



**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
CURSO DE AGRONOMIA**

**SISTEMAS PARA CRIAÇÃO DE ÁCAROS PREDADORES,
NEOSEIULUS SP. (PHYTOSEIIDAE), E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL
DE PREDACÃO EM CONDIÇÕES SIMULADAS DE SECA**

MILENA DE ALMEIDA MAGALHÃES

**BRASÍLIA, DF
2023**

MILENA DE ALMEIDA MAGALHÃES

**SISTEMAS PARA CRIAÇÃO DE ÁCAROS PREDADORES,
NEOSEIULUS SP. (PHYTOSEIIDAE), E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL
DE PREDÇÃO EM CONDIÇÕES SIMULADAS DE SECA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma

Orientadora:
PROF^a. DR^a. **RENATA SANTOS DE MENDONÇA**

**BRASÍLIA, DF
2023**

FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

ds de Almeida Magalhães, Milena
Sistemas para criação de ácaros predadores, *Neoseiulus* sp. (Phytoseiidae), e avaliação do potencial de predação em condições simuladas de seca / Milena de Almeida Magalhães; orientador Renata Santos de Mendonça. -- Brasília, 2023.
49 p.

Monografia (Graduação - Agronomia) -- Universidade de Brasília, 2023.

1. *Tetranychus urticae*. 2. *Neoseiulus californicus*. 3. *N. idaeus*. 4. *N. barkeri*. 5. Controle biológico. I. Santos de Mendonça, Renata, orient. II. Título.

Cessão de direitos

Nome da Autora: Milena de Almeida Magalhães

Título: Sistemas para criação de ácaros predadores, *Neoseiulus* sp. (Phytoseiidae), e avaliação do potencial de predação em condições simuladas de seca

Ano: 2023

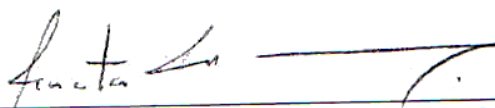
É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desse relatório e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva-se a outros direitos de publicação, e nenhuma parte desse relatório pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor.

**SISTEMAS PARA CRIAÇÃO DE ÁCAROS PREDADORES, *NEOSEIULUS SP.*
(PHYTOSEIIDAE), E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE PREDAÇÃO EM
CONDIÇÕES SIMULADAS DE SECA**

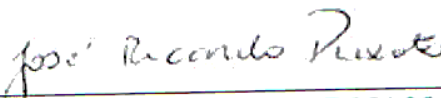
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília, como parte das exigências do curso de Graduação em Agronomia, para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

Aprovado em 24 de fevereiro de 2023.

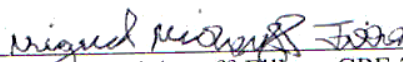
COMISSÃO EXAMINADORA



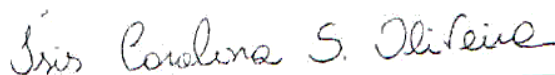
Prof^a. Dr^a. Renata Santos de Mendonça - CPF 102.041.388-33
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV - UnB
Orientadora, e-mail: mendonca.rsm@gmail.com



Prof^o. Dr José Ricardo Peixoto - CPF 354.356.236-34
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV - UnB
Examinador, e-mail: peixoto@unb.br



Dr. Miguel Michereff-Filho - CPF 719.419.249-72
Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Hortaliças)
Examinador, e-mail: miguel.michereff@embrapa.br



M.Sc. Isis Carolina Souto de Oliveira - CPF 017.455.921-64
Doutoranda pelo Instituto de Ciências Biológicas, IB/UnB
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa
Cenargen)
Examinador, e-mail: isis.csoliveira@gmail.com

DEDICATÓRIA

*À minha família e a todos que
me ajudaram a chegar até aqui, dedico*

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, José e Antônia, que sempre me incentivaram nos estudos, por acreditarem no meu potencial e me dar amor incondicional e suporte todos os dias, sem eles nada disso seria possível.

À minha querida orientadora, Prof^a. Dr^a. Renata Mendonça, profissional que admiro, por ter me acolhido desde o meu 4º semestre na UnB, por todos os ensinamentos, amparo e generosidade e, principalmente, por ter tornado a realização desse trabalho muito mais fácil.

À Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia – Cenargen, local onde realizei todos os experimentos e tive contato pela primeira vez com a pesquisa científica.

À Dra. Denise Návia, por ter me recebido tão bem no laboratório de Acarologia na Embrapa desde o meu primeiro dia e ao Dr. Rogério Lopes, com quem trabalhei neste projeto de pesquisa e me ajudou diversas vezes quando precisei. Ambos foram ótimos orientadores enquanto estive no Cenargen.

Ao Miguel Michereff-Filho da Embrapa Hortaliças e ao Prof. José Wagner da Universidade Federal do Ceará, pela contribuição no projeto de pesquisa do qual fizemos parte, fornecendo as plantas e os ácaros necessários.

Às pessoas maravilhosas que conheci no Cenargen e que tornaram os dias no laboratório mais divertidos: Isis Oliveira e Mércia Duarte, pelos conhecimentos sobre o mundo dos ácaros e da vida, vocês sempre me ensinaram tudo com muita paciência; Isadora Quevedo, por ter sido uma parceira de laboratório incrível durante os experimentos desse trabalho, sua ajuda foi imprescindível; Jane Ribeiro e Maria Luiza, pelos bons momentos de vivência e ajuda mútua na Embrapa.

Às minhas amigas da graduação, que estão comigo desde o 1º semestre de UnB, com quem compartilhei momentos de alegria, choro e incertezas ao longo dos anos: Ana Caroline, Ana Karollina, Ana Luisa, Danyella Diniz, Gabriele Bastos e Laura Prado. Graças a vocês todas as minhas experiências na UnB foram muito melhores.

Ao Davi Henrique, meu namorado, que ouviu minhas lamentações durante esse período e me deu suporte emocional.

À Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília pela oportunidade concedida para realização do Curso de Agronomia.

A todos que de alguma forma me aconselharam e contribuíram para a minha vida profissional, muito obrigada!

EPÍGRAFE

Usa a capacidade que tens. A floresta ficaria mais silenciosa se só o melhor pássaro cantasse.

Henry Van Dyke

Há algo infinitamente curativo nos refrões repetidos da natureza: a garantia de que o amanhecer vem depois da noite e a primavera depois do inverno.

Rachel Carson

RESUMO

SISTEMAS PARA CRIAÇÃO DE ÁCAROS PREDADORES, *NEOSEIULUS* SP. (PHYTOSEIIDAE), E AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE PREDUÇÃO EM CONDIÇÕES SIMULADAS DE SECA

O ácaro fitófago *Tetranychus urticae* Koch, conhecido popularmente como ácaro-rajado ou ácaro de teia, é uma espécie de grande importância econômica no mundo pelo vasto número de hospedeiros que ataca e pelos danos causados a eles, provocando perdas na qualidade e na produtividade das culturas. Estudar e aperfeiçoar os mecanismos de controle desta espécie é de suma importância. O controle biológico com ácaros predadores, principalmente os da família Phytoseiidae, tem sido considerado uma alternativa viável, promissora e se encontra em expansão no Brasil e em outros países. O elevado potencial desses inimigos naturais, como técnica complementar ao controle químico, tem impulsionado as pesquisas para a sua utilização em programas de manejo das populações do ácaro-rajado. A performance dos ácaros predadores, entretanto, é influenciada por fatores abióticos, como a umidade relativa (UR), que pode afetar a sua reprodução e sobrevivência. Este trabalho avaliou a metodologia de criação da praga *T. urticae* (presa) e também de três espécies de ácaros predadores em condições de laboratório, *i.e.*, *Neoseiulus californicus* McGregor, *N. idaeus* Denmark & Muma e *N. barkeri* Hugues. Para a criação de *T. urticae* foram utilizadas plantas de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* (L.), cultivadas em vasos e sobre folhas individualizadas mantidas em vasilhas plásticas com tampa. Os ácaros predadores foram mantidos em arenas de criação e alimentados com *T. urticae*, pólen de taboa, *Typha domingensis* (Pers.) Steud., e com o ácaro *Tyrophagus putrescentiae* Schrank, sendo este último fornecido apenas aos predadores *N. barkeri*. Também foi avaliado o desempenho das três espécies de ácaros predadores como agentes de controle biológico sob condições simuladas de seca em laboratório. Foram avaliados os seguintes parâmetros: oviposição, capacidade de predação (consumo de ovos da presa) e eficiência de conversão de alimento ingerido (*ECI*). As três espécies de fitoseídeos mostraram maior interesse alimentar pelo ácaro-rajado e o pólen funcionou como fonte suplementar de alimento. Nos testes de umidade relativa, o valor obtido para condição de seca foi 23% de UR e 94% para condição úmida. *Neoseiulus barkeri* foi o mais afetado pelo baixo nível de umidade, com a oviposição e *ECI* chegando a zero e alta mortalidade nos primeiros dias de experimento. O valor de *ECI* foi menor na condição de seca para os três predadores. O consumo de ovos por *N. californicus* e *N. idaeus* não foi afetado significativamente pela variação de umidade, mas a oviposição foi menor em baixa umidade. *Neoseiulus californicus* e *N. idaeus* apresentaram melhor desempenho como agentes de controle biológico do ácaro fitófago *T. urticae* sob condições de seca simuladas em laboratório no presente estudo.

Palavras-chaves: Ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*, *Neoseiulus californicus*, *Neoseiulus idaeus*, *Neoseiulus barkeri*, controle biológico

ABSTRACT

SYSTEMS FOR REARING PREDATORY MITE, *NEOSEIULUS* SP. (PHYTOSEIIDAE), AND ASSESSMENT OF THE PREDATION POTENTIAL AT SIMULATED DROUGHT CONDITIONS

The phytophagous mite *Tetranychus urticae* Koch, popularly known as two-spotted spider mite or spider mite, is a species of great economic importance in the world due to the vast number of hosts it attacks and the damage caused to them, causing losses in the quality and productivity of horticultural crops. Studying and improving the control mechanisms of this species is of paramount importance. Biological control with predatory mites, mainly those of the Phytoseiidae family, has been considered a viable, promising alternative and is expanding in Brazil and in other countries. The high potential of these natural enemies, as a complementary technique to chemical control, has driven research into their use in programs to manage populations of the two-spotted spider mite. The performance of predatory mites, however, is influenced by abiotic factors, such as relative humidity (RH), which can affect their reproduction and survival. This work evaluated the rearing methodology of the pest *T. urticae* (prey) and also of three species of predatory mites under laboratory conditions, i.e., *Neoseiulus californicus* McGregor, *N. idaeus* Denmark & Muma and *N. barkeri* Hugues. To create *T. urticae*, jack bean plants, *Canavalia ensiformis* (L.), were grown in pots and on individualized leaves kept in plastic containers with lids. The predatory mites were kept in breeding arenas and fed *T. urticae*, dry pollen of the perennial wetland plant, *Typha domingensis* (Pers.) Steud., and the mite *Tyrophagus putrescentiae* Schrank, the latter being fed only to the predatory *N. barkeri*. The performance of the three species of predatory mites as biological control agents under simulated laboratory drought conditions was also evaluated. The following parameters were evaluated: oviposition, predation capacity (consumption of prey eggs) and efficiency of conversion of ingested food (*ECI*). The three phytoseiid species showed greater feeding interest for the two-spotted spider mite and the pollen worked as a supplementary source of food. In the relative humidity tests, the value obtained for the dry condition was 23% RH and 94% for the wet condition. *Neoseiulus barkeri* was the most affected by low humidity, with oviposition and *ECI* reaching zero and high mortality in the first days of the experiment. The *ECI* value was lower in the dry condition for the three predators. Egg consumption by *N. californicus* and *N. idaeus* was not significantly affected by variation in humidity, but oviposition was lower in low humidity. *Neoseiulus californicus* and *N. idaeus* performed better as biological control agents for the phytophagous mite *T. urticae* under simulated laboratory drought conditions in the present study.

