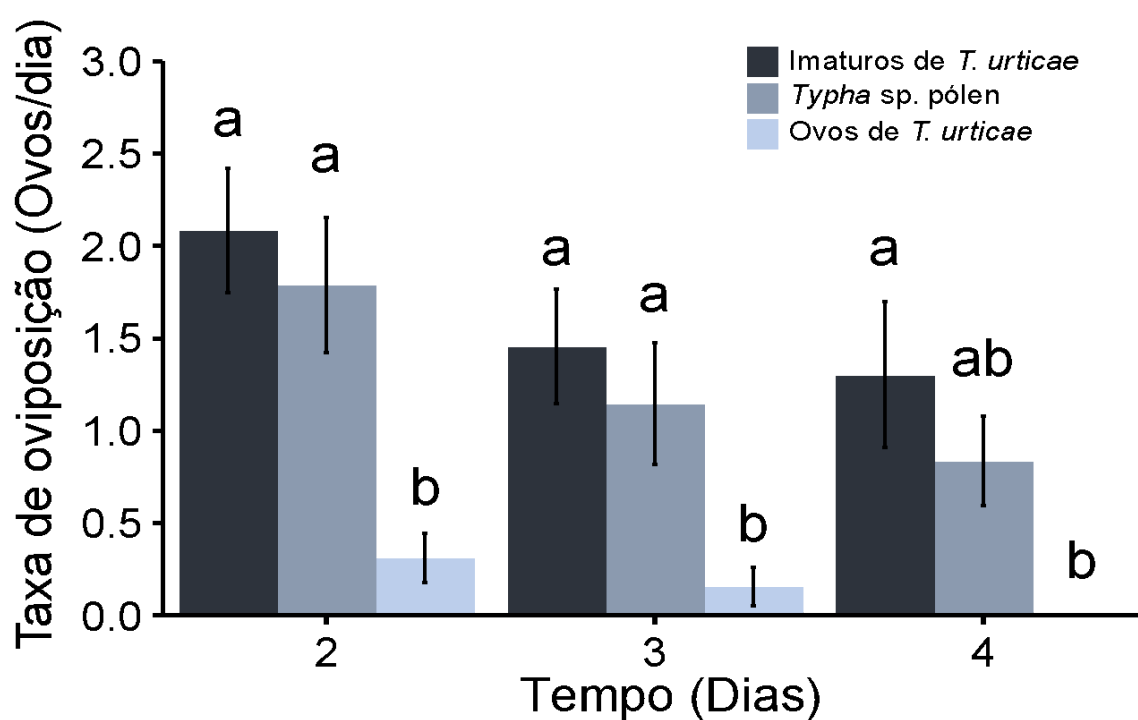


Figura 4-Taxas médias diárias de oviposição (\pm SE) de *Amblyseius tamatavensis* em pólen, ovos e imaturos de *T.urticae*. Diferentes letras minúsculas mostram diferença significativa na taxa predação entre as diferentes fontes de alimentos nos diferentes dias ($p < 0,05$).

