



**ASPECTOS BIOLÓGICOS DO ÁCARO
RAJADO *Tetranychus urticae* KOCH, 1836
(ACARI, TETRANYCHIDAE) SOB
APLICAÇÃO DE SILÍCIO EM
AMENDOINZEIRO E MORANGUEIRO**

EDENILSON BATISTA RIBEIRO

2019

EDENILSON BATISTA RIBEIRO

**ASPECTOS BIOLÓGICOS DO ÁCARO RAJADO *Tetranychus urticae*
KOCH, 1836 (ACARI, TETRANYCHIDAE) SOB APLICAÇÃO DE
SILÍCIO EM AMENDOINZEIRO E MORANGUEIRO**

Tese apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, para obtenção do título de “Doutor”.

Orientadora:
Maria Aparecida Castellani

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA
BAHIA - BRASIL

Àqueles que são protagonistas da minha vida. A eles que são um exemplo de ética, respeito e honestidade e amor. Que acreditam nos meus sonhos e se realizam, quando eu os realizo. Aos meus pais, Ana Maria de Jesus e Antonio Batista Ribeiro (Tutu).

Dedico.

R369a Ribeiro, Ednilson Batista.

Aspectos biológicos do ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch, 1836 (Acari, Tetranychidae) sob aplicação de silício em amendoimzeiro e morangueiro. / Ednilson Batista Ribeiro, 2019. 80f.

Orientador (a): D. Sc. Maria Aparecida Cstellani.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Área de concentração Fitotecnia, Vitória da Conquista, 2019.

Inclui referência F. 68 – 80.

1. Ácaro rajado. 2. Fertilidade específica. 3. Silicato de potássio. 4. Tabela de vida. 5. Nanosílica. I. Castellani, Maria Aparecida. II. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia Área de concentração Fitotecnia. III. T.

CDD 595.420981

Catálogo na fonte: Juliana Teixeira de Assunção – CRB 5/1890

UESB – Campus Vitória da Conquista – BA

AGRADECIMENTOS

À Deus, por ser o criador e facilitador de todas as coisas. “Nenhuma folha seca cai ao chão sem a permissão do Senhor” (6ª Surata, versículo 59);

À professora e orientadora Maria Aparecida Castellani, por ter sido mais que orientadora, uma grande amiga. Obrigado pela confiança, compreensão, apoio, incentivo e ensinamentos que foram além da pesquisa e que levarei sempre comigo;

À Raquel Pérez-Maluf, Aldenise Alves Moreira, Carlos Henrique Amorim, Luciana Gomes Castro e Anselmo Eloy Silveira Viana, pela atenção, carinho e colaboração indispensável;

Aos meus sobrinhos, irmãos, primos e toda a família, que me apoiaram e estiveram sempre comigo em todas as etapas da minha vida;

Ao tio Edivaldo Sousa Santos (Diva) e família, por me acolherem em seu lar e me adotarem como integrante; agradeço também à minha irmã Magnólia Maria de Jesus (Nonó), por me acolher da mesma forma e à Gustavo Santos Silva (Guga) e Daiane Batista Dias pelo acolhimento ao final da jornada;

Aos meus pais, Ana Maria de Jesus e Antonio Batista Ribeiro, que são os verdadeiros protagonistas da minha história, que mesmo diante de todas as dificuldades nos tempos de outrora, nos encaminharam aos caminhos mais dignos de todos: honestidade, educação, trabalho e amor;

Em nome do professor Alcebíades Rebouças São José, agradeço ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (Fitotecnia), pelo apoio, carinho e compreensão em momentos decisivos.

Aos integrantes da equipe Entomolab: Mateus Pereira dos Santos, Flávia Vidal Teixeira, Ana Carolina Plácido, Zenóbia Cardozo, Maria Caroline Aguiar Amaral e aos demais da Entomologia e Mirmecologia;

Aos colegas da Pós-Graduação, pelo carinho e amizade. De maneira especial, aos amigos Arlete Bandeira, Olívia Oliveira Santos, Thiago Reis Prado, Geraldo Gomes Rocha, Bruno Viana, Rayka Alves Santos, Renan Thiago Carneiro Nunes, Willian Santos do Valle e Maurício Robério Silva, pela colaboração em tudo que puderam;

Às funcionárias da secretaria do Programa de Pós-graduação em Agronomia (Fitotecnia), pela colaboração e carinho;

Ao DICAP e funcionários por todo o apoio, sempre prontos à atender as necessidades;

Às funcionárias responsáveis pela limpeza e organização dos laboratórios, de forma especial, à Ana Prates, Carolaine e Jaqueline pelos lanches e papos descontraídos, eles tornaram nossos dias mais leves;

Aos guardas noturnos pela segurança e preocupação nas noites que passei na Uesb, o que me rendeu algumas amizades;

À Unesp de Jaboticabal, lugar onde iniciei a pesquisa referente a este documento, de uma forma muito especial aos professores, Marcelo da Costa Ferreira e Rouverson Pereira da Silva, pela acolhida, carinho e disposição; aos colegas Cirano Melville, Samuel Zampa, Matheus Rovere de Moraes, Jonas Pereira de Souza Júnior, Marcilene Machado Sarah, Gilson e Guilherme Felisberto pelo apoio;

Aos professores Daniel Júnior de Andrade e Renato de Mello Prado, com os quais trabalhei diretamente, a mim, eles dispensaram um carinho, respeito e educação de uma forma rara. Muito obrigado pela oportunidade de conhecê-los;

Aos colegas com quem dividi a casa em Jaboticabal, Marcelo Gindri, Tiago Tavares, Pablo Castagnino, e de maneira especial a Fabiano Griesang, obrigado a todos pela amizade, espero que a vida me proporcione o prazer de revê-los;

À Capes pela concessão da bolsa Procad, que me permitiu conhecer pessoas maravilhosas e ainda realizar um dos meus sonhos, que foi também o sonho de Ícaro;

Aos funcionários das empresas de transporte coletivo, por me conduzirem com segurança nos trajetos de ida e volta ao trabalho, nos dispensando sorrisos e ótimo atendimento, mesmo nos dias mais difíceis;

Ao meu professor de dança Renato dos Santos, a dança me segurou em momentos difíceis, através dela conheci diversas pessoas especiais, bem como percebi que todo movimento da vida é compassado, e, conseqüentemente uma dança, inclusive as voltas do mundo;

À Peterfruit pelos ensinamentos técnicos e contribuição com os primeiros ácaros, com os quais se iniciou a criação, obrigado também pelos deliciosos morangos que trazíamos a cada visita;

A todos do Setor de Transporte da UESB por nos conduzir em segurança e pela colaboração de modo geral;

À FAPESB, pela concessão da bolsa, possibilitando a permanência no curso;

À UESB e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), pela oportunidade do curso e da realização deste trabalho;

E por fim, porém, não menos importante, justamente o contrário, é por isso que encerro os meus agradecimentos direcionando os a Daniel Santos Freire e Larissa Adelita Santana Costa Souza (ordem alfabética). Dois meninos, ou seriam anjos enviados por Deus? A eles que me seguraram pelos braços, um em cada, e não me deixaram cair, mostrando uma força minha, até então desconhecida. Foi com vocês, por vocês e pra vocês que cheguei até aqui. Sem mais delongas, eu os amo e isso resume a ópera.