Key-words: Two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, *Neoseiulus californicus*, *Neoseiulus idaeus*, *Neoseiulus barkeri*, biological control

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Plantas de feijão-de-porco, <i>Canavalia ensiformis</i> (L.). A. Aspecto da planta de feijão-de-porco saudável para a criação do ácaro fitófago <i>Tetranychus urticae</i> . B. Vista geral da área destinada a criação de ácaros <i>T. urticae</i> em ambiente protegido	21
Figura 2 Arena de criação de <i>Tetranychus urticae</i> mantida em folha de feijão-de-porco	21
Figura 3 <i>Neoseiulus californicus</i> em recipiente comercial	22
Figura 4 Criação estoque permanente de <i>Tetranychus urticae</i> em planta de feijão-de-porco no laboratório de Entomologia e Acarologia da Estação de Quarentena de Germoplasma Vegetal da Embrapa Cenargen.....	27
Figura 5 Criação estoque permanente de <i>Tetranychus urticae</i> em planta de feijão-de-porco no laboratório de Entomologia e Acarologia da Estação de Quarentena de Germoplasma Vegetal da Embrapa Cenargen	28
Figura 6 Gaiolas nas quais eram mantidas as plantas de feijão-de porco-limpas	28
Figura 7 A. Detalhe da tampa das vasilhas usadas como arena na criação de ácaros, com a janela recortada e forrada com tecido em <i>voil</i> ; B. Arena de criação de <i>Neoseiulus californicus</i>	30
Figura 8 Interior da arena de criação de predadores com detalhe para o pecíolo da folha enrolada em algodão úmido	30
Figura 9 Arenas de criação de predadores <i>Neoseiulus barkeri</i> em bandejas cobertas com tecido <i>voil</i>	31
Figura 10 Arenas de <i>Neoseiulus californicus</i> mantidas em câmara B.O.D	31
Figura 11 Criação de <i>Tyrophagus putrescentiae</i>	33
Figura 12 Arena de criação de <i>Neoseiulus barkeri</i> já em ponto de realizar manutenção	33
Figura 13 Arena usada nos experimentos de alimentação com predadores sob condição úmida e seca	35
Figura 14 Detalhe das infestações de <i>Tetranychus urticae</i> em plantas de feijão-de-porco, <i>Canavalia ensiformis</i> , mantidas no Laboratório de Acarologia e Entomologia da Estação de Quarentena de Germoplasma Vegetal da Embrapa Cenargen	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Artrópodes, insetos e ácaros predadores de <i>Tetranychus urticae</i>	19
Tabela 2 Número de ovos de <i>Tetranychus urticae</i> consumidos e oviposição dos predadores <i>Neoseiulus californicus</i> , <i>Neoseiulus idaeus</i> e <i>Neoseiulus barkeri</i> depois de 3 dias sob alta ($96 \pm 2\%$) e baixa ($23 \pm 2\%$) umidade relativa (UR)	40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVOS	16
2.1 Objetivos gerais	16
2.2 Objetivos específicos	16
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
3.1 <i>Tetranychus urticae</i> e o controle biológico de ácaros fitófagos	17
3.2 Criação de ácaros fitófagos.....	20
3.3 Predadores fitoseídeos e métodos de criação	21
3.4 Testes de umidade	24
4 MATERIAL E MÉTODOS	26
4.1 Localização.....	27
4.2 Criação da presa, ácaro-rajado, <i>Tetranychus urticae</i>	26
4.3 Instalação das colônias de ácaros predadores	29
4.4 Manutenção das colônias de ácaros predadores no laboratório.....	32
4.5 Experimentos de alimentação dos ácaros predadores sob condição seca e úmida (montagem de placas	33
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5.1 Metodologia da criação de <i>Tetranychus urticae</i>	36
5.2 Metodologia das criações de ácaros predadores.....	37
5.3. Experimentos de umidade relativa: efeitos de baixa e alta umidade na alimentação e oviposição de espécies de <i>Neoseiulus</i>	39
6 CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES FINAIS	42
7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43

1 INTRODUÇÃO

O ácaro-rajado *Tetranychus urticae* Koch é uma espécie fitófaga da família Tetranychidae. Está entre as espécies de maior relevância em termos de importância econômica no Brasil e no mundo, devido aos prejuízos que causam às culturas agrícolas e às plantas ornamentais (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Entre os ácaros da família Tetranychidae é a espécie que possui o maior número de hospedeiros, infestando cerca de 1161 espécies de plantas (MIGEON; DORKELD, 2022). Os tetraniquídeos são conhecidos popularmente como ácaros de teia porque a produzem em quantidade considerável quando a população está bem desenvolvida. As teias são importantes porque abrigam as populações, auxiliam na proteção contra condições ambientais adversas e contra inimigos naturais, como os ácaros predadores (MORAES; FLECHTMANN, 2008).

O controle químico dessa praga é controverso, pois a ocorrência de resistência aos ingredientes ativos dos acaricidas disponíveis no mercado tem sido relatada nos países onde a espécie sofreu intensa pressão de seleção em razão de aplicações sucessivas de inseticidas e acaricidas (MORAES; FLECHTMANN, 2008; VAN LEEUWEN et al., 2010). No Brasil, os problemas de populações de *T. urticae* resistentes a pesticidas também já foram relatados (SATO et al., 2007). Além de ser um método de controle mais oneroso, o uso de agrotóxicos pode contaminar a água, o solo e causar intoxicações nos aplicadores. Os efeitos nocivos ao meio ambiente como um todo e a presença de resíduos nos vegetais com prejuízos à saúde humana são alertas para o uso criterioso desse método de controle. Uma das formas alternativas de manejo do ácaro-rajado é o controle biológico, um método que consiste no uso de inimigos naturais para limitar os níveis populacionais da praga em questão. No caso dos *T. urticae*, os inimigos naturais mais utilizados no controle biológico são os predadores fitoseídeos (CARRILLO; MORAES; PEÑA, 2015).

A família Phytoseiidae é bastante estudada justamente porque os ácaros pertencentes a ela apresentam grande potencial como agentes de controle biológico, muito usados comercialmente para controlar ácaros-praga (CARRILLO; MORAES; PEÑA, 2015). Algumas das espécies de predadores dessa família são: *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, *Phytoseiulus macropilis* (Banks), *Neoseiulus californicus* McGregor, *Amblyseius swirskii* Athias-Henriot, *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma e *Neoseiulus barkeri* Hugues.

Os fitoseídeos do gênero *Neoseiulus* dividem-se em dois grupos principais em relação aos hábitos alimentares: tipo alimentar II (predadores seletivos de tetraniquídeos) e III (predadores generalistas) (MCMURTRY; CROFT, 1997; MCMURTRY; MORAES; SOURASSOU, 2013). As espécies de predadores do tipo alimentar II, como é o caso de *N. californicus* e *N. idaeus*, são mais estudadas e usadas comercialmente por serem seletivos. Predadores generalistas (tipo III), que se alimentam de uma variedade de presas, ovos e pólen, estão mais presentes nos agroecossistemas, porém recebem menos atenção em relação ao seu potencial como agentes de controle biológico (FAN; PETITT, 1994), como é o caso do ácaro predador generalista *N. barkeri*.

Ácaros tetraniquídeos e predadores apresentam comportamentos diferentes para as mesmas condições ambientais, principalmente em relação à luz, temperatura e umidade (MORAES; FLECHTMANN, 2008). A umidade relativa é um dos principais fatores abióticos que interferem no desenvolvimento dos ácaros, mas não é tão estudada quanto a temperatura (DOKER; KAZAK; KARUT, 2016). Ela afeta ácaros fitófagos e predadores de forma distinta, pois enquanto níveis de baixa umidade atrapalham a predação, oviposição e sobrevivência de predadores (DOKER; KAZAK; KARUT, 2016), o desempenho dos ácaros fitófagos é favorecido com maior longevidade e oviposição, causando mais danos às plantas em épocas do ano com chuvas pouco frequentes.

O Brasil é um país de grande extensão territorial, com clima que varia de um estado para o outro ao longo do ano, sendo a região Centro-Oeste marcada pelo forte período de seca que se estende por meses sem chuva. Conhecer o potencial de predação e desempenho de ácaros fitoseídeos em ambientes de clima árido e semiárido é imprescindível para a utilização desse método de controle nessas condições climáticas, o que justifica a necessidade de testar espécies diversas de *Neoseiulus* sob níveis diferentes de umidade para avaliar o seu comportamento alimentar e a sua oviposição, já que, apesar de haver um número considerável de predadores fitoseídeos disponíveis comercialmente, alguns podem não apresentar eficiência satisfatória nesses ambientes (SOUSA NETO et al., 2019).

O predador *N. idaeus* é uma espécie encontrada naturalmente em regiões áridas (SOUSA NETO et al., 2020), o que lhe confere vantagem, teoricamente, em ambientes de baixa umidade. *Neoseiulus californicus* é encontrado em locais de condições climáticas distintas, com maior amplitude entre os extremos (MORAES et al., 2004), possuindo boa capacidade adaptativa, além de ser uma das espécies de ácaro predador mais usadas no controle biológico

de *T. urticae* no Brasil (BARBOSA et al., 2017). Já *N. barkeri* é um predador promissor de *T. urticae*, sendo bastante afetado pela variação de temperatura (JAFARI et al., 2010). No Brasil, até 2008, havia relatos de ocorrência dessa espécie apenas na região Nordeste (BELLINI, 2008).

No presente trabalho foi estabelecida a metodologia de criação da presa, *T. urticae*, e de três espécies de ácaros predadores, *N. californicus*, *N. barkeri* e *N. idaeus* (Phytoseiidae). Também foram realizados testes de capacidade de predação desses três ácaros predadores sob condições de baixa e alta umidade relativa do ar simuladas em laboratório.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivos gerais

Avaliar o desempenho de três espécies de predadores fitoseídeos (*N. californicus*, *N. idaeus* e *N. barkeri*) como agentes de controle biológico do ácaro tetraniquídeo *Tetranychus urticae* em condições simuladas de seca.

2.2 Objetivos específicos

1. Estabelecer uma colônia do ácaro fitófago, *T. urticae*;
2. Estabelecer e avaliar a metodologia de criação das três espécies de predadores, *N. californicus*, *N. barkeri* e *N. idaeus* (Phytoseiidae);
3. Analisar o desempenho e o comportamento alimentar (predação) de cada espécie de predador sob condições simuladas de seca.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. *Tetranychus urticae* e o controle biológico de ácaros fitófagos

O ácaro fitófago *Tetranychus urticae* Koch, 1835, mais conhecido como ácaro-rajado, é uma das espécies mais relevantes em termos de importância econômica no Brasil em razão do elevado número de culturas que ataca, entre elas morango, pepino, tomate, algodão, feijão comum, mamão, uva, melancia e melão, além de orquídeas e roseiras, causando graves prejuízos a esses hospedeiros (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Na atualização dos hospedeiros de *T. urticae* foram registradas 1.161 plantas de 70 gêneros pertencentes a 128 famílias botânicas (MIGEON; DORKELD, 2022), incluindo plantas silvestres ou cultivadas e ornamentais. A espécie foi originalmente descrita com base em espécimes europeus, sendo considerada nativa de regiões de clima temperado. Apesar da sua origem, é considerada uma espécie cosmopolita com distribuição em todas as zonas climáticas da Europa, Ásia e América do Norte e do Sul (DOMINGOS et al., 2014). *Tetranychus urticae* pertence à família Tetranychidae, que inclui cerca de 1345 espécies válidas. Os tetraniquídeos são conhecidos como ácaros de teia, em inglês *spider mites*, porque muitas espécies possuem o comportamento de produzir teias em quantidade variável, por vezes abundantes (MORAES; FLECHTMANN, 2008). Tetranychidae está entre as famílias de Acari mais importantes em termos de impacto econômico, pois abriga muitas espécies de ácaros considerados pragas agrícolas, com destaque para *T. urticae* (MIGEON; NOUGUIER; DORKELD, 2010).

O *status* de praga deve-se à disponibilidade de hospedeiros suscetíveis e às condições ambientais que, quando favoráveis, aumentam o nível populacional desse ácaro (MICHEREFF-FILHO et al., 2022), colaborando para o crescimento das populações no campo e dos danos às plantas. Outro fator importante para esse aumento é o uso excessivo de pesticidas químicos, agrotóxicos, que afetam também outros artrópodes e inimigos naturais, inclusive os ácaros predadores (BERGERON; SCHMIDT-JEFFRIS, 2020). Os agrotóxicos podem estimular o desenvolvimento de resistência a inseticidas nos ácaros devido algumas características biológicas intrínsecas apresentadas pelos tetraniquídeos, como alta fecundidade, reprodução arrenótoca, alta taxa de mutação e ciclo biológico curto, que se apresentam como uma vantagem adaptativa ao longo das sucessivas gerações quando as populações são expostas frequentemente à aplicação de agrotóxicos (MORAES; FLECHTMANN, 2008; VAN LEEUWEN et al., 2010). De acordo com Mota-Sanchez e Wise (2022), o ácaro *T. urticae* já mostrou resistência a mais de 90 ingredientes ativos.

Os danos ocasionados pela alimentação intensiva dos ácaros combinado com o rápido aumento no tamanho da população tem um efeito negativo sobre a fisiologia da planta, afetando a qualidade e a produtividade (ARCHER; BYNUM JR, 1993; SUEKANE et al., 2012). A destruição completa de plantas foi relatada em campos de batata (GOFTISHU et al., 2016); perdas entre 50 e 80% foram registradas na produção de morango (NYOIKE; LIBURD, 2013) e 50% de perda no rendimento do tomate na região sul da Ásia (JAYASINGHE; MALLIK, 2010). As perdas elevadas ocorreram principalmente quando as infestações foram observadas no início dos cultivos (ARCHER; BYNUM JR, 1993; JAYASINGHE; MALLIK, 2010; SUEKANE et al., 2012).