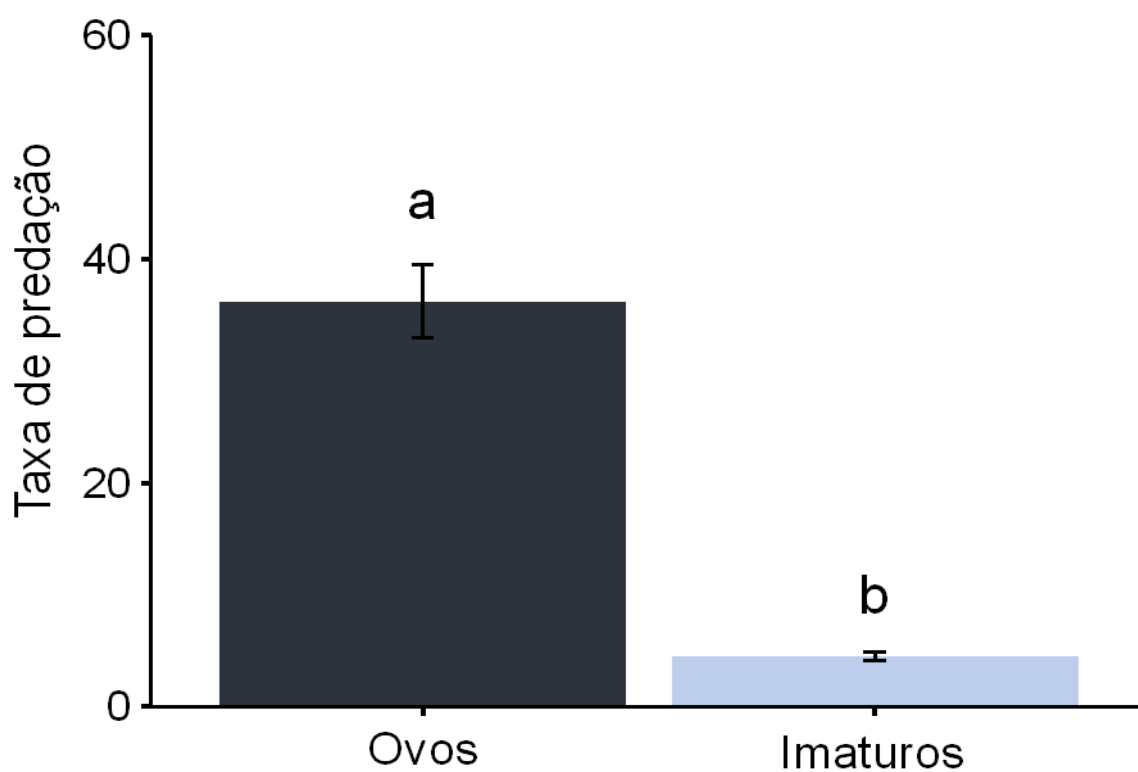


Figura 5 - Taxa média diária de predação (\pm SE) de *Amblyseius tamatavensis* em ovos de *T. urticae* e imaturos de *T. urticae*. Diferentes letras minúsculas mostram diferença significativa na taxa predação entre as diferentes fontes de alimentos ($p < 0,05$).

3.3. Sobrevivência e desenvolvimento de *A. tamatavensis* alimentado com ovos e imaturos de *T. urticae* e Pólen de *Typha* sp.

Houve um efeito significativo da dieta tanto na sobrevivência (Likelihood ratio test= 9.79, g.l. = 2, $p=0.007$) quanto no tempo de desenvolvimento dos ácaros predadores (Likelihood ratio test= 13.02, g.l. = 2, $p=0.001$) (Fig. 6). A sobrevivência de *A. tamatavensis* foi maior em pólen e imaturos de *T.urticae* do que em ovos deste fitófago. Além disso, os ácaros que se alimentaram de ovos do fitófago demoraram significativamente mais tempo para se tornarem adultos (Fig. 6).