RESUMO

RIBEIRO, E.B. **Biologia populacional do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Kock, 1836) (Acari, Tetranychidae) sob aplicação de silício em amendoineiro e morangueiro.** Vitória da Conquista: UESB, 2019. 78 p. (Tese – Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)*

Este trabalho objetivou avaliar a biologia populacional das gerações parental e F1 do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Kock, 1836) (Acari, Tetranychidae) em amendoineiro e morangueiro sob aplicações de silício. De novembro de 2016 até outubro de 2018 foram conduzidos quatro bioensaios em laboratório. O delineamento foi inteiramente casualizado, foram conduzidas plantas em vasos em condições de telado. As plantas receberam três aplicações dos seguintes tratamentos: 1) Silicato de Potássio alcalino; 2) Nanosílica; e 3) Testemunha (aplicação de água). Decorridos 10 dias após a última aplicação, foram instalados os bioensaios; as repetições constaram de placas de Petri contendo folhas de amendoineiro ou discos de folhas de morangueiro. Foi confinada uma fêmea do ácaro rajado sobre cada folha ou disco e, posteriormente, foi observada a oviposição, deixando-se dois ovos por placa. Após a eclosão, uma larva foi avaliada duas vezes ao dia até a emergência dos adultos. Posteriormente, foram formados casais de cada tratamento para avaliação da pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e longevidade. Os ovos foram contabilizados diariamente e ovos do quarto e quinto dias foram avaliados quanto à viabilidade e razão sexual. Após cada aplicação, foram coletadas cinco folhas de cada planta para determinação dos teores de silício. O silício prolonga o ciclo de desenvolvimento e afeta negativamente os parâmetros populacionais e a probabilidade de sobrevivência da geração parental do ácaro rajado no amendoineiro. O silício não afetou o ciclo de desenvolvimento da geração F1 do ácaro em amendoineiro. Considerando a geração parental do ácaro rajado, a fonte Silicato de Potássio Alcalino é mais efetiva na redução populacional no amendoineiro. Em morangueiro, os parâmetros populacionais, a probabilidade de sobrevivência e a fertilidade específica da geração parental do ácaro rajado são mais afetados negativamente pelo Silicato de Potássio Alcalino. A probabilidade de sobrevivência e a fertilidade específica da geração F1 do ácaro em morangueiro são mais afetadas negativamente pela fonte Nanosílica.

Palavras-chave: fertilidade específica, nanosílica, silicato de potássio, tabela de vida.

*Orientadora: Maria Aparecida Castellani, D.Sc., UESB

ABSTRACT

RIBEIRO, E. B. **Biologia populacional do ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Kock, 1836) (Acari, Tetranychidae) sob aplicação de silício em amendoazeiro e morangueiro.** Vitória da Conquista: UESB, 2019. 78 p. (Tese – Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia)*

This work aimed at the population biology of the first and second generation of the spider mite two-spotted *Tetranychus urticae* (Kock, 1836) (Acari, Tetranychidae) in peanut and strawberry under silicon applications. From November 2016 to October 2018, four bioassays were conducted in the laboratory. The design was completely randomized, for each bioassay with peanut and strawberry, 45 plants were conducted in pots under greenhouse conditions. Plants received three applications of the following treatments: 1) Alkaline Potassium Silicate; 2) Nano-silica; and 3) Control (water application). After 10 days after the last application, the bioassays were installed, repetitions consisted of Petri plates containing peanut leaves or strawberry leaf discs of two cm diameter. A spider mite two-spotted female was confined to each leaf or disk and, it was subsequently observed oviposition, leaving two eggs per plate. After outbreak, a larva was evaluated twice daily until adult. Subsequently, couples of each treatment were formed to evaluate pre-oviposition, oviposition, post-oviposition and longevity. The eggs were counted daily and eggs from the fourth and fifth days were evaluated for viability and sex ratio. After each application, five leaves of each plant were collected to determine the silicon contents. Silicon prolongs the development cycle and negatively affects the population parameters and the probability of survival of the parental generation of the mite on the peanut peanut. Silicon did not affect the development cycle of the F1 genome of the mite in peanut. Considering the parental generation of the spider mite, the Alkaline Potassium Silicate source is more effective in the population reduction in the peanut. In strawberry, the population parameters, the probability of survival and the specific fertility of the parental generation of the mite are more negatively affected by Alkaline Potassium Silicate. A probabilidade de sobrevivência e a fertilidade específica da geração F1 do ácaro em morangueiro são mais afetadas negativamente pela fonte Nanosílica.

Keywords: specific fertility, nano-silica, potassium Silicate, life table.

*Orientadora: Maria Aparecida Castellani, D.Sc., UESB

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Folíolo de amendoinzeiro preso à placa de Petri por meio de um alfinete entomológico.....	34
Figura 2 Disco foliar de morangueiro preso à placa de Petri por meio de um alfinete entomológico.....	37
Figura 3 Probabilidade de sobrevivência e intervalo de idade (dias) da geração parental de <i>Tetranychus urticae</i> em amendoinzeiro sob aplicação de silício.....	46
Figura 4 Fertilidade específica e intervalo de idade (dias) da geração parental de <i>Tetranychus urticae</i> em amendoinzeiro sob aplicação de silício.....	47
Figura 5 Probabilidade de sobrevivência e intervalo de idade (dias) da geração F1 de <i>Tetranychus urticae</i> em amendoinzeiro sob aplicação de silício.....	53
Figura 6 Fertilidade específica e intervalo de idade (dias) da geração F1 de <i>Tetranychus urticae</i> em amendoinzeiro sob aplicação de silício.....	54
Figura 7 Probabilidade de sobrevivência e intervalo de idade (Dias) da geração parental de <i>Tetranychus urticae</i> em morangueiro sob aplicação de silício.....	59
Figura 8 Fertilidade específica e intervalo de idade (dias) da geração parental de <i>Tetranychus urticae</i> em morangueiro sob aplicação de silício.....	60
Figura 9 Probabilidade de sobrevivência e intervalo de idade (dias) da geração F1 de <i>Tetranychus urticae</i> em morangueiro sob aplicação de silício.....	66
Figura 10 Fertilidade específica e intervalo de idade (dias) da geração F1 de <i>Tetranychus urticae</i> em morangueiro sob aplicação de silício.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Análise química da terra de barranco antes do preparo do substrato.....	35
Tabela 2 Média e erro padrão do teor de silício em amendoinzeiro sob aplicação de diferentes fontes de silício após a terceira aplicação.....	38
Tabela 3 Média e erro padrão do ciclo de vida da geração parental de <i>Tetranychus urticae</i> em amendoinzeiro sob aplicação de silício.....	39
Tabela 4 Média e erro padrão dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e sobrevivência da geração parental de <i>Tetranychus urticae</i> em amendoinzeiro sob aplicação de silício.....	41
Tabela 5 Média, total e viabilidade de ovos da geração parental <i>Tetranychus urticae</i> em amendoinzeiro sob aplicação de silício.....	42
Tabela 6 Parâmetros populacionais da geração parental de <i>Tetranychus urticae</i> em amendoinzeiro sob aplicação de silício.....	43
Tabela 7 Média e erro padrão do ciclo de vida da geração F1 de <i>Tetranychus urticae</i> em amendoinzeiro sob aplicação de silício.....	48
Tabela 8 Média e erro padrão dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e sobrevivência da geração F1 de <i>Tetranychus urticae</i> em amendoinzeiro sob aplicação de silício.....	49
Tabela 9 Média, total e viabilidade de ovos da geração F1 de <i>Tetranychus urticae</i> em amendoinzeiro sob aplicação de silício.....	50
Tabela 10 Parâmetros populacionais da geração F1 de <i>Tetranychus urticae</i> em amendoinzeiro sob aplicação de silício.....	51
Tabela 11 Média e erro padrão do teor de silício em morangueiro sob aplicação de diferentes fontes de silício após a terceira aplicação.....	54
Tabela 12 Média e erro padrão do ciclo de vida da geração parental de <i>Tetranychus urticae</i> em morangueiro sob aplicação de silício.....	55
Tabela 13 Média e erro padrão dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e Sobrevivência da geração parental de <i>Tetranychus urticae</i> em morangueiro sob aplicação de silício.....	55