Entre as formas de biocontrole tem-se o controle biológico, um método que consiste no uso de inimigos naturais, entre eles patógenos, parasitoides e predadores, para controle de um organismo considerado praga. O termo controle biológico foi utilizado pela primeira vez pelo pesquisador Harry S. Smith em 1919, ao citar o uso de inimigos naturais no controle de insetos-pragas (BERTI FILHO; CIOCIOLA, 2002; SMITH, 1919). Os organismos associados ao controle biológico de ácaros fitófagos são os patógenos, alguns insetos e os ácaros predadores.

O CB com patógenos inclui o tratamento com bactérias - *Streptomyces avermitilis* (Burg et al.) ou *Bacillus thuringiensis* Berliner 1915 que podem causar entre 90-100% de mortalidade de fêmeas e 91-99% de mortalidade em ninfas (ZENKOVA et al., 2020) - ou com fungos, como *Beauveria bassiana* (Bals-Criv.) (MARCIC, 2012), *Metarhizium brunneum* Petch (ZÉLÉ et al., 2020), e *M. anisopliae* (Metchnikoff) isolado 442.99, *Hirsutella* spp., isolado 457.99 e *Verticillium lecanii* (Zimm.) isolado 450.99. *Beauveria bassiana* (Naturalis-L) reduziu em 98% o número de ovos, formas juvenis e adultas de *T. urticae* em plantas de tomate (CHANDLER; DAVIDSON; JACOBSON, 2005).

Entre os insetos de ocorrência natural foram registrados percevejos e formigas como predadores importantes de *T. urticae*. Considerando os insetos utilizados comercialmente como agentes de CB, destacam-se os crisopídeos, os percevejos, os dípteros e os coleópteros predadores de diversas famílias (Tabela 1).

O controle biológico do ácaro fitófago *T. urticae*, o feito com ácaros predadores da família Phytoseiidae é bastante difundido. Desde meados da década de 1950, as publicações sobre a família Phytoseiidae ganharam notoriedade, passando essa família a ser muito estudada nas últimas décadas devido ao potencial reconhecido desses ácaros como agentes de controle biológico de ácaros fitófagos (CARRILLO; MORAES; PEÑA, 2015; MCMURTRY, 2010;

MCMURTRY; HUFFAKER; VAN DE VRIE, 1970). Algumas espécies de Phytoseiidae têm sido usadas para desenvolver produtos de biocontrole para comercialização, como por exemplo: *Amblydromalus limonicus* (Gharma & McGregor), *Amblyseius andersoni* (Chant), *A. swirskii* Athias-Henriot, *Hypoaspis* sp. Berlese, *Neoseiulus californicus* McGregor, *N. cucumeris* (Oudemans), *Phytoseiulus persimilis* Athias-Henriot, *Transeius* sp. e *Typhlodromus* sp. (Tabela 1).

Tabela 1 Artrópodes, insetos e ácaros predadores de *Tetranychus urticae*

Grupo	Ordem	Família	Nome comum	Espécie
Insetos	Hemiptera	Anthocoridae	Percevejo	<i>Anthocoris nemorum</i>
	Hemiptera	Anthocoridae	Percevejo	<i>Orius albidipennis</i>
	Thysanoptera	Thripidae	Tripes	<i>Scolothrips longicornis</i>
	Hymenoptera	Formicidae	Formiga Fantasma	<i>Tapinoma elanocephalum</i>
	Neuroptera	Chrysopidae	Crisopídeo	<i>Chrysoperla carnea</i>
	Hemiptera	Miridae	Percevejo	<i>Dicyphus hesperus</i>
	Hemiptera	Anthocoridae	Percevejo	<i>Orius insidiosus</i>
	Hemiptera	Anthocoridae	Percevejo	<i>O. tristicolor</i>
	Hemiptera	Anthocoridae	Percevejo	<i>Orius</i> spp.
	Hemiptera	Anthocoridae	Percevejo	<i>Orius laevigatus</i>
	Hemiptera	Miridae	Percevejo	<i>Macrolophus pygmaeus</i>
	Hemiptera	Miridae	Percevejo	<i>Macrolophus caliginosus</i>
	Diptera	Cecidomyiidae	Mosca	<i>Feltiella acarisuga</i>
	Coleoptera	Staphylinidae	Besouro	<i>Oligota pygmaea</i>
	Coleoptera	Staphylinidae	Besouro	<i>Dalotia coriaria</i>
	Coleoptera	Staphylinidae	Besouro	<i>Parastethorus histrio</i>
	Coleoptera	Coccinellidae	Besouro	<i>Stethorus punctillum</i>
	Coleoptera	Coccinellidae	Joaninha	<i>Coccinella transversalis</i>
	Coleoptera	Coccinellidae	Joaninha	<i>Hippodamia variegata</i>
	Coleoptera	Coccinellidae	Joaninha	<i>Hippodamia convergens</i>
Coleoptera	Coccinellidae	Joaninha	<i>Adalia angulifera</i>	
Coleoptera	Coccinellidae	Joaninha	<i>A. bipunctata</i>	
Coleoptera	Coccinellidae	Joaninha	<i>Eriopsis connexa</i>	
Ácaros	Parasitiformes	Phytoseiidae	Ácaro predador	<i>Amblydromalus limonicus</i>
	Parasitiformes	Phytoseiidae	Ácaro predador	<i>Amblyseius andersoni</i>
	Parasitiformes	Phytoseiidae	Ácaro predador	<i>A. swirskii</i>
	Parasitiformes	Phytoseiidae	Ácaro predador	<i>Hypoaspis</i> sp.
	Parasitiformes	Phytoseiidae	Ácaro predador	<i>Neoseiulus californicus</i>
	Parasitiformes	Phytoseiidae	Ácaro predador	<i>N. cucumeris</i>
	Parasitiformes	Phytoseiidae	Ácaro predador	<i>Phytoseiulus persimilis</i>
	Parasitiformes	Phytoseiidae	Ácaro predador	<i>Transeius</i> sp.
	Parasitiformes	Phytoseiidae	Ácaro predador	<i>Typhlodromus</i> sp.

Fonte: Adaptado de Jakubowska et al. (2022)

Dentre os ácaros dessa família, aqueles do gênero *Neoseiulus* compõem um grupo de predadores versáteis que se alimentam não somente de tetraniquídeos mas também de outros ácaros e até mesmo pólen, sendo as espécies desse gênero classificadas no tipo alimentar II como predadores seletivos de ácaros tetraniquídeos e no tipo alimentar III como predadores generalistas (MCMURTRY; CROFT, 1997; MCMURTRY; MORAES; SOURASSOU, 2013).

Apesar da evolução dos estudos de controle biológico de ácaros, ainda há mais a ser aprofundado, principalmente a respeito do potencial particular de cada espécie de predador em condições ambientais diversas, devido ao fato de fatores abióticos como luz, temperatura e umidade afetarem o desenvolvimento dos ácaros de forma direta e indireta (MORAES; FLECHTMANN, 2008). A umidade relativa é um importante fator limitante no controle biológico de ácaros com predadores fitoseídeos e, mesmo assim, seus efeitos não foram tão estudados quanto os efeitos da temperatura, por exemplo (DOKER; KAZAK; KARUT, 2016). Níveis de umidade mais baixa favorecem o desenvolvimento de ácaros fitófagos e, ao mesmo tempo, prejudicam o desenvolvimento de ácaros predadores, (DINH; SABELIS; JANSSEN, 1988; FERRAGUT et al., 1987; SOUSA NETO et al., 2021; WALZER et al., 2007), afetando sua capacidade de predação, reprodução e sobrevivência (DOKER; KAZAK; KARUT, 2016; WALZER et al., 2007), o que pode dificultar o controle biológico nesses casos.

3.2. Criação de ácaros fitófagos

A criação de *T. urticae* normalmente é feita diretamente nas plantas, sendo que a mais utilizada é o feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* (L.). O feijão-de-porco, além de ser bem aceito pelo *T. urticae*, apresenta outras características que favorecem a criação desses ácaros fitófagos, como folhas largas, crescimento rápido e fácil manejo (BELLINI, 2008). Segundo estudo conduzido por Bustos et al. (2009) que avaliaram o efeito da idade da planta hospedeira, o feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* var. ICA Cerinza), no crescimento de populações de *T. urticae* e sua capacidade de servir como fonte alimentar constante para a manutenção dos ácaros predadores, “o maior número de indivíduos de *T. urticae* foi encontrado em feijoeiros infestados na quarta semana de idade”, corroborando os resultados de outros trabalhos, nos quais maiores quantidades de *T. urticae* foram obtidas em plantas jovens de feijão (BECHINSKI; STOLTZ, 1985; KARBAN; THALER, 1999; OPIT; MARGOLIES; NECHOLS, 2003; ROTEM; AGRAWAL, 2003). Ferreira et al. (2018) descreveram o método

de criação de *T. urticae* diretamente sobre as plantas de feijão-de-porco saudáveis visando a produção constante de ácaros predadores nas propriedades agrícolas (Figura 1 A e B).



Figura 1. Plantas de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* (L.). **A.** Aspecto da planta de feijão-de-porco saudável para a criação do ácaro fitófago *Tetranychus urticae*. **B.** Vista geral da área destinada a criação de ácaros *T. urticae* em ambiente protegido. Fotos: Fabiana Cabral Ferreira (Ferreira et al. 2018).

Outra forma de criação de ácaros fitófagos é com o uso de arenas montadas com folhas destacadas de plantas hospedeiras, com algodão úmido ao redor da folha, dentro de bandejas plásticas (OLIVEIRA et al., 2009) (Figura 2).



Figura 2. Arena de criação de *Tetranychus urticae* mantida em folha de feijão-de-porco. Fotografia: Magalhães, M. A. (2021).

3.3. Predadores fitoseídeos e métodos de criação

Entre os ácaros predadores comercializados do gênero *Neoseiulus* estão as espécies *Neoseiulus californicus* McGregor, *Neoseiulus barkeri* Hugues e *Neoseiulus idaeus* Denmark & Muma (KNAPP et al., 2018; MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA, 2023). Classificado como predador seletivo de tetraniquídeos, o *N. californicus* é amplamente utilizado

como agente de controle biológico de ácaros desde 1985 (KNAPP et al., 2018), sendo uma espécie comercial (Figura 3). Apesar da preferência por tetraniquídeos, essa espécie pode alimentar-se também de ácaros de outros grupos, de artrópodes pequenos e de pólen (GOTOH; TSUCHIYA; KITASHIMA, 2007; MCMURTRY; MORAES; SOURASSOU, 2013). Os predadores *N. californicus* possuem uma boa capacidade de adaptação mesmo com a baixa densidade de presas e a oscilação de temperatura em relação a outros fitoseídeos, apresentando um controle satisfatório de pragas (CROFT; MONETTI; PRATT, 1998; FRAULO; LIBURD, 2007; GRECO; SÁNCHEZ; LILJESTHRÖM, 2005). O potencial de adaptação desse ácaro a ambientes adversos (WALZER et al., 2007) é evidenciado pelo fato da espécie ocorrer naturalmente em locais com condições climáticas diversas, como América do Sul, Norte da África e Europa (MORAES et al., 2004).



Figura 3. *Neoseiulus californicus* em recipiente comercial. Fotos: PROMIP.

O fitoseídeo *N. barkeri* é um predador generalista que se alimenta de ácaros de produtos armazenados, tetraniquídeos, tripses, ovos de mosca-branca e pólen (FAN; PETITT, 1994), sendo muito utilizado comercialmente no controle biológico de tripses (GERSON; SMILEY; OCHOA, 2003; KNAPP et al., 2018). Alguns estudos em laboratório mostraram que *N. barkeri* tem um potencial promissor como predador de *T. urticae* (BELLINI, 2008; FAN; PETITT, 1994; MOMEN, 1996). Além disso, segundo JAFARI et al. (2010) a predação de *T. urticae* por *N. barkeri* foi significativamente afetada pela variação de temperatura. A taxa de sobrevivência de *N. barkeri* aumentou sob calor e estresse de dessecação, com temperaturas entre 25°C e 38°C, com umidade relativa do ar de 50% (HUANG et al., 2019).

O *N. idaeus* é um predador seletivo de ácaros tetraniquídeos, mas que se alimenta também de outros grupos de ácaros e de pólen (MCMURTRY; MORAES; SOURASSOU, 2013; SOUSA NETO et al., 2021). De acordo com o estudo feito por Reichert et al. (2016a), *N. idaeus* conseguiu se desenvolver e reproduzir satisfatoriamente alimentando-se exclusivamente de tetraniquídeos (*T. urticae* ou *T. ludeni* Zacher) (SOUSA NETO et al., 2019).