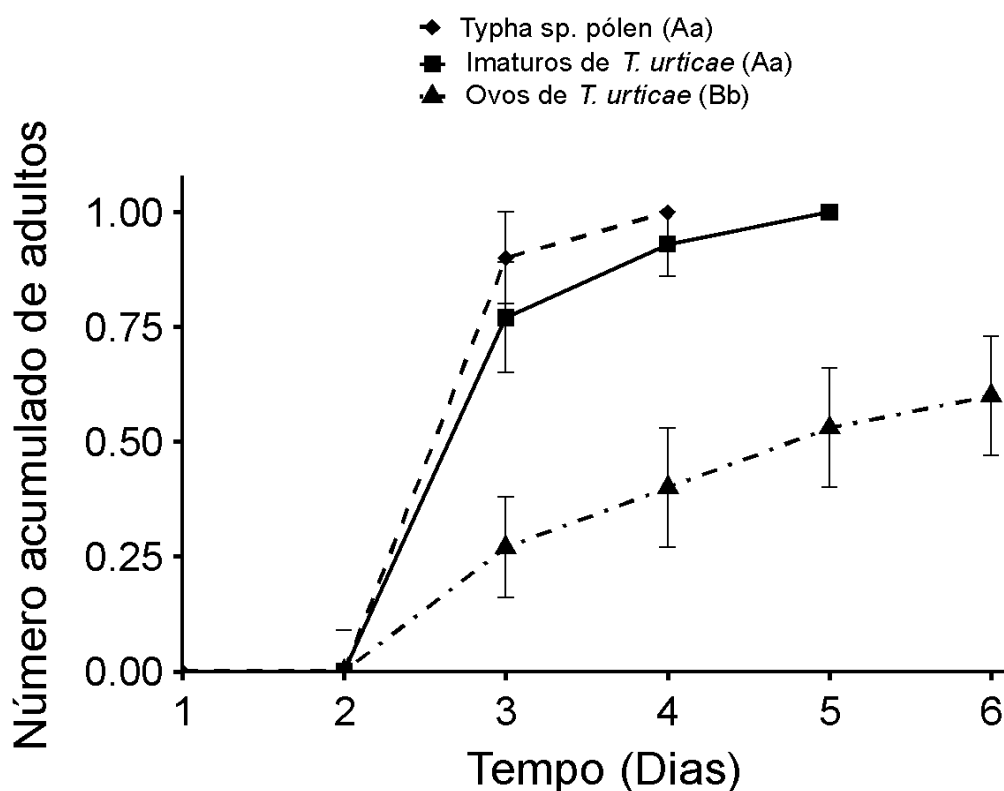


Figura 6 - Desenvolvimento e sobrevivência de *Amblyseius tamatavensis* alimentados com pólen, ovos e imaturos de *T.urticae*. Mostra-se a proporção cumulativa de adultos em função do tempo. A sobrevivência total é a proporção cumulativa final que atingiu a idade adulta. Letras maiúsculas diferentes mostram diferença significativa na sobrevivência. Letras minúsculas diferentes mostram diferença significativa no tempo de desenvolvimento ($p < 0,05$).

4. DISCUSSÃO

Neste estudo, evidenciou-se o potencial positivo de *A. tamatavensis* no controle de *T. urticae*. Explicitando o impacto da utilização do pólen de *Typha* sp. como alimento suplementar na quantidade de ovos de *T. urticae* predados, bem como na oviposição de *Amblyseius tamatavensis* (Fig. 1 e 3). Em algumas repetições, onde *A. tamatavensis* era usado como predador de ovos do fitófago, observou-se que os ovos não eram totalmente consumidos. Ao invés disso, eles eram apenas perfurados e acabavam murchando, o que tornava impossível distinguir se foram completamente predados ou apenas perfurados. Diante dessa situação, ressalta-se a necessidade da inclusão de um alimento complementar para melhorar a eficácia predatória de *A. tamatavensis*. No presente trabalho, observou-se que a média de predação dobrou na presença de pólen (Fig. 3).

A adição de pólen como fonte alimentar complementar tende a promover um aumento da população de predadores, ocasionando um melhor estabelecimento e desempenho desses organismos, o que auxilia na diminuição das populações de pragas (Venzon et al., 2016; Goleva & Zebit., 2013; Nomikou et al., 2010). Em um estudo conduzido por Nomikou et al. (2010), evidenciou-se que a eficácia de controle do predador *A. swirskii* em relação a *B. tabaci* foi aprimorada quando houve suplementação de pólen.

A comparação entre as taxas de predação de *A. tamatavensis* e *N. californicus* analisados não revelou diferenças estatísticas significativas quando se alimentaram apenas de ovos do fitófago. A média diária de predação para esses casos foi de aproximadamente 20 ovos de *T. urticae* (Fig. 3). O resultado obtido foi próximo ao encontrado por Cavalcante et al. (2015) em um estudo com *A. tamatavensis* predando ovos de *T. urticae*, relatando uma média diária de 22 ovos predados.

A taxa de oviposição de *A. tamatavensis* sobre imaturos do fitófago e pólen diferiu significativamente em comparação aos tratamentos com ovos de *T. urticae* (Fig. 4). Além disso, foi observada uma diferença estatística na taxa de predação entre os tratamentos de ovos e imaturos do fitófago (Fig. 5). Entretanto, experimentos de preferência de *A. tamatavensis* são necessários para confirmar a predileção por predação entre os diferentes estágios de desenvolvimento do *T.*

urticae. Por exemplo, Akyazi et al. (2018) observaram que *A. swirskii* tinha preferência pelos ovos e ninfas de *T. urticae*, demonstrando uma predileção pelas fases imaturas da presa.

O desenvolvimento e a sobrevivência de *A. tamatavensis* foram avaliados e os resultados indicaram que o pólen e os imaturos de *T. urticae* são boas fontes de alimento para esse ácaro predadores, apresentando alta taxa de sobrevivência e um ciclo de larva até adulto concluído em algumas repetições com apenas três dias (Fig. 6). Por outro lado, quando foram alimentados com ovos de *T. urticae*, verificou-se uma taxa menor de sobrevivência e um desenvolvimento até a fase adulta que pode levar até seis dias para os indivíduos sobreviventes (Fig. 6). Ao serem alimentados com ovos de *Bemisia tabaci*, o desenvolvimento da larva a adulto de *A. tamatavensis* relatado foi de aproximadamente três dias, obtendo-se uma taxa de sobrevivência de 77,3% (Cavalcante et al., 2017).