Tabela 14 Média, total e viabilidade de ovos da geração parental de <i>Tetranychus urticae</i> em morangueiro sob aplicação de silício.....	56
Tabela 15 Parâmetros populacionais da geração parental de <i>Tetranychus urticae</i> em morangueiro sob aplicação.....	57
Tabela 16 Média e erro padrão do ciclo de vida da geração F1 de <i>Tetranychus urticae</i> em morangueiro sob aplicação de silício.....	60
Tabela 17 Média e erro padrão dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e sobrevivência da geração F1 de <i>Tetranychus urticae</i> em morangueiro sob aplicação de silício.....	61
Tabela 18 Média, total e viabilidade de ovos da geração F1 de <i>Tetranychus urticae</i> em morangueiro sob aplicação de silício.....	62
Tabela 19 Parâmetros populacionais da geração F1 de <i>Tetranychus urticae</i> em morangueiro sob aplicação de silício.....	63

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	16
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	19
2.1 Aspectos gerais e importância econômica das culturas do amendoim e morango.....	19
2.2 Aspectos gerais e importância econômica do ácaro rajado.....	21
2.3 Aspectos biológicos do ácaro rajado.....	23
2.4 Principais métodos para controle do ácaro rajado.....	25
2.5 Resistência induzida de plantas ao ácaro rajado pelo uso de silício.....	27
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1 Local e Período experimental.....	30
3.2 Criação-estoque do ácaro rajado.....	30
3.3 Bioensaios com ácaro rajado em amendoim sob aplicação de silício.....	31
3.3.1 Aspectos biológicos da geração parental.....	31
3.3.2 Aspectos biológicos da geração F1.....	34
3.4 Bioensaios com ácaro rajado em morangueiro sob aplicação de silício.....	35
3.4.1 Biologia populacional da geração parental.....	35
3.4.2 Biologia populacional da geração F1.....	36
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	38
4.1 Biologia populacional do ácaro rajado em amendoim tratado e não com silício.....	38
4.1.1 Aspectos biológicos da geração parental.....	38
4.1.2 Aspectos biológicos da geração F1.....	48
4.2 Aspectos biológicos do ácaro rajado em morangueiro sob aplicação de silício.....	54
4.2.1 Aspectos biológicos da geração parental.....	54
4.2.2 Aspectos biológicos da geração F1.....	60
5 CONCLUSÕES.....	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69

1 INTRODUÇÃO

Um complexo de artrópodes ocorre nas culturas de amendoim *Arachis hypogea* L. e morango *Fragaria X ananassa* (Duch), ambas de grande expressão econômica para o estado da Bahia. Cerca de 45% da produção de amendoim do Nordeste ocorre na Bahia (CONAB, 2019), e as altas produções de morango obtidas na região da Chapada Diamantina têm despertado cada vez mais o interesse por essa cultura, o que leva a um grande potencial de crescimento (SEBRAE, 2017).

Dentre os artrópodes, os ácaros destacam-se como pragas importantes, sobretudo aqueles da família Tetranychidae, os quais promovem o surgimento de clorose, perda de vigor, desfolhamento e murchamento das plantas, e isso resulta em perdas na produção em morangueiros (BORTOLOZZO e outros, 2007) e sintomas parecidos em amendoizeiros, o que pode promover a morte das plantas e queda na produtividade (ANDRADE e outros, 2016). O ácaro rajado *Tetranychus urticae* (Kock, 1836) (Acari, Tetranychidae) é a principal praga do morangueiro no Brasil e em diversas regiões de outros países (LOURENÇÃO e outros, 2000) e de grande importância para os cultivos de amendoim.

Os aspectos biológicos de ácaros são de grande interesse para o desenvolvimento de programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP). Os conhecimentos acerca das variações numéricas nas populações, bem como dos fatores determinantes de tais variações, constituem-se uma das bases do MIP e, também, são fundamentais para o desenvolvimento e, ou, aperfeiçoamento de novas tecnologias de supressão populacional de pragas (NORRIS, CASWEL-CHEN e KOGAN, 2003). Vários fatores bióticos e abióticos influenciam direta ou indiretamente nos aspectos biológicos das pragas agrícolas, atuando, muitas vezes, como indutores de resistência de plantas a insetos e ácaros.

O uso do silício pode promover resistência das plantas às pragas, principalmente, pelo aumento da resistência mecânica das células

(MORAES e outros, 2005), aumento da produção de aleloquímicos e favorecimento de agentes biológicos de controle (REYNOLDS e outros, 2016). Além desses mecanismos, existem algumas hipóteses que relacionam o silício como promotor do aumento da pubescência da folha e produção de compostos voláteis induzidos por herbívoros, compostos que atraem inimigos naturais das pragas (REYNOLDS e outros, 2016).

Embora exista uma gama de trabalhos acerca dos efeitos do silício sobre a biologia de pragas e indução de resistência de plantas, poucas são as pesquisas voltadas para os efeitos do silício em controle de ácaros. Destacam-se os resultados positivos de controle do ácaro rajado na cultura do milho pela associação de *Beauveria bassiana* (Bals.) e silicato de potássio (GATARAYIHA, LAING e MILLER, 2010) e do uso de diferentes fontes de silício para redução da população do ácaro amarelo da cana-de-açúcar *Oligonychus sacchari* Hirst (NIKPAY e NEJADIAN, 2013).

O silício já foi estudado em amendoim visando ao controle do trips do prateamento *Enneothripes flavens* Moulton, 1941 (Thysanoptera: Thripidae) (DALASTRA e outros, 2011), a fim de promover redução de ninfas e adultos da praga. Em morango, alguns estudos foram realizados sobre os efeitos do silício no manejo de doenças, na nutrição e nas características organolépticas dos frutos (IGARASHI, 2008; BRAGA e outros, 2009; CARRÉ-MISSIO e outros, 2010), mas sem abordagem do manejo de pragas da cultura.

Atualmente, o controle do ácaro rajado é feito, principalmente, por produtos químicos organossintéticos, o que leva a um risco de impacto ambiental pela possibilidade de haver resíduos nos frutos, contaminação do solo e da água, intoxicação do trabalhador e possibilidade de seleção de populações resistentes aos acaricidas específicos e inseticidas de amplo espectro de ação.