Esta espécie ocorre em diferentes regiões da América do Sul e possui “importantes características no contexto de ambientes áridos e semiáridos” (SOUSA NETO et al., 2020). Seu potencial como agente de controle biológico é muito conhecido pelo sucesso da introdução desses predadores no Benim, país africano, em 1989 para controlar o ácaro-verde-da-mandioca, *Mononychellus tanajoa* Bondar (Tetranychidae) (COLLIER et al., 2007; YANINEK et al., 1991).

Para fazer o estudo desses ácaros predadores em laboratório é necessário manter uma criação artificial das espécies de interesse, sendo que, geralmente, a criação de predadores é mais difícil do que a de ácaros fitófagos porque exige também a criação da presa, principalmente aquelas que são fonte alimentar específica (BELLINI, 2008).

Muitos autores desenvolveram diferentes métodos de criação de predadores ao longo do tempo. Um dos métodos mais utilizados até hoje foi descrito por McMurtry e Scriven (1965) e que:

Consiste em uma bandeja contendo em seu interior uma lâmina de espuma de polietileno sobre a qual se coloca uma lâmina de material inerte que servia de substrato aos predadores. A espuma é encharcada com água destilada para evitar a fuga dos ácaros. A partir disso, algumas variações deste mesmo método começaram a ser desenvolvidas para a criação de predadores como, utilizando-se folhas ao invés de material inerte como papelão (RASMUSSEN, 1970), substituindo a espuma por isopor (THEAKER; TONKS, 1977) ou por madeira e vidro (KRISHNAMOORTHY, 1982), ou ainda usando uma mistura de óleo e vaselina/graxa para evitar a fuga dos ácaros, ao invés de água (KAMBUROV, 1966) (SILVA, 2015, p. 23).

Outro método muito usado foi o proposto por Mesa e Bellotti (1986), no qual as criações foram mantidas em recipientes de plástico com tampa, contendo em seu interior prateleiras de fios de nylon espaçadas para manter a aeração. Nessas prateleiras eram colocadas folhas infestadas com ácaros fitófagos, de forma alternada, de modo que quando a primeira folha se deteriorasse, outra folha infestada era colocada na segunda prateleira para que os predadores migrassem para a nova folha, e assim sucessivamente.

Anos antes, BALLARD (1953) utilizou uma folha de feijão colocada sobre uma camada de algodão úmido. Esse algodão, por sua vez, foi colocado sobre uma folha de masonite (placa fina de fibra de alta densidade) e sobre a folha foi posicionado um acrílico com um furo pequeno.

O modelo de Reis e Alves (1997) foi composto por arenas flutuantes. Na base de uma bandeja, agulhas de costura com a ponta para cima eram fixadas com um adesivo de silicone,

dispostas distantes umas das outras. Um disco de lâmina plástica preta era fixado na ponta das agulhas, sendo que estes discos se deslocavam para cima e para baixo conforme o nível da água dentro da bandeja. Os predadores ficavam em cima dessa lâmina plástica e se alimentavam de pólen de mamona (*Ricinus communis*). Este modelo apresentou algumas desvantagens em relação à barreira de água, pois, embora eficiente para impedir a fuga dos ácaros, ela dificultava o manuseio das arenas na bandeja.

Ácaros predadores também podem ser criados diretamente em plantas previamente infestadas com fitófagos em estufas (RISTICH, 1956). Para se obter boa eficiência no desenvolvimento de predadores neste modelo de criação, é fundamental que a introdução do predador seja feita no momento certo, quando houver quantidade suficiente de presas que permita “o aumento de produção do predador durante o ciclo da planta hospedeira” (BELLINI, 2008). Ferreira et al. (2018) descreveram um modelo de criação de *Phytoseiulus macropilis* e *N. californicus* em plantas de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis*, com complemento adicional de pólen de mamona ou taboa para os *N. californicus*, que foi espalhado sobre a planta com cuidado, já que o pólen pode atrair outros insetos que atacam também os ovos do ácaro predador, como por exemplo tripses e coleópteros.

3.4. Testes de umidade

O bioma Cerrado é predominante no Centro-Oeste do Brasil (SANO et al., 2007), sendo uma região marcada por duas estações bem definidas, inverno seco e verão chuvoso. Nos meses de maio a setembro, os índices pluviométricos caem, chegando a zero por determinado período de tempo, resultando em meses de estiagem nos quais os índices de umidade relativa podem ficar abaixo de 20% (COUTINHO, 2002). Ácaros tetraniquídeos desenvolvem-se melhor (maior postura de ovos e longevidade) em condições de baixa umidade relativa, o que não ocorre com os ácaros predadores da família Phytoseiidae (CARVALHO et al., 2018; WALZER et al., 2007).

Para ser considerado um eficiente agente de controle biológico de *T. urticae* na região Centro-Oeste, o ácaro predador deve apresentar boa capacidade de predação durante o período de seca na região, rápido crescimento populacional e controle eficiente da praga (SOUSA NETO et al., 2021; WALZER et al., 2007). Apesar do número de ácaros predadores disponíveis no mercado para serem usados comercialmente, alguns podem não apresentar a eficiência esperada em ambientes de baixa umidade (WALZER et al., 2007) como ocorre na região

Centro-Oeste, podendo tornar o controle de *T. urticae* um problema nessas áreas. Por essa razão, os efeitos de baixa e alta umidade relativa no comportamento alimentar e oviposição de ácaros predadores deve ser testada.

Testes de umidade para avaliar o comportamento de ácaros predadores foram conduzidos por Weintraub e Palevsky (2008) em Israel. Os autores utilizaram plantas de pimentão em estufas, infestadas com *T. urticae*. Uma quantidade conhecida de predadores foi liberada nas plantas no outono e na primavera por três anos consecutivos, sendo a temperatura e a umidade dentro da estufa monitorada diariamente. Os resultados encontrados foram satisfatórios em relação ao controle de *T. urticae* pelo predador *N. californicus* em condições áridas.

A metodologia utilizada no experimento de Walzer et al. (2007) para os testes de umidade com predadores consistiu em arenas individuais com uma espécie de ladrilho em cima de uma espuma encharcada de água, dentro de uma caixa plástica. Essas arenas foram mantidas em gaiolas fechadas, feitas com uma placa de acrílico coberta com uma lâmina de microscopia. Valores estáveis de umidade foram mantidos com solução salina saturada e insaturada. As gaiolas foram colocadas em uma câmara climática com condições ambientais constantes, monitoradas com registrador de dados para variáveis analógicas (*data loggers*).

4 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi constituído por três atividades principais realizadas simultaneamente, a saber: manutenção das colônias de ácaros fitófagos; criação artificial de ácaros predadores e; experimentos de umidade relativa com os ácaros predadores.

4.1. Localização

A criação de ácaros fitófagos (presa) e predadores foi mantida no Laboratório de Entomologia e Acarologia, no antigo prédio da Estação Quarentenária de Germoplasma Vegetal (PQGV), e os experimentos de umidade relativa ocorreram no Laboratório de Micologia de Invertebrados, no prédio do Controle Biológico (PCB), ambos localizados na Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia - Cenargen, Parque Estação Biológica, PqEB, Avenida W5 Norte, Brasília, Distrito Federal, CEP 70770-917, no período de outubro de 2020 a agosto de 2021.

4.2. Criação da presa, ácaro-rajado, *Tetranychus urticae*

Para se obter uma criação estoque de *T. urticae* no Laboratório de Entomologia e Acarologia da Embrapa Cenargen foram executadas duas etapas: 1) preparo do substrato, ou seja, da planta hospedeira da qual o ácaro fitófago se alimenta, 2) preparo de vasilhas plásticas para criação das presas em recipientes fechados e, 3) obtenção de populações puras do ácaro-rajado. A planta hospedeira utilizada foi o feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis* (L.).

As plantas foram semeadas em vasos nas estufas na Embrapa Hortaliças, localizada na BR 060 Km 09, Gama, Distrito Federal, CEP 70275-970. O cultivo em estufas visou diminuir as infestações de pragas nas folhas, aumentando as chances de se obter vasos com plantas limpas. O transporte das plantas da Embrapa Hortaliças para o Laboratório de Entomologia e Acarologia (Embrapa Cenargen) foi feito a cada 20 dias, aproximadamente, ou sempre que necessário para manter as criações dos ácaros fitófagos (*T. urticae*). Uma vez que as plantas de feijão-de-porco chegavam à Embrapa Cenargen, era realizada a limpeza das folhas com algodão umedecido para retirar pequenos artrópodes que poderiam estar presentes, como pulgões, tripses ou até mesmo outras espécies de ácaros. Posteriormente, foi feita a infestação das plantas limpas

com o ácaro-rajado. As populações de ácaro rajado também foram obtidas a partir da criação mantida na Embrapa Hortaliças em plantas de feijão-de-porco previamente infestadas.

Assim, foi mantida no Laboratório de Entomologia e Acarologia (Embrapa Cenargen) uma criação estoque permanente da presa (ácaro-rajado, *T. urticae*) sobre plantas limpas de feijão-de-porco cultivadas em vasos. Para a infestação, folhas infestadas com populações de ácaro-rajado foram acomodadas sobre as folhas limpas (Figura 4). A transferência ocorreu de forma natural pelo caminhamento das folhas ressecadas e retorcidas devido a alimentação dos ácaros para as folhas novas e limpas. A criação de *T. urticae* foi mantida em sala com condições controladas (25 ± 2 °C com 12 horas de luminosidade) (Figura 5) (MICHEREFF-FILHO et al., 2022). Quando a planta hospedeira já estava bastante danificada, colocava-se uma nova planta limpa ao lado dela para que os ácaros se dispersassem naturalmente da folha danificada para a folha nova. A planta antiga foi descartada depois de alguns dias. Para acelerar esse processo de dispersão, as folhas infestadas foram cortadas e os pedaços colocados em cima das folhas novas. As plantas limpas permaneceram em um laboratório separado dentro de uma gaiola com laterais de *voil* para manter as plantas livres de insetos, com a entrada e a parte posterior de plástico transparente para a entrada de luz (Figura 6).



Figura 4. Criação estoque permanente de *Tetranychus urticae* em planta de feijão-de-porco no laboratório de Entomologia e Acarologia da Estação de Quarentena de Germoplasma Vegetal da Embrapa Cenargen. Fotografia: Quevedo, I. A. (2021)



Figura 5. Criação estoque permanente de *Tetranychus urticae* em planta de feijão-de-porco no laboratório de Entomologia e Acarologia da Estação de Quarentena de Germoplasma Vegetal da Embrapa Cenargen. Fotografia: Mendonça, R. S. (2021)



Figura 6. Gaiolas nas quais eram mantidas as plantas de feijão-de-porco limpas. Fotografia: Michereff-Filho (2022)

Adicionalmente foram mantidas criações da presa, *T. urticae*, em vasilhas plásticas iguais às utilizadas nas criações dos ácaros predadores. O método de criação em vasilhas plásticas está detalhadamente descrito no item subsequente (4.3). A manutenção de criações da presa, *T. urticae*, em vasilhas foi utilizada como reserva de segurança (*backup*) caso ocorresse algum problema com as plantas cultivadas nos vasos.

4.3. Instalação das colônias de ácaros predadores

Os ácaros predadores *Neoseiulus californicus* foram adquiridos na PROMIP (<https://promip.agr.br/>), empresa de Engenheiro Coelho, São Paulo, que comercializa bio defensivos agrícolas, produtos biológicos e serviços especializados para a implementação de Programas de Manejo Integrado de Pragas. A embalagem continha cerca de 5.000 predadores em substrato de vermiculita. *Neoseiulus idaeus* e *N. barkeri* foram obtidos de colônias já estabelecidas na Universidade Federal do Ceará (UFC) e gentilmente cedidos pelo professor José Wagner da Silva Melo (Departamento de Fitotecnia, Laboratório de Acarologia Aplicada à Produção Vegetal) em Fortaleza, Ceará. Os espécimes de *N. idaeus* foram originalmente coletados em mamão (*Carica papaya* L.) e os de *N. barkeri* em um campo cultivado com pimentão (*Capsicum annuum* L.), ambas as áreas localizadas em regiões semiáridas do Nordeste brasileiro (MICHEREFF-FILHO et al., 2022).