Foi avaliado aqui, também, a taxa de oviposição de *N. californicus*, uma vez que esse ácaro já é comercializado no Brasil para o controle de *T. urticae*. A taxa de oviposição não demonstrou diferença significativa em relação aos tratamentos com ovos de *T. urticae* e com pólen (Fig. 2). Rodríguez et al. (2006) analisou a influência de diferentes tipos de pólen na fecundidade de *N. californicus* em comparação a sua presa principal, constatando que a fecundidade era maior quando o fitoseídeo se alimentava de *T. urticae*. A dieta com pólen de *Typha angustifolia* também demonstrou uma taxa de oviposição menor para *N. californicus* em comparação ao tratamento utilizando *T. urticae* (Pascua et al., 2020). Os resultados apresentados são contrários ao encontrado no presente estudo, o qual não indicou diferença significativa entre os tratamentos analisados.

Em resumo, observou-se que o *A. tamatavensis* é capaz de reduzir de maneira significativa os estágios iniciais de desenvolvimento do *T. urticae*. Contudo, são necessários estudos adicionais para investigar se as populações estudadas mantêm o mesmo comportamento em condições de cultivo de campo, especialmente diante da presença de outros organismos, como outras pragas e agentes de controle biológico, por exemplo, a mosca-branca e o *Neoseiulus californicus*. Estes podem coexistir simultaneamente em um sistema de cultivo, requerendo uma compreensão mais ampla de suas interações. No caso de duas ou mais espécies predadoras ocorrerem de forma simultânea em um habitat, existe a

possibilidade de ocorrer a predação intraguilda, quando os predadores competem pela mesma presa (Janssen et al., 2006).

Em conclusão, *A. tamatavensis* apresenta-se como um promissor agente de controle biológico de *T. urticae*, predando quantidades de ovos semelhantes às espécies já comercializadas para esse propósito, bem como quantidades significativas de imaturos. No entanto, os ovos não parecem ser adequados nutricionalmente como dieta única, o que requer um alimento complementar para o desenvolvimento do predador, devido às baixas taxas de oviposição observadas. Uma opção viável para suplementar sua dieta seria o uso de pólen. Portanto, ainda são necessárias pesquisas, principalmente em campo, para comprovar a viabilidade dessa abordagem.

5.REFERÊNCIAS

- Barbosa, M. F., Poletti, M., & Poletti, E. C. (2019). Functional response of *Amblyseius tamatavensis* Blommers (Mesostigmata: Phytoseiidae) to eggs of *Bemisia tabaci* (Gennadius)(Hemiptera: Aleyrodidae) on five host plants. *Biological control*, 138, 104030.
- Barros, R., Degrande, P. E., Soria, M. F., & Ribeiro, J. S. F. (2022). Desequilíbrio biológico do ácaro-rajado *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari: Tetranychidae) após aplicações de inseticidas em algodoeiro. *Arquivos do Instituto Biológico*, 74, 171-174.
- Calvo, F. J., Knapp, M., van Houten, Y. M., Hoogerbrugge, H., & Belda, J. E. (2015). *Amblyseius swirskii*: what made this predatory mite such a successful biocontrol agent. *Experimental and Applied Acarology*, 65(4), 419-433.
- Cavalcante, A. C. C., Dos Santos, V. L. V., Rossi, L. C., & Moraes, G. J. D. (2015). Potential of five Brazilian populations of Phytoseiidae (Acari) for the biological control of *Bemisia tabaci* (Insecta: Hemiptera). *Journal of Economic entomology*, 108(1), 29-33.
- Cavalcante, A. C. C., Mandro, M. E., Paes, E. R., & de Moraes, G. J. (2017). *Amblyseius tamatavensis* Blommers (Acari: Phytoseiidae) a candidate for biological control of *Bemisia tabaci* (Gennadius) biotype B (Hemiptera: Aleyrodidae) in Brazil. *International journal of acarology*, 43(1), 10-15.
- Crawley MJ (2013) The R book, 2nd ed. John Wiley & Sons Ltd, Chichester, West Sussex, United Kingdom
- De Clercq, P., Bonte, M., Van Speybroeck, K., Bolckmans, K., & Deforce, K. (2005). Development and reproduction of *Adalia bipunctata* (Coleoptera: Coccinellidae) on eggs of *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Phycitidae) and pollen. *Pest Management Science: formerly Pesticide Science*, 61(11), 1129-1132.