Diante das tendências dos benefícios do uso do silício no manejo de algumas pragas agrícolas, pode-se levantar a hipótese de que a aplicação do silício em plantas hospedeiras do ácaro rajado pode contribuir para a redução

populacional dessa espécie, por afetar negativamente seus aspectos biológicos em, pelo menos, duas gerações, e que tais aspectos variam em função da fonte de silício.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do silício nos aspectos biológicos do ácaro rajado nas gerações parental e F1, utilizando-se duas fontes do elemento, com vistas ao aperfeiçoamento do manejo integrado da praga nas culturas do morango e do amendoim.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais e importância das culturas do amendoim e morango

O amendoineiro é uma espécie dicotiledônea, herbácea, anual e oleaginosa, pertencente à família Fabaceae (BARBIERI e outros, 2015); é um importante alimento, cultivado em todos os trópicos e subtropicais (BERTIOLI e outros, 2011), tem como principal produto o óleo, subproduto, torta para alimentação animal, e seu grão é usado para consumo in natura (SUASSUNA e outros, 2009). De origem da América do Sul, o gênero *Arachis* ocorre naturalmente na Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai. A partir do século XIII, foi introduzido na Europa, África, China, Japão e Índia (ARRIEL, 2014).

Hoje, o amendoim é cultivado em mais de 80 países (CHATTOPADHYAY, KOLTE e WALIYAR, 2015) e é considerado a quarta oleaginosa mais agricultada no mundo (NETO e outros, 2012). Com plantios em larga escala, o continente asiático representa a maior produção mundial, sendo a China a maior produtora de amendoim (38%), seguida pelo continente africano, Estados Unidos e América do Sul (USDA, 2018).

A produção brasileira de amendoim em 2017 foi de 466,2 mil toneladas; o estado de São Paulo contribui com 422,3 mil toneladas, o que lhe confere o título de maior produtor brasileiro, representando 90% de toda a produção (CONAB, 2018; IEA, 2018). Em seguida, no ranking de produção nacional, estão os estados do Rio Grande do Sul (11,8 mil toneladas), Mato Grosso do Sul (10,5 mil toneladas), Minas Gerais (9,4 mil toneladas), Paraná (6,8 mil toneladas), Sergipe (1,8 mil toneladas) e Bahia (1,8 mil toneladas) (CONAB, 2018).

A Bahia representa a segunda maior produção do Nordeste; no estado, são 99 municípios que semeiam o amendoim, com a maior parte

deles localizados nos Territórios de Identidade Recôncavo, Litoral Norte e Portal do Sertão (ALMEIDA, 2014); o município de Barreiras tem tido expressivo crescimento da cultura nos últimos anos (FILHO e SANTOS, 2013). A maior parte do que é produzido é proveniente de pequenos e médios produtores, que vivem da agricultura familiar (ALDEIDA e outros, 2014).

Nas regiões onde as adversidades climáticas são expressivas, o amendoim representa uma alternativa agrícola viável devido ao fácil manejo, ciclo curto e mercado receptivo (FILHO e SANTOS, 2013). Por ser uma cultura relativamente tolerante à seca, as condições climáticas confortáveis para o desenvolvimento situam-se na temperatura entre 25°C e 35°C (NOGUEIRA e TÁVORA, 2005), e a necessidade hídrica varia de 450 a 700 mm (CATO e outros, 2008). O morangueiro pertence à família Roseaceae, subfamília Rosoiedae e ao gênero *Fragaria* (SANHUEZA e outros, 2005); comercialmente, o morango é a fruta de maior importância comercial dentro da família Roseaceae (SZPYRKA, 2018). O consumo dessa fruta está relacionado com o seu sabor e suas propriedades, é rica em vitamina C, açúcar, ácidos orgânicos, antocianina, fósforo, ferro e outros minerais (SHARMA, JOSHI e ABROL, 2009).

O morango é produzido em várias regiões do mundo e cultivado em mais de 70 países (FLACHOWSKY, HÖFER e HANKE, 2011). A China é o maior país produtor de morango e representa 42% do volume global produzido; em seguida, estão os EUA (16%), México (5%), Egito (5%), Turquia (4%) e Espanha (4%) (MACHADO, 2018; INDEX BOX, 2018).

No Brasil, essa cultura vem se destacando, principalmente, pelo aumento expressivo na produção e no consumo (SANTIAGO e outros, 2018); o país está na 56ª posição no ranking mundial de produção de morangos (MACHADO, 2018); a produção brasileira gira em torno de 155 mil toneladas, cultivadas em 4.300 hectares, com ampla escala geográfica (FAGHERAZZI e outros, 2017). Os estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, São Paulo e Espírito Santo representam a maior produção de morangos

(ANTUNES e PERES, 2013), entretanto outros estados e regiões brasileiras têm tido crescimento no cultivo dessa fruta.

O estado da Bahia iniciou a produção de morangos em 2011 na região da Chapada Diamantina, com destaque para os municípios de Barra da Estiva, Morro do Chapéu e Ibicoara. A região é considerada uma das principais produtoras no Nordeste, com colheita de 416 toneladas e produtividade de 40 toneladas por hectares (SEBRAE, 2010); supera a média nacional, que é de 36,1 ton.ha⁻¹ (FAGHERAZZI e outros, 2017).

O potencial da Chapada Diamantina para produção de morangos está relacionado com as condições edafoclimáticas (DANTAS e outros, 2017); essa região está entre 800 e 1.200 metros de altitude e apresenta temperatura ideal para a produção de frutas temperadas (SEBRAE, 2010). As plantas de morangos são sensíveis às condições climáticas, a temperatura ideal para o desenvolvimento do morangueiro em regiões tropicais e de altas altitudes está entre 12°C e 26°C (DIAS e outros, 2007).

Diversas pragas e doenças podem comprometer a produção de morango; dentre elas, estão os tripses, pulgões, moscas das frutas, lagartas (ULLIO, 2009) e os ácaros fitófagos (FADINI, PALLINI e VENZON, 2004). Para o controle destes, é comum a utilização de agroquímicos, entretanto o uso errôneo e exagerado dos agrotóxicos tem transformado o morango em um vilão perante o consumidor (DAROLT, 2008), devido aos resíduos de pesticidas em frutos frescos (EFSA, 2017).

Assim, é importante a busca de sistemas integrados de produção de morango, a fim de obter cultivos econômicos e seguros e diminuir o uso e os efeitos indesejáveis dos agrotóxicos (SANTI e COUTO, 2012), visando à produção de frutos mais saudáveis aos consumidores.

2.2 Aspectos gerais e importância econômica do ácaro rajado

O ácaro rajado é uma praga polífaga (GRBIC e outros, 2011). Possui coloração amarelo-esverdeada, dois pares de manchas escuras no dorso e é

coberto por longas setas; os machos adultos possuem em torno de 0,25 mm de comprimento, enquanto as fêmeas adultas medem 0,46 mm; os ovos possuem formato esférico; a postura, geralmente, é realizada diretamente nas folhas, nas proximidades das nervuras ou sobre as teias que são tecidas pelos adultos. Os indivíduos, geralmente, localizam-se na face abaxial das folhas (MORAES e FLECHTMANN, 2008).

Durante seu desenvolvimento, o ácaro rajado passa pelos estádios de ovo, larva, protonifa, deutoninfa e adulto, além das fases quiescentes protocrisálida, deutocrisálida e teliocrisálida. O ciclo de vida varia de acordo com o hospedeiro, temperatura, umidade e fotoperíodo. Na temperatura de 25°C, esse ciclo fica em torno de 10 a 12 dias, enquanto que, em temperaturas próximas de 30°C, com umidade relativa menor que 60%, esse tempo pode ser reduzido para sete dias (BERNARDI e outros, 2010).