A metodologia adotada para a criação de ácaros predadores em laboratório foi semelhante à descrita por McMurtry e Scriven (1965), com algumas adaptações. As colônias de predadores foram montadas em vasilhas de plástico de tamanhos diversos com tampa, sendo que um pedaço da tampa foi cortado e um tecido *voil* colado com cola quente para vedar a janelinha aberta, servindo como ventilação (Figura 7A). Dentro das vasilhas colocou-se um pedaço de espuma, como um estofado de base, de aproximadamente 2 cm de espessura, sendo o tamanho da espuma menor do que a área da vasilha, tomando-se o cuidado para que a espuma não encostasse nas bordas. No fundo da vasilha colocou-se água para servir de barreira extra para evitar a fuga dos ácaros e para manter a umidade do ambiente interno de criação. Sobre a espuma foi colocada uma folha de plástico preta, recortada de uma capa plástica de polipropileno utilizada para encadernações. Ao redor da folha preta, rodeando todas as margens, colocou-se algodão úmido, que serviu como barreira para os ácaros. No centro da folha de plástico preta acomodou-se uma folha de feijão-de-porco, *C. ensiformis*, infestada com o ácaro-

rajado, *T. urticae* (Figura 7B). O pecíolo da folha foi mantido enrolado em um algodão úmido em contato com a água (Figura 8)

Algumas arenas eram mantidas em bandejas maiores que comportavam duas espumas juntas lado a lado, compondo duas arenas independentes no interior da bandeja, que foi coberta com o tecido *voil*. O tecido permaneceu esticado com fitas adesivas que envolviam as bordas da bandeja (Figura 9).



Figura 7. **A.** Detalhe da tampa das vasilhas usadas como arena na criação de ácaros, com a janela recortada e forrada com tecido em *voil*. Fotografia: Quevedo, I. A. (2021); **B.** Arena de criação de *Neoseiulus californicus*. Fotografias: Magalhães, M. A. (2021)



Figura 8. Interior da arena de criação de predadores com detalhe para o pecíolo da folha enrolada em algodão úmido. Fotografia: Mendonça, R. S. (2022)

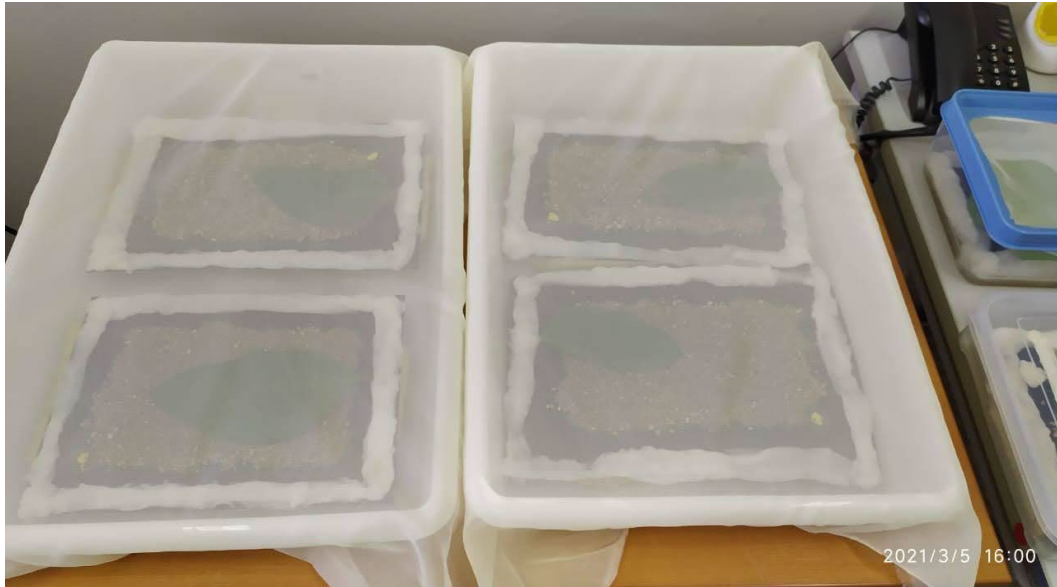


Figura 9. Arenas de criação de predadores *Neoseiulus barkeri* em bandejas cobertas com tecido voil. Fotografia: Quevedo, I. A. (2021)

Para estabelecer as colônias de *N. californicus* e *N. barkeri*, os ácaros foram colocados nas arenas junto com o substrato vermiculita para evitar o trabalho manual de pegar um por um. Ao longo do tempo, enquanto a manutenção das arenas era feita, a vermiculita foi sendo retirada aos poucos quando os predadores já haviam se dispersado para a folha infestada. Para a multiplicação das colônias, os predadores foram divididos em várias arenas, de modo que haviam 15 colônias simultâneas de *N. californicus*, cinco colônias de *N. barkeri* e duas colônias de *N. idaeus*. As arenas de cada espécie ficavam em salas diferentes para evitar contaminação, sendo que as arenas de *N. californicus* eram as únicas mantidas em câmaras B.O.D. com controle de temperatura e luminosidade (Figura 10).



Figura 10. Arenas de *Neoseiulus californicus* mantidas em câmara B.O.D. Fotografia: Magalhães, M. A. (2021)

4.4. Manutenção das colônias de ácaros predadores no laboratório

A manutenção das colônias de predadores foi feita de modo muito semelhante para as três espécies de ácaros predadores: *N. californicus*, *N. idaeus* e *N. barkeri*. As folhas velhas dentro das vasilhas foram retiradas quando já não havia mais alimento (*T. urticae*) e substituídas por novas folhas infestadas. Além de *T. urticae*, foi fornecido pólen de taboa, *Typha domingensis* (Pers.) Steud., uma planta perene encontrada em áreas alagadas, para todos os três predadores como fonte alimentar adicional (MICHEREFF-FILHO et al., 2022).

Nas criações de *N. barkeri* também foi oferecido o ácaro *Tyrophagus putrescentiae* como alimento complementar. Essa espécie infesta produtos armazenados (cereais, legumes, sementes e frutas) e alimentos com alto teor de gorduras ou proteínas. As colônias de *T. putrescentiae* foram adaptadas com base na descrição de Freire e Moraes (2007). *Tyrophagus putrescentiae* foi mantido em vasilhas plásticas com tampa contendo uma janela na lateral da vasilha e outra na tampa, ambas cobertas com tecido *voil* para evitar a fuga e permitir melhor ventilação (Figura 11). Nas vasilhas, a fonte de alimento base foi ração de cachorro triturada, oferecida como um farelo, sendo que cerca de duas vezes por semana essas vasilhas foram levemente sacudidas para manter a aeração. Com o auxílio de uma colher foram retiradas pequenas porções desse farelo contendo os ácaros, *T. putrescentiae*, e foram colocadas nas arenas dos *N. barkeri* de forma espalhada (Figura 12).

O algodão úmido também foi trocado sempre que apresentava sujeira e aspecto lamacento. Quando se observou grande quantidade de adultos e ninfas em alguma das arenas, novas foram preparadas, passando-se alguns desses ácaros para as novas vasilhas.

A manutenção das arenas de *N. californicus* foi realizada com mais frequência, *i.e.*, de duas a três vezes na semana, dependendo da disponibilidade de alimento, da quantidade de predadores e a da velocidade de predação em cada vasilha. Já nas arenas de *N. idaeus* a manutenção foi realizada somente uma vez na semana devido à baixa quantidade de ácaros. Nas arenas de *N. barkeri*, a manutenção foi feita depois de observação na lupa, para acompanhar com maior cuidado os ácaros *T. putrescentiae* e para observar quando havia baixa disponibilidade de alimento.

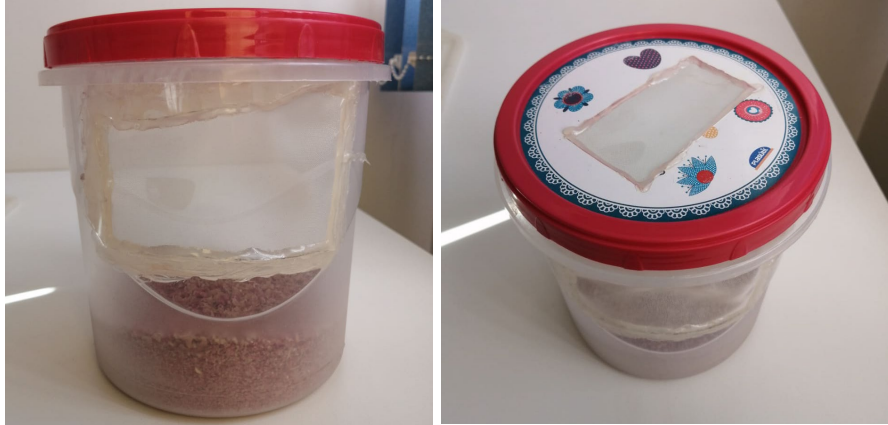


Figura 11. Criação de *Tyrophagus putrescentiae*. Fotografia: Quevedo, I. A. (2021)



Figura 12. Arena de criação de *Neoseiulus barkeri* já em ponto de realizar manutenção. Fotografia: Quevedo, I. A. (2021)

4.5. Experimentos de alimentação dos ácaros predadores sob condição seca e úmida (montagem das placas)

Os experimentos com as três espécies de predadores, *N. californicus*, *N. idaeus* e *N. barkeri*, sob condições de baixa e de alta umidade relativa (UR) foram realizados em placas de

Petri com tampa. Nas tampas de cada placa foram colocados 6 ml de ágar (1,5%) e posteriormente, com o ágar já endurecido, foi colocado sobre o ágar um disco da folha de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis*, de aproximadamente 4,5 cm de diâmetro. Na base da placa foi feito um orifício redondo com 3 cm de diâmetro. Essa placa perfurada foi posicionada sobre a tampa contendo o ágar e a folha, de modo que somente o centro da folha permaneceu exposto às condições do ambiente. O uso da tampa possibilitou a manutenção da folha verde e da umidade do ágar por mais tempo. Nas bordas da arena aplicou-se cola entomológica para evitar a fuga dos ácaros (Figura 13).

As placas foram montadas no dia anterior ao experimento e cerca de 10 fêmeas adultas do ácaro-rajado, *T. urticae*, foram transferidas para cada uma das placas para se aguardar a oviposição. No dia seguinte os ovos foram contados e as fêmeas retiradas das arenas, sendo que normalmente o número de ovos em cada placa ficou ao redor de 40. Como os ovos foram a única fonte de alimento, o experimento foi avaliado até que todos os ovos fossem consumidos. Em cada arena foi colocado um único adulto predador. As condições de umidade relativa (UR) foram simuladas no interior de câmeras climatizadas B.O.D. (**Biochemical Oxygen Demand = Demanda Bioquímica de Oxigênio**) separadas para cada uma das espécies de predador, sendo que na condição de seca a UR foi mantida em $25 \pm 1\%$. Para atingir a condição de alta umidade ($95 \pm 1\%$ de UR) as arenas foram colocadas em caixas plásticas com tampa, forradas com papel toalha molhado no fundo. A temperatura ficou em torno de 25°C em ambas as câmaras e tanto a umidade relativa quanto a temperatura foram monitoradas continuamente com o auxílio de um *datalogger* que ficou no interior das bandejas contendo as arenas.

Os testes nas condições seca e úmida foram realizados com as três espécies de predadores de forma simultânea e ao longo do tempo para que os ácaros adultos utilizados fossem de gerações distintas. As datas de realização dos ensaios foram consideradas como blocos experimentais, sendo que foram avaliados individualmente 25 adultos de *N. californicus* na condição seca e 25 na condição úmida; 29 adultos de *N. barkeri* na condição seca e 29 na condição úmida e 26 adultos de *N. idaeus* na condição seca e 26 na condição úmida.

O consumo de ovos de *T. urticae* pelos predadores foi avaliado três dias após a liberação do ácaro predador nas arenas. A eficiência de conversão de alimento ingerido (*ECI*) em biomassa de ovos para cada espécie de predador em ambas as condições de umidade/seca foi calculada com a equação utilizada por Omkar e Pervez (2004), i.e.:

$$ECI = \frac{(No * 100)}{Nc}$$

Onde:

N_o = número médio de ovos postos por fêmea em cada condição de umidade/seca;

N_c = número médio de ovos de *T. urticae* consumidos por cada fêmea em cada condição de umidade/seca (MICHEREFF-FILHO et al., 2022).



Figura 13. Arena usada nos experimentos de alimentação com predadores sob condições úmida e seca. Fotografia: Magalhães, M. A. (2021)

Os dados dos ensaios que avaliaram os efeitos da umidade relativa no consumo de ovos e na oviposição dos predadores foram apresentados como médias e erro padrão das médias, e foram testados para homogeneidade da variância com o teste de *Levene* e para normalidade com teste de *Shapiro-Wilk*. As repetições nas quais os predadores não foram encontrados ou morreram na cola no primeiro dia não foram consideradas na análise de dados, o que resultou em um conjunto final de dados desiguais para avaliação. Os dados obtidos foram submetidos à ANOVA (Análise de Variância) de dois fatores e teste de *Tukey* com $p < 0,05$, para testar os efeitos de umidade relativa e a influência nos predadores. A análise dos dados foi feita no programa SAS (*Statistical Analysis Software*).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os métodos usados nas criações, tanto para os ácaros fitófagos *T. urticae* como para os ácaros predadores, foram bastante satisfatórios e possibilitaram a instalação dos ensaios de seca.