De Clercq, P., Coudron, T. A., Riddick, E. W., Morales-Ramos, J. A., Rojas, G., & Shapiro-Ilan, D. (2014). Mass production of beneficial organisms: invertebrates and entomopathogens.

De Moraes, G. J., McMurtry, J. A., & Denmark, H. A. (1986). A catalog of the mite family Phytoseiidae: references to taxonomy, synonymy, distribution and habitat. A catalog of the mite family Phytoseiidae: references to taxonomy, synonymy, distribution and habitat.

Delisle, J. F., Shipp, L., & Brodeur, J. (2015). Apple pollen as a supplemental food source for the control of western flower thrips by two predatory mites, *Amblyseius swirskii* and *Neoseiulus cucumeris* (Acari: Phytoseiidae), on potted chrysanthemum. *Experimental and Applied Acarology*, 65, 495-509.

Demite, PR, Moraes, GJ de Mcmurtry, JA, Denmark, HA & Castilho, RC (2021) Phytoseiidae Database. Disponível em: www.lea.esalq.usp.br/phytoseiidae . Acesso em: 18 de julho de 2023.

Duarte, M. V., Venzon, M., Bittencourt, M. C. D. S., Rodríguez-Cruz, F. A., Pallini, A., & Janssen, A. (2015). Alternative food promotes broad mite control on chilli pepper plants. *Biocontrol*, 60, 817-825.

Fathipour, Y., Karimi, M., Farazmand, A., & Talebi, A. A. (2017). Age-specific functional response and predation rate of *Amblyseius swirskii* (Phytoseiidae) on two-spotted spider mite. *Systematic and Applied Acarology*, 22(2), 159-169.

Ferla NJ, Marchetti MM & Gonçalves D (2007) Ácaros predadores (Acari) associados à cultura do morango *Fragaria* sp., Rosaceae) e plantas próximas no Estado do Rio Grande do Sul. *Biota Neotropica* 7: 1-8.

França, Félix H.; Barbosa, S.; ÁVILA, A. C. Pragas do pimentão e da pimenta: características e métodos de controle. Embrapa Hortaliças-Artigo em periódico indexado (ALICE), 1984.

Gallo, D., S. Silveira Neto, R.P.L. Carvalho, G.C. de Baptista, E. Berti Filho, J.R.P. Parra, R.A. Zucchi, S.B. Alves, J.D. Vendramim, L.C. Marchini, J.R.S. Lopes & C. Omoto, 2002. *Entomologia Agrícola*. Piracicaba: FEALQ, 920 p.

Ghazy, N. A., & Suzuki, T. (2022). Environmental RNAi-based reverse genetics in the predatory mite *Neoseiulus californicus*: towards improved methods of biological control. *Pesticide Biochemistry and Physiology*, 180, 104993.

Goleva, I., & Zebitz, C. P. (2013). Suitability of different pollen as alternative food for the predatory mite *Amblyseius swirskii* (Acari, Phytoseiidae). *Experimental and applied acarology*, 61, 259-283.

Grbić, M., Van Leeuwen, T., Clark, R. M., Rombauts, S., Rouzé, P., Grbić, V. & Van de Peer, Y. (2011). The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. *Nature*, 479(7374), 487-492.

Guimarães, J. A., Michereff Filho, M., Graciano, F. A. M., Junqueira, A. M. R., & Liz, R. S. (2010). Ácaros predadores no manejo do ácaro rajado em morangueiro no Distrito Federal. Brasília, EMBRAPA, 7p Comunicado Técnico, 76.

Guo, Y., Lv, J., Jiang, X., Wang, B., Gao, Y., Wang, E., & Xu, X. (2016). Intraguild predation between *Amblyseius swirskii* and two native Chinese predatory mite species and their development on intraguild prey. *Scientific reports*, 6(1), 22992.