O ciclo, relativamente curto, somado à polifagia, faz com que essa espécie alcance o status de praga em diversas culturas, a exemplo do mamoeiro (CATALANI e outros, 2017), macieira (LANDEROS e outros, 2013), tomate (GIGON; CAMPOS; GORFF, 2016), citros (AGUT e outros, 2006), amendoim (ALMEIDA, 2015) e morango (BERNARDI e outros, 2010; WATANABE e outros, 1994).

O ácaro rajado é uma praga importante em amendoineiro, causa pontos cloróticos esbranquiçados e, em altas populações, promove a morte das plantas e queda na produtividade (ANDRADE e outros, 2016).

Entretanto, são raros os trabalhos sobre essa praga associados a essa cultura, e não foram encontrados trabalhos que mensurem as perdas causadas.

O morangueiro é atacado por diversos ácaros, dentre eles, o ácaro rajado, que é a principal praga dessa cultura. As injúrias consistem no aparecimento de pontos cloróticos na face adaxial das folhas; estas escurecem com o aumento da população e secam posteriormente, devido à perfuração das células da epiderme (BERNARDI e outros, 2010). Assim, o ácaro rajado causa necrose e queda das folhas e, em alta densidade

populacional, promove a morte das plantas. As perdas podem chegar a até 80% da produção quando não controlado de forma adequada (CHIAVEGATO e MISCHAN, 1981).

Os danos causados são rapidamente percebidos devido à voracidade com que os ácaros alimentam-se. O ácaro perfura as células do parênquima paliçádico do mesófilo foliar e, assim, injetam enzimas salivares que digerem elementos estruturais, sugando o conteúdo extravasado. Cada ácaro tem capacidade de destruição de 18 a 22 células por minuto (SANCES e outros, 1949).

Os frutos de plantas atacadas por ácaro rajado apresentam características organolépticas inferiores àquelas que não têm contato com a praga. Livinale e outros (2014) verificaram que a quantidade de sólidos solúveis (°Brix), antocianinas e demais compostos antioxidantes foi menor em morangos, cujas plantas tiveram contato com o ácaro rajado. Visualmente, o fruto atacado adquire coloração amarronzada e aspecto seco e duro (BERNARDI e outros, 2010).

As plantas de morangueiro atacadas pelo ácaro rajado diminuem a taxa fotossintética e, conseqüentemente, a produção de fotoassimilados que seriam destinados à produção. A diminuição da fotossíntese é consequência da menor área foliar e menor massa fresca de folhas (KLAMKOWSKI e outros, 2006).

2.3 Aspectos biológicos do ácaro rajado

A biologia populacional do ácaro rajado é afetada por diversos fatores bióticos e abióticos, como umidade, temperatura, fotoperíodo, hospedeiro, condição nutricional do hospedeiro, dentre outros (BERNARDI e outros, 2010; MORO e outros, 2012; SACRAMENTO, 2016; SILVEIRA, 2013). Aspectos populacionais do ácaro rajado, como ciclo biológico, parâmetros reprodutivos, populacionais, probabilidade de sobrevivência e

fertilidade específica, têm sido estudados por diversos autores (CATALANI e outros, 2017; MORO e outros, 2012; SADEGHI e outros, 2016).

O ciclo de vida do ácaro rajado varia de seis até 12 dias, dependendo do hospedeiro. Em mini-rosa, o adulto emergiu aos seis dias, enquanto, em orquídeas e mamão, esse período ficou em torno de 12 dias (MEENA e outros, 2013; MORO e outros, 2012). Em morangueiro, Sacramento (2016) verificou que as fases de ovo, larva e ciclo total foram influenciadas por diferentes variedades de morangueiro; para ciclo total, esses valores foram de 11,05 dias até 20,12 dias.

A nutrição mineral de plantas é outro fator importante no ciclo de vida do ácaro rajado; nesse quesito, um elemento que vem sendo bastante estudado é o silício. Alguns autores demonstraram que este tem aumentado o período das diversas fases do ácaro rajado em diversas fases e, conseqüentemente, prolonga o ciclo de vida da praga (SADEGHI e outros, 2016; MORO e outros, 2012). Sadeghi e outros (2016) observaram valores de 8,22 dias na testemunha e 9,37 dias quando foi feita a aplicação de dois ppm de silício em feijoeiro.

A fertilidade e a sobrevivência do ácaro rajado têm sido bastante estudadas (AFIFI e outros, 2015; CATALANI e outros, 2017; KARLEC e outros, 2017; SADEGHI e outros, 2017; SILVEIRA, 2016). Estes autores estudaram diversos fatores e comprovaram que o hospedeiro, variedade e nutrição mineral influenciam diretamente esses parâmetros.

A ação direta do silício sobre o ácaro rajado também já foi constatada, relacionada à redução da oviposição e ao aumento da mortalidade em feijoeiro e mamoeiro (SADEGHI e outros, 2017; SILVEIRA, 2016).

Na literatura disponível, há trabalhos sobre biologia populacional do ácaro rajado em morangueiro, mas não são encontradas informações sobre esses aspectos para o amendoineiro.

2.4 Principais métodos para controle do ácaro rajado

O controle químico com acaricidas e inseticidas organossintéticos é o método mais utilizado para reduções populacionais do ácaro rajado. No Brasil, 29 produtos são registrados para o morangueiro; não há, no entanto, registros de produtos para o controle dessa praga para o amendoimzeiro (AGROFIT, 2019).

O uso intensivo do controle químico vem apresentando problemas, como ineficiência ou seleção de populações resistentes do ácaro rajado para alguns produtos utilizados (ANDRADE, 2009; SUH e outros, 2006). O princípio ativo mais utilizado no Brasil para controle desse ácaro é a abamectina, o que tem levado à seleção de populações resistentes e diminuído a população de predadores, tornando difícil o seu uso no manejo integrado do ácaro (BERNARDI e outros, 2012; DERMAUW e outros, 2012; FERREIRA e outros, 2015; MONTEIRO e outros, 2015).

A nanotecnologia, uma das megatendências para a agricultura do futuro (EMBRAPA, 2018), tem se mostrado um caminho para o uso mais racional e seguro de produtos fitossanitários, por evitar o desperdício dos produtos no meio ambiente. Recentemente, foi demonstrado que nanopartículas de prata e cobre (AL-AZZAZY e outros, 2019; DORRI e outros, 2018; PAVELA e outros, 2017) causam mortalidade em todas as fases do ácaro rajado, apresentando seletividade em favor dos ácaros predadores (AL-AZZAZY e outros, 2018; DORRI e outros, 2018; PAVELA e outros, 2017).

Dentre as novas tendências para manejo de pragas, a atmosfera controlada contendo gases tóxicos tem sido investigada para o ácaro rajado. O uso do CO₂ em condições controladas é recomendado para controle do ácaro em mudas de morangueiro, com restrição para certas culturas e cultivares devido à fitotoxicidade (GONG e outros, 2018).