5.1. Metodologia da criação de *Tetranychus urticae*

As criações de *T. urticae* nas plantas de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis*, dentro do laboratório foram bem-sucedidas. As gerações de ácaro-rajado desenvolviam-se rapidamente nas plantas, algumas vezes chegando a populações tão numerosas que as plantas se deterioravam em uma semana (Figura 14).



Figura 14. Detalhe das infestações de *Tetranychus urticae* em plantas de feijão-de-porco, *Canavalia ensiformis*, mantidas no Laboratório de Entomologia e Acarologia da Estação de Quarentena de Germoplasma Vegetal da Embrapa Cenargen. Fotografias: Mendonça, R. S. (2022)

Manter os estoques de plantas limpas em um laboratório separado foi essencial para continuar as infestações de forma sucessiva, já que as plantas vindas da Embrapa Hortaliças eram entregues no Cenargen duas vezes por mês, aproximadamente. As criações reservas mantidas nas bandejas cobertas com tecido *voil* também foram eficazes, pois facilitou a retirada e a transferência das fêmeas adultas de *T. urticae* das arenas de criação para os ensaios de umidade dessas arenas, além de manterem afastadas pragas indesejáveis como os tripses, que

sempre apareciam nas criações feitas nas plantas de feijão-de-porco. Essas arenas, porém, necessitaram de um cuidado maior nas manutenções, já que foi preciso fazer a troca do algodão e da folha velha periodicamente. Na maioria dos experimentos de laboratório, as criações de *T. urticae* são feitas em *Canavalia ensiformis* mas uma alternativa eficiente é a planta de feijoeiro comum, *Phaseolus vulgaris* (BUSTOS et al., 2009).

5.2. Metodologia das criações de ácaros predadores

Em relação aos predadores, a espécie *N. californicus* foi a que se desenvolveu em maior quantidade, não somente pelo montante inicial de ácaros transferidos para as colônias, mas foi observado que a reprodução e o ciclo de desenvolvimento foram mais acelerados nas arenas de criações ao longo dos experimentos em relação a *N. idaeus* e *N. barkeri*. Resultados similares foram observados na literatura. De acordo com Toldi et al. (2013), a duração média do ciclo biológico (ovo a adulto) de *N. californicus* criado com *T. urticae* foi em média de 5,52 dias e 8,89 dias em diferentes hospedeiros (EL-LAITHY; EL-SAWI, 1998). Rhodes e Liburd (2005) relataram que o tempo de desenvolvimento variou de 4,0 a 12,0 dias, conforme a temperatura. Períodos mais longos de desenvolvimento foram observados para *N. idaeus*: 9,5 dias (MORAES; SILVA; MOREIRA, 1994) e 10,15 a 12,62 dias (COLLIER et al., 2007); e *N. barkeri*: 17,91 a 23,18 (HUANG et al., 2013) e 9,92 a 18,82 dias (AL-SHEMMARY, 2018). *Neoseiulus californicus*, sempre que necessário, foi adquirido de forma a suplementar na PROMIP para incrementar a criação, o que possibilitou a maior distribuição de predadores por arena de criação. Alguns ensaios e testes demandaram um grande número de predadores, com cerca de 300 espécimes em uma semana, e as criações de *N. californicus* sempre supriram a demanda ao longo do trabalho de pesquisa. Observou-se também a preferência alimentar dessa espécie de predador pelos ácaros fitófagos *T. urticae* em detrimento do pólen, alimentando-se deste somente quando havia pouca disponibilidade de tetraniquídeos. Além disso, constantemente houve a necessidade de novas arenas para comportar as novas proles de *N. californicus* quando as arenas correntes ficavam superlotadas. As novas arenas foram feitas com a transferências dos ácaros adultos.

Experimentos realizados por PASCUA et al. (2020) avaliaram a sobrevivência, o tempo de desenvolvimento e a reprodução de *N. californicus* quando alimentados somente com *T. urticae* ou com pólen de *Typha angustifolia* (Pers.) Steud e com ambas as dietas. Os resultados mostraram que, quando alimentadas somente com pólen, as fêmeas levaram mais tempo para se desenvolver e a taxa de oviposição foi maior para as dietas contendo *T. urticae*, indicando

que, apesar de não melhorar o desenvolvimento desse predador, na ausência de ácaros rajados o pólen pode ajudar a manter as populações de *N. californicus*.

O predador *N. barkeri* apresentou boa adaptação nas arenas utilizadas. Em relação aos hábitos alimentares notados durante os experimentos, observava-se sempre uma grande quantidade desses predadores sobre o pólen. A quantidade disponível de *T. putrescentiae* nas arenas era mais difícil de ser visualizada em um primeiro momento porque estes ácaros ficavam misturados junto com vermiculita e ração, sendo necessário revolver essa mistura para encontrá-los. As manutenções eram feitas semanalmente e novas folhas infestadas com *T. urticae* eram repostas nas arenas, mas quando havia uma baixa nas criações de fitófagos, as populações de *N. barkeri* se mantinham bem apenas com pólen e *T. putrescentiae*.

De acordo com estudos feitos por MOMEN (1995), indivíduos da espécie *N. barkeri* tiveram o desenvolvimento completo, de larva a adulto, quando alimentados com *T. urticae* e com o ácaro eriofídeo *Eriophyes dioscoridis*, o que não ocorreu quando havia somente pólen de *Ricinus communis* como alimento. A reprodução de *N. barkeri*, porém, pode ser favorecida por pólen de outras espécies, como apontou BELLINI (2008) ao observar que esse predador apresentou alta fecundidade quando alimentado com pólen de *Typha angustifolia*. Há também constatações de que fêmeas de *N. barkeri* alimentadas com *T. urticae* ovipositaram mais do que quando alimentadas com *T. putrescentiae* (ZHANG, 2003). A disponibilidade de alimentos secundários, em geral, aumentou a capacidade de sobrevivência do predador em períodos em que sua fonte primária de alimentação foi baixa (MOMEN, 1995).

A primeira tentativa de estabelecer criações de *N. idaeus* em laboratório apresentou problemas. Foram feitas somente duas arenas, inicialmente, devido à baixa quantidade de predadores disponíveis dessa espécie. Durante as manutenções dessas colônias, foram notadas duas ocorrências: 1) o número de predadores *N. idaeus* estava abaixo do esperado e 2) a presença de um ácaro invasor do gênero *Proctolaelaps* sp. que se manteve, principalmente, no algodão molhado que servia de barreira nas arenas, ou próximo a ele, e nos pecíolos com fungos das folhas. As arenas tiveram que ser refeitas, passando-se os poucos *N. idaeus* adultos restantes para novas vasilhas. Cerca de um mês depois não foram mais encontrados *N. idaeus* vivos e as arenas foram descartadas. Não se sabe ao certo se foi a mudança de clima do ambiente no qual os ácaros eram criados no Ceará ou a presença dos invasores o motivo pelo qual esses predadores não se desenvolveram. Por essa razão, foi necessário solicitar uma nova remessa de ácaros ao professor José Wagner. Essa nova remessa foi dividida em duas arenas, seguindo a

mesma metodologia já usada, que se estabeleceram bem e supriram a demanda de *N. idaeus* necessários para os experimentos, não sendo encontrados ácaros invasores novamente. Em relação às preferências alimentares, foi observado que essa espécie de predador teve pouco ou nenhum interesse pelo pólen como alimento nas criações, demonstrando predileção pelos fitófagos *T. urticae*. Resultados de estudos feitos por REICHERT; TOLDI; FERLA, (2016b) mostraram que *N. idaeus* tem preferência por *T. urticae*, mas principalmente pelos estágios de ovos da presa.

5.3. Experimentos de umidade relativa: efeitos de baixa e alta umidade na alimentação e oviposição de espécies de *Neoseiulus*

A metodologia final utilizada nos ensaios de umidade foi satisfatória. O ágar, vedado pelas duas placas, manteve a folha de feijão-de-porco verde pelo tempo necessário para fazer a avaliação dos experimentos e a cola serviu como uma barreira eficiente para conter os ácaros. Além disso, manter o centro da folha exposta, e não tampada, evitou que água condensada se acumulasse na superfície, formando gotículas.

Os valores de umidade relativa e temperatura dos ensaios foram, respectivamente, $23 \pm 0.19\%$ a $24.79 \pm 0.18^\circ\text{C}$ nas simulações de condições secas e $94.13 \pm 1.03\%$ a $24.80 \pm 0.04^\circ\text{C}$ nas simulações de condições úmidas.

As espécies de *Neoseiulus* avaliadas (*N. californicus*, *N. barkeri* e *N. idaeus*) mostraram diferentes respostas à mudança de umidade nos experimentos. Os principais parâmetros analisados foram o consumo de ovos de *T. urticae*, a oviposição dos predadores e a eficiência de conversão de alimento ingerido ($ECI = \text{efficiency of conversion of ingested food}$). Foi observada uma interação significativa entre a umidade relativa e o consumo de ovos de *T. urticae* pelos ácaros predadores. ($F = 5,73$, $df = 2, 133$, $p = 0,0041$). *Neoseiulus barkeri* apresentou os menores resultados para os três parâmetros avaliados. O consumo de ovos por essa espécie foi o menor, independente da condição de umidade, mas nas condições de seca seu desempenho foi ainda mais prejudicado, sobretudo a partir do 2º dia, quando houve muita mortalidade de predadores. Essa espécie foi muito afetada pela baixa umidade, condição que induziu uma notável mudança de comportamento nas fêmeas, que mostraram mais inquietação e desconforto nos discos foliares, sendo que 26 das 27 fêmeas testadas nessa condição morreram presas na cola depois de dois dias. Essa taxa de mortalidade entre o 1º e o 2º dia afetou significativamente as taxas de consumo e oviposição do predador. Nas condições de alta

umidade, a mortalidade na cola só foi observada em 4 das 29 fêmeas avaliadas e em ambas as condições ainda havia disponibilidade de alimento nas arenas ao final das avaliações. Os poucos estudos que avaliaram os efeitos da umidade no desenvolvimento de *N. barkeri* utilizaram umidade relativa acima de 50% (HUANG et al., 2019), não sendo possível comparar com os baixos níveis testados no presente estudo. Sabe-se, porém, que este predador tem bom desenvolvimento em temperatura entre 24 e 32°C (XIA et al., 2012) e umidade relativa de 90% ou mais (ZHANG, 2003).

Apesar de não terem sido constatadas interações significativas entre a umidade relativa e a oviposição das espécies de predadores estudadas ($F = 0.29$, $df = 2, 45$, $p = 0.0601$), houve influência da umidade relativa na eficiência de conversão de alimento ingerido (*ECI*) em biomassa de ovos ($F = 6.45$, $df = 2, 38$, $p = 0.0037$), observando-se que esse valor foi reduzido em baixa umidade para as três espécies. A *ECI* de *N. californicus* e de *N. idaeus* foi similar em alta umidade e maior do que a de *N. barkeri*. *Neoseiulus idaeus* apresentou maior conversão de alimento em biomassa de ovos em baixa umidade relativa (Tabela 2), sugerindo que, nessas condições, as fêmeas gastam menos energia para manter as atividades vitais. Ao contrário, é provável que as fêmeas de *N. californicus* gastam mais energia obtida pela alimentação para manter atividades vitais.

Tabela 2. Número de ovos de *Tetranychus urticae* consumidos e oviposição dos predadores *Neoseiulus californicus*, *Neoseiulus idaeus* e *Neoseiulus barkeri* depois de 3 dias sob alta (96 ± 2 %) e baixa (23 ± 2 %) umidade relativa (UR).

Fator de observação	Umidade relativa %	Predador					
		<i>N. californicus</i>	<i>N. idaeus</i>	<i>N. barkeri</i>			
Consumo de ovos ¹	UR alta	36.9 ± 1.26 (23)	Aa	31.2 ± 1.61 (25)	Aab	28.9 ± 2.25 (22)	Ab
	UR baixa	36.0 ± 1.69 (22)	Aa	27.4 ± 1.71 (27)	Ab	16.8 ± 1.72 (20)	Bc
Oviposição ^{1,2}	UR alta	5.9 ± 0.46 (25)	Aa	4.9 ± 0.61 (29)	Aa	1.0 ± 0.21 (25)	Ab
	UR baixa	3.5 ± 0.40 (25)	Ba	3.2 ± 0.55 (25)	Ba	0.0 ± 0.00 (22)	Bb
Eficiência de conversão de alimento ingerido (<i>ECI</i> %) ¹	UR alta	16.0 ± 1.01 (20)	Aa	15.7 ± 1.98 (20)	Aa	3.5 ± 1.40 (20)	Ab
	UR baixa	9.7 ± 0.46 (20)	Bab	11.7 ± 0.57 (20)	Ba	0.0 ± 0.00 (20)	Bb

¹Nas colunas, para cada espécie e fator de observação (consumo de ovos, oviposição e *ECI*%), letras maiúsculas coincidentes indicam que os valores não diferiram (Teste de Tukey HSD, $p < 0,05$) entre alta e baixa umidade relativa (%). Nas linhas, para cada espécie observada (*N. californicus*, *N. idaeus* e *N. barkeri*), letras minúsculas coincidentes indicam que os valores não diferiram entre as espécies segundo o fator de observação e a condição de umidade (%). Valores entre parênteses indicam o número de repetições, com ácaros individuais, em cada tratamento. Repetições nas quais os ácaros morreram na cola antes do primeiro dia não foram considerados para os efeitos de umidade. ²Número de ovos por predador em todo o período experimental.