J.C. van Lenteren, D. Babendreier, F. Bigler, G. Burgio, H.M.T. Hokkanen, S. Kuske, A.J.M. Loomans, I. Menzler-Hokkanen, P.C.J., Van Rijn, M.B. Thomas, M.G. Tommasini, Q.Q. Zeng Environmental risk assessment of exotic natural enemies used in inundative biological control biocontrol, 48 (2003), pp. 3-38

Janssen, A., & Sabelis, M. W. (2015). Alternative food and biological control by generalist predatory mites: the case of *Amblyseius swirskii*. *Experimental and Applied Acarology*, 65, 413-418.

Janssen, A., Montserrat, M., Hillerislambers, R., Roos, A. M. D., Pallini, A., & Sabelis, M. W. (2006). Intraguild predation usually does not disrupt biological control. *Trophic and guild in biological interactions control*, 21-44.

Nomikou, M., Sabelis, M. W., & Janssen, A. (2010). Pollen subsidies promote whitefly control through the numerical response of predatory mites. *Biocontrol*, *55*, 253-260.

Oliveira, H., Janssen, A., Pallini, A., Venzon, M., Fadini, M., & Duarte, V. (2007). A phytoseiid predator from the tropics as potential biological control agent for the spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). *Biological Control*, *42*(2), 105-109.

Opit, G. P., Nechols, J. R., Margolies, D. C., & Williams, K. A. (2005). Survival, horizontal distribution, and economics of releasing predatory mites (Acari: Phytoseiidae) using mechanical blowers. *Biological Control*, *33*(3), 344-351.

Pinheiro, J., Bates, D., DebRoy, S., Sarkar, D., Heisterkamp, S., Van Willigen, B., & Maintainer, R. (2017). Package 'nlme'. Linear and nonlinear mixed effects models, version, 3(1), 336.

Promip (2023) <https://promip.agr.br/amblymip/>. Acessado em 18 de julho de 2023.

Ripley, B., Venables, B., Bates, D. M., Hornik, K., Gebhardt, A., Firth, D., & Ripley, M. B. (2013). Package 'mass'. Cranr, 538, 113-120.

Rodríguez, L. S., Araya, J. E., & Iturriaga, P. (2006). Efecto del tipo de polen sobre la supervivencia, fertilidad y viabilidad de los huevos de "*Neoseiulus californicus*"(McGregor) (Acari: Phytoseiidae) en laboratorio. *Boletín de sanidad vegetal. Plagas*, *32*(4), 619-624.

Sabelis, M. W. (1990). How to analyse prey preference when prey density varies? A new method to discriminate between effects of gut fullness and prey type composition. *Oecologia*, *82*, 289-298.

Sato, M. E., Silva, M. Z. D., Cangani, K. G., & Raga, A. (2007). Seleções para resistência e suscetibilidade, detecção e monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* ao acaricida clorfenapir. *Bragantia*, *66*, 89-95.

Schmidt, R. A. (2014). Leaf structures affect predatory mites (Acari: Phytoseiidae) and biological control: a review. *Experimental and Applied Acarology*, *62*, 1-17.

Song, Z. W., Nguyen, D. T., Li, D. S., & De Clercq, P. (2019). Continuous rearing of the predatory mite *Neoseiulus californicus* on an artificial diet. *Biocontrol*, 64, 125-137.

Therneau, T. (2021). A Package for Survival Analysis in R. R package version 3.1-12. Rochester, MN: Mayo Clinic, April

Van Leeuwen, T., Vontas, J., Tsagkarakou, A., Dermauw, W., & Tirry, L. (2010). Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: a review. *Insect biochemistry and molecular biology*, 40(8), 563-572.

Van Lenteren, J. C., Babendreier, D., Bigler, F., Burgio, G., Hokkanen, H. M. T., Kuske, S., ... & Zeng, Q. Q. (2003). Environmental risk assessment of exotic natural enemies used in inundative biological control. *BioControl*, 48, 3-38.

Venzon, M., Diez-Rodríguez, G. I., Ferraz, C. S., Lemos, F., Nava, D. E., & Pallini, A. (2016). Manejo agroecológico das pragas das fruteiras. *Informe Agropecuário*, 37(293), 94-103.

Villas Bôas, Geni L.; França, Félix H. 2008. Pragas e métodos de controle. In: RIBEIRO CSC; LOPES CA; CARVALHO SIC; HENZ GP; REIFSCHNEIDER FJB (Org.). *Pimentas Capsicum*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008, v.1, p. 127-141.