Outros métodos de controle do ácaro rajado vêm sendo estudados e utilizados; dentre eles, destacam-se o controle químico natural, com o uso de

extratos e óleos vegetais, bem como o controle biológico, com utilização de fungos e ácaros predadores (AUAMCHAROEN e CHANDRAPATYA, 2015; ESTEVES FILHO e outros, 2013; REZAEI e outros, 2013; RIBEIRO, CAMARA e RAMOS, 2016; TABET e outros, 2015), além do uso de cultivares resistentes (GONZÁLEZ-DOMÍNGUEZ e outros, 2015; KARLEC e outros, 2016).

No controle biológico, destacam-se duas espécies de ácaros predadores, *Phytoseiulus macropilis* (Banks) e *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari, Phytoseiidae), por serem muito estudadas e com tecnologia de criação massal e inscrição no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o que possibilita a comercialização e uso no campo (GIGON, CAMPOS e CORFF, 2016; LANDEROS e outros, 2013; OLIVEIRA, MARTINS e ZACARIAS, 2013).

Outras espécies de ácaros predadores apresentam potencial para o controle biológico, como *Phytoseiulus persimilis* (Athias-Henriot) (Acari: Phytoseiidae), *Iphiseius degenerans* (Berlese) (Acari: Phytoseiidae) e *Kampimodromus aberrans* (Oudemans) (FANTINO e outros, 2012; KASAP e ATLIAHN, 2011; SEIED, SABOORI e ZAHEDI-GOLPAYEGANI, 2013; VANGANSBEKE e outros, 2013).

O controle cultural do ácaro rajado é uma ferramenta importante no manejo integrado de pragas, pois estabelece condições desfavoráveis ao desenvolvimento da praga no campo. Nesse sentido, a adubação pode ser um componente de redução populacional de pragas. O efeito da nutrição da planta sobre o ácaro rajado tem sido estudado por diversos autores (MARQUES-FRANCOVIG e outros, 2014; NAJAFABADI e outros, 2011; RIBEIRO e outros, 2012; WERMELINGER, OERTLI e BAUMGARTNER, 1991), e as respostas são bastante diversas, influenciadas pelo tipo de adubação, química ou orgânica, ou, ainda, pelo hospedeiro.

Em morangueiro, a adubação nitrogenada deve ser realizada de forma cautelosa, pois tende a aumentar a população do ácaro, enquanto a adubação potássica, embora tenha afetado negativamente a população do

ácaro rajado, não promoveu o aumento da produtividade (RIBEIRO e outros, 2012). Dentre os fatores que favorecem o aumento da população do ácaro rajado na planta, destaca-se o aumento da produção de proteínas e aminoácidos (CATALANI e outros, 2017), o que torna o conteúdo celular mais nutritivo para o ácaro.

A adubação orgânica em algodoeiro promove a diminuição da população do ácaro rajado (MARQUES-FRANCOVIG e outros, 2014); Wermelinger, Oertli e Baumgartner (1991) verificaram que o nitrogênio foliar também diminui a população dessa praga, enquanto que Najafabadi e outros (2011) verificaram que, quanto maior a dose de nitrogênio, maior a população do ácaro. O silício, por outro lado, tem sido estudado para controle de pragas, especialmente para insetos (VILELA e outros, 2014; PEIXOTO e outros, 2011; ANTUNES e outros, 2010; CAMARGO e outros, 2008; GOMES e outros, 2005) e ácaros (GATARAYIHA, LAING e MILLER, 2010); mostra-se promissor como uma ferramenta de manejo por induzir resistência de plantas a pragas.

2.5 Resistência induzida de plantas ao ácaro rajado pelo uso de silício

A resistência induzida é um processo resultante da ativação de mecanismos responsáveis pela produção de substâncias de defesas pelas plantas e pode ser promovida por fatores bióticos e/ou abióticos (GATEHOUSE, 2002).

Esse tipo de resistência pode ser promovido por fatores bióticos, como o contato da própria praga com a planta, e, assim, estimular a produção de compostos voláteis induzidos por herbívoros (REYNOLDS e outros, 2016). As substâncias liberadas pelas plantas, quando atacadas, são percebidas pelas plantas que estão no entorno e estimulam, dessa forma, a ativação de mecanismos de defesa (GATEHOUSE, 2002). Fatores abióticos

como temperatura, radiação ultravioleta e gama, irrigação e adubação podem atuar como indutores de resistência (GATEHOUSE, 2002).

Diversos elementos químicos podem favorecer a resistência de plantas à artrópodes por possibilitar a produção de compostos químicos de defesa, promoção de mudanças morfológicas das plantas. O silício tem sido um dos elementos químicos indutores de resistência mais estudados (CATALANI e outros, 2017; REYNOLDS e outros, 2016; SILVA e outros, 2010). É o segundo elemento mais abundante do planeta, está presente em diversas estruturas do solo, desde os quartzos até partículas solúveis, como ácido monossílico, que pode ser absorvido pelas plantas (PEREIRA JÚNIOR, 2008).

A essencialidade do silício para a nutrição das plantas é um debate recorrente entre os especialistas da área. Embora essa questão ainda não seja muito clara, a presença do silício auxilia no desenvolvimento das plantas em diversos aspectos, sobretudo quando estas se desenvolvem em condições de algum tipo de estresse. Em milho, o silício minimiza o efeito do estresse salino sobre o crescimento de plântulas quando aplicado via solução nutritiva, enquanto, para o feijão-de-corda, não foi observado esse efeito (LIMA e outros, 2011).

O silício ainda confere às plantas ações benéficas, como aumento da taxa fotossintética, plantas mais eretas, redução da transpiração e aumento da resistência mecânica das células (MORAES e outros, 2005). Além de todas essas vantagens citadas, o silício vem ganhando espaço no que se refere à indução de resistência de plantas às pragas. Embora seja possível encontrar trabalhos relacionados a esse tema desde o ano de 1966 (LANNING, 1966), a quantidade de trabalhos desenvolvidos nas duas últimas décadas tem crescido de forma considerável (SILVA e outros, 2014; VILELA e outros, 2014; GOUSSAIN e outros, 2002).

Os mecanismos de resistência induzidos pelo silício têm sido bastante estudados; dentre eles, estão o aumento da taxa fotossintética e aumento da resistência mecânica das células (MORAES e outros, 2005). A

maior resistência mecânica conferida às células dificultaria o ataque da praga, conforme trabalho realizado por Goussain e outros (2002), os quais demonstraram que a lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera, Noctuidae) tinha suas mandíbulas danificadas quando se alimentava de folhas de milho tratadas com silício; além disso, há o aumento do canibalismo em até oito vezes.

A quantidade e complexidade dos mecanismos de indução de resistência às pragas promovida pelo silício fazem com que os resultados sejam observados nas diversas Ordens de insetos, como Lepidoptera (VILELA e outros, 2014; ANTUNES e outros, 2010; NERI e outros, 2009; GOUSSAIN e outros, 2002), Hemiptera (PEIXOTO e outros, 2011; CAMARGO e outros, 2008; GOMES, MORAES e ASSIS, 2008; GOMES e outros, 2005) e Thysanoptera (DOGRAMACI e outros, 2013).

Embora exista uma gama de trabalhos sobre os efeitos do silício sobre a biologia de pragas e sobre a indução de resistência de plantas, poucos são os trabalhos voltados para os efeitos em ácaros (GATARAYIHA, LAING e MILLER, 2010; SADEGHI e outros, 2016; CATALANI e outros, 2017).