A predação de ovos por *N. californicus* e *N. idaeus* não foi tão afetada pela variação da umidade relativa, variando de 27 a 37 ovos por indivíduo, mas a oviposição das três espécies de *Neoseiulus* foi menor em baixa umidade (Tabela 2).

Estresses provocados por fatores abióticos, principalmente a umidade relativa, tem influência no comportamento e na reprodução dos ácaros, tanto fitófagos quanto predadores (DINH; SABELIS; JANSSEN, 1988; DOKER; KAZAK; KARUT, 2016). Outros estudos já mostraram que fitoseídeos possuem baixa performance em condições de seca e que a fase de ovo é a mais sensível à desidratação, por não poderem se mover, beber ou comer para compensar a falta de água (DINH; SABELIS; JANSSEN, 1988; DOKER; KAZAK; KARUT, 2016; WALZER et al., 2007; WEINTRAUB; PALEVSKY, 2008). Os resultados encontrados neste trabalho confirmaram isto: a baixa umidade relativa reduziu em mais de 30% a oviposição e, conseqüentemente, a prole dos três predadores avaliados. Contudo, os resultados foram mais favoráveis para *N. californicus* e *N. idaeus*, o que aponta a possibilidade desses predadores estarem mais adaptados às condições de baixa umidade, o que aumenta as chances de apresentarem sucesso como agentes de controle biológico em regiões de clima seco no Brasil.

Neoseiulus californicus é uma espécie de predador encontrado em regiões de clima árido e semiárido e, por isso, mais tolerantes à baixa umidade (ZHANG, 2003). Nos experimentos de umidade com *N. californicus* conduzidos por (WALZER et al., 2007), os ovos desse predador mostraram-se mais sensíveis a condições secas, apesar da oviposição não ter sido afetada pelos baixos níveis de umidade. A diferença encontrada entres os resultados de (WALZER et al., 2007) e este trabalho podem ser explicadas pelos valores da umidade relativa usados pelos autores (intervalos entre 64% e 75,6%), que foram bem maiores que os utilizados na presente pesquisa.

O desempenho satisfatório, sob condições simuladas de seca, observado para *N. idaeus* neste estudo corrobora os resultados descritos por outros autores que descreveram este predador como uma espécie tolerante a estresse hídrico (DINH; SABELIS; JANSSEN, 1988; FERRERO et al., 2010; MORAES; MCMURTRY, 1983; SOUSA NETO et al., 2021).

6 CONCLUSÕES/CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os métodos adotados para criação do ácaro fitófago (*T. urticae*) bem como dos predadores fitoseídeos (*N. californicus*, *N. barkeri* e *N. idaeus*), em condições de laboratório, foram eficientes para garantir os suprimentos de ácaros para a realização dos ensaios de desempenho dos ácaros predadores sob condições simuladas de seca. Esses métodos de criação podem ser utilizados para a realizações de outros ensaios de interesse.

Apesar da umidade relativa ser normalmente maior na superfície foliar do que no ambiente, os níveis de umidade relativa avaliados neste trabalho simularam as condições reais em campos cultivados durante a estação de seca nas regiões Centro-Oeste e Nordeste do Brasil.

N. californicus e *N. idaeus* foram eficientes como agentes de controle biológico de *T. urticae* em condições de seca simuladas em laboratório.

São necessários estudos de campo para avaliar o potencial desses predadores em situações de infestações avançadas com presença de teias.

Este estudo contribuiu para o desenvolvimento de estratégias que combinaram técnicas para o estabelecimento e a manutenção de colônias artificiais de ácaros fitófagos e predadores com ações para subsidiar as recomendações de manejo integrado de pragas utilizando o controle biológico.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AL-SHEMMARY, K. A. The availability of rearing *Neoseiulus cucumeris* (Oud.) and *Neoseiulus barkeri* (Hughes) (Acari: Phytoseiidae) on three insect egg species. **Egyptian Journal of Biological Pest Control**, v. 28, n. 1, p. 79, 3 dez. 2018.
- ARCHER, T. L.; BYNUM JR, E. D. Yield loss to corn from feeding by the Banks grass mite and two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). **Experimental & Applied Acarology**, v. 17, n. 12, p. 895–903, dez. 1993.
- BALLARD, R. C. A modification of the Huffaker cage for confining mites or small insects. **Journal of Economic Entomology**, v. 46, n. 6, p. 1099–1099, 1 dez. 1953.
- BARBOSA, M. F. DE C.; DEMITE, P. R.; MORAES, G. J. DE; POLETTI, M. **Controle biológico com ácaros predadores e seu papel no manejo integrado de pragas**. 1. ed. São Paulo: PROMIP, 2017.
- BECHINSKI, E. J.; STOLTZ, R. L. Presence—Absence Sequential Decision Plans for *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in garden-seed beans, *Phaseolus vulgaris*. **Journal of Economic Entomology**, v. 78, n. 6, p. 1475–1480, 1 dez. 1985.
- BELLINI, M. R. **Manejo de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em plantas ornamentais**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 5 set. 2008.
- BERGERON, P. E.; SCHMIDT-JEFFRIS, R. A. Not all predators are equal: miticide non-target effects and differential selectivity. **Pest Management Science**, v. 76, n. 6, p. 2170–2179, 12 jun. 2020.
- BERTI FILHO, E.; CIOCIOLA, A. I. Parasitóides ou predadores? Vantagens e desvantagens. Em: MORAES, G. J. et al. (Eds.). **Controle biológico no Brasil: Parasitóides e Predadores**. São Paulo: Manole, 2002. v. 1p. 29–40.
- BUSTOS, A.; CANTOR, F.; CURE, J. R.; RODRIGUEZ, D. Padronização da criação de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) em feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*): idade da planta e tempo de colheita. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 5, p. 653–659, out. 2009.
- CARRILLO, D.; MORAES, G. J. DE; PEÑA, J. **Prospects for Biological Control of Plant Feeding Mites and Other Harmful Organisms**. Cham: Springer International Publishing, 2015.
- CARVALHO, N. L. DE; BARCELLOS, A. L. DE; BUBANS, V. E.; PIETCZK, L. J. Ácaros fitófagos em plantas cultivadas e os fatores que interferem em sua dinâmica populacional. **Revista Técnico Científica do IFSC**, v. 2, p. 1–17, 2018.
- CHANDLER, D.; DAVIDSON, G.; JACOBSON, R. J. Laboratory and glasshouse evaluation of entomopathogenic fungi against the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), on tomato, *Lycopersicon esculentum*. **Biocontrol Science and Technology**, v. 15, n. 1, p. 37–54, 19 fev. 2005.
- COLLIER, K. F. S.; ALBUQUERQUE, G. S.; LIMA, J. O. G. DE; PALLINI, A.; MOLINA-RUGAMA, A. J. *Neoseiulus idaeus* (Acari: Phytoseiidae) as a potential biocontrol agent of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) in papaya: Performance on different prey stage - host plant combinations. **Experimental and Applied Acarology**, v. 41, n. 1–2, p. 27–36, fev. 2007.

- COUTINHO, L. M. O bioma do cerrado. Em: KLEIN, A. L. (Ed.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois**. São Paulo: Editora da UNESP, 2002. p. 77–91.
- CROFT, B. A.; MONETTI, L. N.; PRATT, P. D. Comparative life histories and predation types: Are *Neoseiulus californicus* and *N. fallacis* (Acari: Phytoseiidae) similar type II selective predators of spider mites? **Environmental Entomology**, v. 27, n. 3, p. 531–538, 1 jun. 1998.
- DINH, N. VAN; SABELIS, M. W.; JANSSEN, A. Influence of humidity and water availability on the survival of *Amblyseius idaeus* and *A. anonymus* (Acarina: Phytoseiidae). **Experimental & Applied Acarology**, v. 4, n. 1, p. 27–40, fev. 1988.
- DOKER, I.; KAZAK, C.; KARUT, K. Functional response and fecundity of a native *Neoseiulus californicus* population to *Tetranychus urticae* (Acari: Phytoseiidae, Tetranychidae) at extreme humidity conditions. **Systematic and Applied Acarology**, v. 21, n. 10, p. 1463, 11 out. 2016.
- DOMINGOS, C. A.; MELO, J. W. S.; OLIVEIRA, J. E. M.; GONDIM, M. G. C. Mites on grapevines in northeast Brazil: occurrence, population dynamics and within-plant distribution. **International Journal of Acarology**, v. 40, n. 2, p. 145–151, 17 fev. 2014.
- EL-LAITHY, A. Y. M.; EL-SAWI, S. A. Biology and life table parameters of the predatory mite *Neoseiulus californicus* fed on different diet. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 105, n. 5, p. 532–537, jul. 1998.
- FAN, Y.; PETITT, F. L. Functional response of *Neoseiulus barkeri* Hughes on two-spotted spider mite (Acari: Tetranychidae). **Experimental & Applied Acarology**, v. 18, p. 613–521, 1994.
- FERRAGUT, F.; GARCIA-MARÍ, F.; 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, nov. 1987.
- FERREIRA, F. C.; MORAES, N. M DE; SHINODA, S.; SATO, M. E.; MORINI, M. S. DE C. **Manual para criação de ácaros predadores**. 1. ed. Bauru, SP: Canal 6, 2018.
- FERRERO, M.; GIGOT, C.; TIXIER, M. S.; VAN HOUTEN, Y. M.; KREITER, S. Egg hatching response to a range of air humidities for six species of predatory mites. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, v. 135, n. 3, p. 237–244, jun. 2010.
- FRAULO, A. B.; LIBURD, O. E. Biological control of two spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, with predatory mite, *Neoseiulus californicus*, in strawberries. **Experimental and Applied Acarology**, v. 43, n. 2, p. 109–119, 11 out. 2007.
- 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, 2 set. 2007.
- GERSON, URI.; SMILEY, R. L.; OCHOA, R. **Mites (Acari) for pest control**. Oxford: Blackwell Science, 2003.
- GOFTISHU, M.; DEJENE, M.; KASSAYE, A.; BELAY, T. Red spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Arachnida: Acari-Tetranychidae): A threatening pest to potato (*Solanum tuberosum* L.) production in eastern. **Pest Management Journal of Ethiopia**, v. 19, p. 53–59, 2016.

- GOTOH, T.; TSUCHIYA, A.; KITASHIMA, Y. Influence of prey on developmental performance, reproduction and prey consumption of *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 40, n. 3–4, p. 189–204, 1 fev. 2007.
- GRECO, N. M.; SÁNCHEZ, N. E.; LILJESTHRÖM, G. G. *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) as a potential control agent of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae): Effect of pest/predator ratio on pest abundance on strawberry. **Experimental and Applied Acarology**, v. 37, n. 1–2, p. 57–66, out. 2005.
- HUANG, H.; XU, X.; LV, J.; LI, G.; WANG, E.; GAO, Y. Impact of proteins and saccharides on mass production of *Tyrophagus putrescentiae* (Acari: Acaridae) and its predator *Neoseiulus barkeri* (Acari: Phytoseiidae). **Biocontrol Science and Technology**, v. 23, n. 11, p. 1231–1244, nov. 2013.
- HUANG, J.; LIU, M. X.; ZHANG, Y.; KUANG, Z. Y.; LI, W.; GE, C. B.; LI, Y. Y.; LIU, H. Response to multiple stressors: enhanced tolerance of *Neoseiulus barkeri* Hughes (Acari: Phytoseiidae) to heat and desiccation stress through acclimation. **Insects**, v. 10, n. 12, p. 449, 13 dez. 2019.
- JAFARI, S.; FATHIPOUR, Y.; FARAJI, F.; BAGHERI, M. Demographic response to constant temperatures in *Neoseiulus barkeri* (Phytoseiidae) fed on *Tetranychus urticae* (Tetranychidae). **Systematic and Applied Acarology**, v. 15, n. 2, p. 83, 30 jul. 2010.
- JAKUBOWSKA, M.; DOBOSZ, R.; ZAWADA, D.; KOWALSKA, J. A review of crop protection methods against the two-spotted spider mite — *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) — with special reference to alternative methods. **Agriculture**, v. 12, n. 7, p. 898, 21 jun. 2022.
- JAYASINGHE, G. G.; MALLIK, B. Growth stage based economic injury levels for two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari, Tetranychidae) on tomato, *Lycopersicon esculentum* Mill. **Tropical Agricultural Research**, v. 22, n. 1, p. 54–65, 2010.
- KAMBUROV, S. S. Methods of rearing and transporting predacious mites. **Journal of Economic Entomology**, v. 59, n. 4, p. 875–877, 1 ago. 1966.
- KARBAN, R.; THALER, J. S. Plant phase change and resistance to herbivory. **Ecology**, v. 80, n. 2, p. 510–517, 1999.
- KNAPP, M.; VAN HOUTEN, Y.; VAN BAAL, E.; GROOT, T. Use of predatory mites in commercial biocontrol: current status and future prospects. **Acarologia**, v. 58, n. Suppl, p. 72–82, 28 set. 2018.
- KRISHNAMOORTHY, A. Mass rearing technique for an indigenous predatory mite, *Amblyseius* (*Typhlodromips*) *tetranychivorus* (Gupta) (Acarina: Phytoseiidae) in the laboratory. **Entomon**, v. 7, p. 47–49, 1982.
- MARCIC, D. Acaricides in modern management of plant-feeding mites. **Journal of Pest Science**, v. 85, n. 4, p. 395–408, 2 dez. 2012.
- MCMURTRY, J. A. Concepts of classification of the Phytoseiidae: Relevance to biological control of mites. Em: **Trends in Acarology**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2010. p. 393–397.
- MCMURTRY, J. A.; CROFT, B. A. Life-styles of phytoseiid mites and their roles in biological control. **Annual Review of Entomology**, v. 42, n. 1, p. 291–321, jan. 1997.

- MCMURTRY, J. A.; HUFFAKER, C. B.; VAN DE VRIE, M. Ecology of tetranychid mites and their natural enemies: A review: I. Tetranychid enemies: Their biological characters and the impact of spray practices. **Hilgardia**, v. 40, n. 11, p. 331–390, dez. 1970.
- 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, 24 dez. 2013.
- MCMURTRY, J. A.; SCRIVEN, G. T. Insectary production of phytoseiid mites. **Journal of Economic Entomology**, v. 58, n. 2, p. 282–284, 1 abr. 1965.
- MESA, N. C.; BELLOTI, A. C. Ciclo de vida y hábitos alimenticios de *Neoseiulus anonymus*, predador de ácaros Tetranychidae en yuca. **Revista Colombiana de Entomología**, v. 12, n. 1, p. 54–65, 1986.
- MICHEREFF-FILHO, M.; NAVIA, D.; QUEVEDO, I. A.; MAGALHAES, M. A.; MELO, J. W. S.; LOPES, R. B. The effect of spider mite-pathogenic strains of *Beauveria bassiana* and humidity on the survival and feeding behavior of *Neoseiulus predatory* mite species. **Biological Control**, v. 176, p. 105083, 1 dez. 2022.
- MIGEON, A.; DORKELD, F. **Spider Mites Web: a comprehensive database for the Tetranychidae**. Disponível em: <<https://www1.montpellier.inra.fr/CBGP/spmweb/>>. Acesso em: 3 fev. 2023.
- MIGEON, A.; NOUGUIER, E.; DORKELD, F. Spider Mites Web: A comprehensive database for the Tetranychidae. Em: **Trends in Acarology**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2010. p. 557–560.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA. **AGROFIT - Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: <https://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 16 jan. 2023.
- MOMEN, F. M. Feeding, development and reproduction of *Amblyseius barkeri* (Acarina: Phytoseiidae) on various kinds of food substances. **Acarologia**, v. 36, p. 101–105, 1995.
- MOMEN, F. M. Effect of prey density on reproduction, prey consumption and sex-ratio of *Amblyseius barkeri* (Acari: Phytoseiidae). **Acarologia**, v. 37, n. 1, p. 3–6, 1996.
- MORAES, G. J. DE; MCMURTRY, J. A.; DENMARK, H. A.; CAMPOS, C. B. A revised catalog of the mite family Phytoseiidae. **Zootaxa**, v. 434, n. 1, p. 1, 18 fev. 2004.
- MORAES, G. J. DE; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de Acarologia: Acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, Editora, 2008.
- MORAES, G. J. DE; MCMURTRY, J. A. Phytoseiid mites (Acarina) of northeastern Brazil with descriptions of four new species. **International Journal of Acarology**, v. 9, n. 3, p. 131–148, 17 set. 1983.
- MORAES, G. J. DE; SILVA, C. A. D. DA; MOREIRA, A. N. Biology of a strain of *Neoseiulus idaeus* (Acari: Phytoseiidae) from Southwest Brazil. **Experimental & Applied Acarology**, v. 18, p. 213–220, 1994.
- MOTA-SANCHEZ, D.; WISE, J. C. **The Arthropod Pesticide Resistance Database**. Disponível em: <<http://www.pesticideresistance.org>>. Acesso em: 17 dez. 2022.

- NYOIKE, T. W.; LIBURD, O. E. Effect of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae), on marketable yields of field-grown strawberries in north-central Florida. **Journal of economic entomology**, v. 106, n. 4, p. 1757–66, 1 ago. 2013.
- OLIVEIRA, H.; FADINI, M.; REZENDE, D.; GIRALDO, A. S.; PÉREZ, K. G.; TATIS, H. A.; PALLINI, A. Biologia do ácaro predador *Amblyseius herbicolus* alimentado por pólen e pela presa *Tetranychus urticae*. **Temas Agrários**, v. 14, n. 2, p. 43–45, 1 jul. 2009.
- OMKAR; PERVEZ, A. Functional and numerical responses of *Propylea dissecta* (Col., Coccinellidae). **Journal of Applied Entomology**, v. 128, n. 2, p. 140–146, mar. 2004.
- OPIT, G. P.; MARGOLIES, D. C.; NECHOLS, J. R. Within-plant distribution of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae), on ivy geranium: development of a presence-absence sampling plan. **Journal of Economic Entomology**, v. 96, n. 2, p. 482–488, 1 abr. 2003.
- PASCUA, M. S.; ROCCA, M.; GRECO, N.; CLERCQ, P. DE. *Typha angustifolia* L. pollen as an alternative food for the predatory mite *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). **Systematic and Applied Acarology**, v. 25, n. 1, p. 51–62, 10 jan. 2020.
- RASMY, A. H. A laboratory technique for mass rearing of a phytoseiid mite. **Zeitschrift für Angewandte Entomologie**, v. 65, n. 1–4, p. 159–161, 1970.
- REICHERT, M. B.; TOLDI, M.; FERLA, N. J. Biological performance of the predatory mite *Neoseiulus idaeus* (Phytoseiidae): a candidate for the control of tetranychid mites in Brazilian soybean crops. **Brazilian Journal of Biology**, v. 77, n. 2, p. 361–366, 15 ago. 2016a.
- REICHERT, M. B.; TOLDI, M.; FERLA, N. J. Feeding preference and predation rate of *Neoseiulus idaeus* (Acari: Phytoseiidae) feeding on different preys. **Systematic and Applied Acarology**, v. 21, n. 10, p. 1631, 16 nov. 2016b.
- 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, dez. 1997.
- RHODES, E. M.; LIBURD, O. E. **Predatory mite, *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Arachnida: Acari: Phytoseiidae). EENY-359, maio 2005. Disponível em: <<https://journals.flvc.org/edis/article/view/115188>>**
- RISTICH, S. S. Mass rearing and testing techniques for *Typhlodromus fallacis* (Gar.). **Journal of Economic Entomology**, v. 49, n. 4, p. 476–479, 1 ago. 1956.
- ROTEM, K. A.; AGRAWAL, A. A. Density dependent population growth of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, on the host plant *Leonurus cardiaca*. **Oikos**, v. 103, n. 3, p. 559–565, dez. 2003.
- SANO, E. E.; ROSA, R.; LUIS, J.; LAERTE, S. B.; FERREIRA, G. Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado: estratégias e resultados. **Embrapa Cerrados**, p. 1–33, nov. 2007.
- SATO, M. E.; SILVA, M. Z.; CANGANI, K. G.; RAGA, A. Seleções para resistência e suscetibilidade, detecção e monitoramento da resistência de *Tetranychus urticae* ao acaricida clorfenapir. **Bragantia**, v. 66, n. 1, p. 89–95, 2007.

SILVA, M. M. R. DA. **Potencial de diferentes fontes de alimento para a produção massal de ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Phytoseiidae)**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 12 jan. 2015.

SMITH, H. S. On some phases of insect control by the biological method. **Journal of Economic Entomology**, v. 12, n. 4, p. 288–292, 1 ago. 1919.

SOUSA NETO, E. P. DE; FILGUEIRAS, R. M. C.; MENDES, J. A.; MELO, J. W. S. Functional and numerical responses of *Neoseiulus idaeus* and *Neoseiulus californicus* to eggs of *Tetranychus urticae*. **International Journal of Acarology**, v. 45, n. 6–7, p. 395–398, 3 out. 2019.

SOUSA NETO, E. P. DE; MENDES, J. A.; FILGUEIRAS, R. M. C.; LIMA, D. B.; GUEDES, R. N. C.; MELO, J. W. S. Effects of acaricides on the functional and numerical responses of the phytoseiid predator *Neoseiulus idaeus* (Acari: Phytoseiidae) to spider mite eggs. **Journal of Economic Entomology**, v. 113, n. 4, p. 1804–1809, 13 ago. 2020.

SOUSA NETO, E. P. DE; FILGUEIRAS, R. M. C.; MENDES, J. A.; MONTEIRO, N. V.; LIMA, D. B.; PALLINI, A.; MELO, J. W. S. A drought-tolerant *Neoseiulus idaeus* (Acari: Phytoseiidae) strain as a potential control agent of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Biological Control**, v. 159, p. 104624, 1 ago. 2021.

SUEKANE, R.; DEGRANDE, P. E.; MELO, E. P.; BERTONCELLO, T. F.; LIMA JUNIOR, I. S.; KODAMA, C. Damage level of the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in soybeans. **Revista Ceres**, v. 59, n. 1, p. 77–81, fev. 2012.

THEAKER, T. L.; TONKS, N. V. A method for rearing the predacious mite, *Phytoseiulus persimilis* (Acarina: Phytoseiidae). **Journal of the Entomological Society of British Columbia**, v. 74, p. 8–9, 31 dez. 1977.

TOLDI, M.; FERLA, N. J.; DAMEDA, C.; MAJOLO, F. Biology of *Neoseiulus californicus* feeding on two-spotted spider mite. **Biotemas**, v. 26, n. 2, 13 fev. 2013.

VAN LEEUWEN, T.; VONTAS, J.; TSAGKARAKOU, A.; DERMAUW, W.; TIRRY, L. Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* and other important Acari: A review. **Insect Biochemistry and Molecular Biology**, v. 40, n. 8, p. 563–572, ago. 2010.

WALZER, A.; CASTAGNOLI, M.; SIMONI, S.; LIGUORI, M.; PALEVSKY, E.; SCHAUSBERGER, P. Intraspecific variation in humidity susceptibility of the predatory mite *Neoseiulus californicus*: Survival, development and reproduction. **Biological Control**, v. 41, n. 1, p. 42–52, abr. 2007.

WEINTRAUB, P.; PALEVSKY, E. Evaluation of the predatory mite, *Neoseiulus californicus*, for spider mite control on greenhouse sweet pepper under hot arid field conditions. **Experimental and Applied Acarology**, v. 45, n. 1–2, p. 29–37, 27 jun. 2008.

XIA, B.; ZOU, Z.; LI, P.; LIN, P. Effect of temperature on development and reproduction of *Neoseiulus barkeri* (Acari: Phytoseiidae) fed on *Aleuroglyphus ovatus*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 56, n. 1, p. 33–41, 27 jan. 2012.

YANINEK, J. S.; MÉGEVAND, B.; MORAES, G. J. DE; BAKKER, F.; BRAUN, A.; HERREN, H. R. Establishment of the neotropical predator *Amblyseius idaeus* (Acari: Phytoseiidae) in Benin, West Africa. **Biocontrol Science and Technology**, v. 1, n. 4, p. 323–330, 1 jan. 1991.

ZÉLÉ, F.; ALTINTAS, M.; SANTOS, I.; ÇAKMAK, I.; MAGALHAES, S. Inter and intraspecific variation of spider mite susceptibility to fungal infections: Implications for the long-term success of biological control. **Ecology and Evolution**, v. 10, n. 7, p. 3209–3221, 6 abr. 2020.

ZENKOVA, A. A.; GRIZANOVA, E. V.; ANDREEVA, I. V.; GERNE, D. Y.; SHATALOVA, E. I.; CVETCOVA, V. P.; DUBOVSKIY, I. M. Effect of fungus *Lecanicillium lecanii* and bacteria *Bacillus thuringiensis*, *Streptomyces avermitilis* on two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* (Acari). **Journal of Plant Protection Research**, v. 60, n. 4, p. 415–419, 2020.

ZHANG, Z.-Q. **Mites of greenhouses: identification, biology and control**. Wallingford: CABI International, 2003.