O silício pode ser utilizado para controle de ácaros no manejo integrado de pragas, uma vez que não interfere na ação de outros métodos de controle. Gatarayira, Lang e Miller (2010), em casa de vegetação, verificaram que conídios de *B. bassiana* adicionados ao silicato de potássio podem ser utilizados e foram eficientes no manejo do ácaro rajado em milho. Sadeghi e outros (2016) verificaram que o silício afeta negativamente os parâmetros populacionais e reprodutivos e a tabela de vida do ácaro rajado em feijoeiro. O silício também promove a produção de compostos de defesa das plantas e diminui a taxa líquida de reprodução do ácaro rajado em mamoeiro (CATALANI e outros, 2017). Isso demonstra que o silício tem potencial para utilização na indução de resistência e controle do ácaro em diversas culturas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e Período experimental

Os experimentos foram conduzidos no período de outubro de 2016 a outubro de 2018; foram iniciados no Laboratório de Acarologia Agrícola da Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, Campus de Jaboticabal, SP, e tiveram continuidade no Laboratório de Entomologia e em telados da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Campus de Vitória da Conquista, BA.

Os experimentos sobre os aspectos biológicos do ácaro rajado foram desenvolvidos em morangueiro e amendoineiro, utilizando-se metodologia semelhante em todos os experimentos, exceto o material foliar, sendo folíolos para o amendoineiro e discos foliares para o morangueiro. Todos os experimentos foram realizados em sala climatizada, com condições de temperatura de $25^{\circ}\text{C} \pm 2$; $70 \pm 10\%$ de umidade relativa (UR) e fotoperíodo de 12 horas.

3.2 Criação-estoque do ácaro rajado

Durante todo o período experimental, foi mantida uma criação de ácaro rajado sobre plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), em telado com as medidas de 4 m x 2 m x 2 m. No interior do telado, foram mantidas plantas de feijão, às quais foi transferido ácaro rajado em todas as suas fases, sendo a população inicial procedente de cultivos comerciais de morangueiro, município de Barra da Estiva, BA. A criação de ácaro rajado em Jaboticabal para realização do primeiro experimento foi mantida em feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* DC.) em casa de vegetação.

As plantas foram vistoriadas diariamente, a fim de evitar infestações de pulgões e predadores, e se realizaram molhação e semeadura para

renovação do estande de plantas, bem como avaliação geral das condições da criação.

3.3 Bioensaios com açúcar rajado em amendoinzeiro sob aplicação de silício

3.3.1 Aspectos biológicos da geração parental

Os estudos foram realizados no período de novembro de 2016 a abril de 2017, envolvendo plantas de amendoim cv. Granoleico em vasos mantidos em telado com substrato composto de solo, areia e esterco bovino na proporção de 2:1:1 (v/v/v).

As plantas foram conduzidas em 45 vasos com volume de 5 L. Cada tratamento foi aplicado em 15 vasos distintos, nos quais foram feitas três aplicações de água deionizada + 0,21 g L⁻¹ de KCl; solução com 78,28 mol L⁻¹ de Silicato de Potássio alcalino; e 78,28 mol L⁻¹ de Nanosílica + 0,21 g L⁻¹ de KCl. A primeira aplicação foi realizada no início da floração do amendoinzeiro, e as demais, a cada 10 dias. As aplicações foram realizadas de forma que pudessem garantir a cobertura total das folhas e melhor absorção do produto pela planta. Foi adicionado o Cloreto de Potássio na testemunha e na solução de Nanosílica para compensar o que está presente na formulação do Silicato de Potássio Alcalino.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três tratamentos e 80 repetições, totalizando 240 parcelas. Cada tratamento constou de 80 folíolos procedentes das seguintes condições: 1) Aplicação de 0,8 mL L⁻¹ de silício da fonte Silicato de Potássio Alcalino; 2) Aplicação de 0,8 mL L⁻¹ de silício da fonte Nanosílica; e 3) Testemunha (sem aplicação de silício). As fontes de silício contêm as seguintes composições: Nanossílica Bindizil® (Nano) (77 g L⁻¹ de Si e pH 10,5) e Silicato de potássio sem estabilizante (SiK) (128 g L⁻¹ de Si; 126,5 g L⁻¹ de K₂O e pH 12,0).

Dez dias após a última aplicação, foram coletadas cinco folhas de cada planta dos três tratamentos para análise de silício, e se procedeu à lavagem das folhas com água destilada contendo detergente e solução ácida de 0,1 molar de HCl. Nesse mesmo dia, foram coletadas 80 folíolos das plantas tratadas e não tratadas com silício, padronizadas da melhor forma possível, de acordo com características de idade fisiológica e posição na planta, com a finalidade de garantir que apenas folhas que receberam as três aplicações de silício fossem selecionadas, bem como garantir condições idênticas para desenvolvimento do ácaro.

Fêmeas adultas do ácaro rajado oriundas da criação-estoque foram confinadas em arenas de placas de Petri de seis centímetros de diâmetro contendo um folíolo previamente lavado e seco; estas foram fixados com um alfinete ao centro da placa com cola quente (Figura 1). Foi adicionada água na base das placas para garantir a viabilidade do material foliar e evitar a fuga do ácaro; a água foi repostada sempre que necessário. Após a confinação das fêmeas do ácaro, foram realizadas observações para verificar a presença de ovos, e, uma vez confirmada a postura, foram mantidos dois ovos em cada folha, e se retirou a fêmea para evitar que mais posturas fossem feitas. Aquelas que ainda não haviam sido submetidas à postura foram observadas a cada quatro horas até que todas as placas tivessem um ou dois ovos. Após a eclosão, foi mantida somente uma larva por folha; esta foi acompanhada em todas as fases móveis e quiescentes até a fase adulta.



Figura 1 Folíolo de amendoinzeiro preso à placa de Petri por meio de um alfinete entomológico.

As avaliações foram realizadas duas vezes ao dia até os ácaros atingirem a fase adulta, observando-se a duração e viabilidade das fases de ovo, larva, protocrisálida, protoninfa, deutocrisálida, deutoninfa, teliocrisálida e adulto.

Terminado o ciclo de vida, foram formados 20 casais de cada tratamento para avaliação dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e longevidade. Os tratamentos que, porventura, não possuíam ácaros machos suficientes para formação dos casais, bem como aqueles que morreram durante as avaliações de postura, foram suplementados e/ou substituídos com ácaros da criação-estoque. Durante o período de oviposição, os ovos foram contabilizados a cada 24 horas, e se retiraram todos os ovos diariamente, exceto os do quarto e do quinto dia, os quais foram mantidos para verificação de viabilidade de ovos e razão sexual.

Os dados de duração das fases de ovo, larva, protocrisálida, protoninfa, deutocrisálida, deutoninfa, teliocrisálida e teor de silício foram submetidos aos testes de Lilliefors e de Cochran, para verificar a normalidade e homogeneidade, respectivamente, à análise de variância e ao teste Tukey a 5% de probabilidade. Aqueles que não atenderam aos preceitos

da estatística paramétrica foram submetidos ao teste Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade, ambos os testes por meio do programa BioEstat 5.0.

As figuras de probabilidade de sobrevivência e fertilidade específica foram feitas por meio do programa Microsoft Office Excel 2007 e editadas no CorelDRAW x7.

Foram calculados, também, a taxa líquida de reprodução (R_0), duração média de uma geração (T), razão finita de aumento (λ) e tempo necessário para a população duplicar o número de indivíduos (TD), observados dos 20 casais formados, obtidos de ovos usados nas avaliações do ciclo biológico e um ácaro macho (PENTEADO e outros, 2010; SILVEIRA NETO e outros, 1976).

Cálculos básicos para obtenção dos dados para confecção dos gráficos de fertilidade específica (m_x):

$$m_x = \text{ovos/dia/fêmea}/2(rs)$$

$$rs = \text{razão sexual.}$$

Cálculos básicos para obtenção dos dados de taxa líquida de reprodução (R_0), duração média de uma geração (T), razão finita de aumento (λ) e tempo para dobrar a geração (TD):

$$R_0 =$$

$$T =$$

$$\lambda = e^{rm}$$

$$TD = \ln(2)/rm$$

$$rm = \log.R_0/T.0,4343$$

3.3.2 Aspectos biológicos da geração F1

Os estudos foram realizados no período de junho a outubro de 2018, envolvendo plantas de amendoim em vasos mantidos em telado com substrato composto por terra de barranco, esterco caprino e adubação de acordo com a exigência da cultura. Foi realizada a análise química do solo no Laboratório de Química do Solo Tabela 1.

Tabela 1. Análise química da terra de barranco antes do preparo do substrato.

Profundidade	pH	Mgdm ⁻³		Cmol _c dm ⁻³				%	
	H ₂ O	P	K ⁺	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Al ⁺³	H ⁺	Na ⁺	V
0-20 cm	4,5	2	0,2	1,7	1,1	2,0	5,0	0,2	15

Após as aplicações dos produtos, foram coletados 90 folíolos das plantas de cada tratamento, padronizadas da melhor forma possível, de acordo com características de idade fisiológica e posição na planta, com a finalidade de garantir que as folhas recebessem as três aplicações, bem como condições idênticas para desenvolvimento do ácaro. Foi transferida uma fêmea por folíolo; após a oviposição, a fêmea foi retirada, e, posteriormente à eclosão da larva, seguiu-se a observação de todas as fases até a emergência do adulto. Após a emergência, foram utilizadas as fêmeas, perfazendo um total de 50 fêmeas por tratamento.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e 50 repetições, totalizando 150 parcelas. A unidade experimental constou de uma placa de Petri contendo um folíolo. A condução das plantas e as aplicações foram realizadas de acordo com a metodologia citada no item 3.3.1 deste trabalho.

As análises estatísticas foram realizadas de acordo com a metodologia citada no item 3.3.1 deste trabalho.

3.4 Bioensaios com ácaro rajado em morangueiro sob aplicação de silício

3.4.1 Aspectos biológicos da geração parental

Os estudos foram realizados no período de maio a julho de 2018, envolvendo plantas de morango cv. Mojave em vasos mantidos em telado.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e 80 repetições, totalizando 240 parcelas. Cada tratamento

constou de 80 discos de folhas de morangueiro com dois centímetros de diâmetro (Figura 2). A condução das plantas, as aplicações e avaliação de silício foram realizadas de acordo com as metodologias descritas no item 3.3.1 deste trabalho.



Figura 2 Disco foliar de morangueiro preso à placa de Petri por meio de um alfinete entomológico.

As fêmeas oriundas dessas folhas, em um total de 50, foram separadas para se proceder às avaliações e análises estatísticas de acordo com a metodologia citada no item 3.3.1 deste trabalho.

3.4.2 Aspectos biológicos da geração F1

Os estudos foram realizados no período de junho a agosto de 2018, envolvendo plantas de morango em vasos mantidos em telado. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com três tratamentos e 50 repetições, totalizando 150 parcelas. Cada tratamento constou de 50 discos foliares de 2 cm de diâmetro procedentes das seguintes condições: 1) Aplicação de $0,8 \text{ mL L}^{-1}$ de silício da fonte Silicato de Potássio alcalino; 2) Aplicação de $0,8 \text{ mL L}^{-1}$ de silício da fonte Nanosílica; e 3) Testemunha (sem aplicação de silício).

A condução das plantas, as aplicações e as avaliações de silício foram realizadas de acordo com as metodologias descritas no item 3.3.1 deste trabalho.

Dez dias após a última aplicação dos produtos, foram coletadas folhas das plantas de cada tratamento, para retirada de 90 discos, padronizadas da melhor forma possível, de acordo com características de idade fisiológica e posição na planta, com a finalidade de garantir que as folhas recebessem as três aplicações, bem como condições idênticas para desenvolvimento do ácaro.

A condução das plantas, as aplicações e avaliação de silício foram realizadas de acordo com as metodologias descritas no item 3.3.1 deste trabalho.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Aspectos biológicos do ácaro rajado em amendoineiro sob aplicação de silício

4.1.1 Aspectos biológicos da geração parental

A aplicação foliar de silício foi efetiva para se aumentar o teor do elemento nas folhas das plantas (Tabela 2).

Os resultados para teor de silício nas folhas do amendoineiro demonstraram que o elemento foi bem absorvido com as fontes utilizadas; este resultado corrobora os resultados encontrados por Crusciol e outros (2013), os quais relataram que fontes foliares de silício favoreceram a absorção do nutriente.

Tabela 2 Media e erro padrão do teor de silício em amendoineiro sob aplicação de diferentes fontes de silício após a terceira aplicação.

Parâmetros analisados	Tratamentos		
	Silicato solúvel alcalino	Nanosílica	Testemunha
Silício (g Kg ⁻¹)	1,21 ± 0,21 a	1,60 ± 0,24 a	0,35 ± 0,12 b

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O ciclo de desenvolvimento do ácaro rajado foi influenciado pelos tratamentos, com tempo total de desenvolvimento significativamente maior na presença do silício (8,62 dias - silicato solúvel alcalino e 8,63 dias - nanosílica) em relação à testemunha (sem silício - 8,21 dias). Entretanto, quando considerado o período larva-adulto, somente a fonte silicato solúvel alcalino foi superior à testemunha. As fases de ovo, protocrisálida, protoninfa, deutoninfa e teliocrisálida revelaram tempo significativamente maior nos tratamentos com silício, enquanto, para as fases de larva e teliocrisálida, os tempos de duração não diferiram entre os tratamentos. O

silício da fonte nanosilica prolongou as fases de ovo, protoninfa e deutocrisálida, com médias significativamente maiores em relação à testemunha; não difere, contudo, do tratamento com silicato solúvel alcalino, exceto para o tempo de incubação. Por outro lado, reduziu o tempo de deutoninfa. O silicato solúvel alcalino prolongou o período de incubação dos ovos em relação à testemunha e prolongou o período de protocrisálida (Tabela 3).

Tabela 3 Média e erro padrão do ciclo de vida da geração parental de *Tetranychus urticae* em amendoim sob aplicação de silício.

Estádio	Tratamentos		
	Silicato solúvel alcalino (Dia)	Nanosilica (Dia)	Testemunha (Dia)
Ovo	3,82 ± 0,05 b	3,94 ± 0,04 a	3,65 ± 0,06 c
Larva	0,85 ± 0,03 a	0,81 ± 0,03 a	0,77 ± 0,03 a
Protocrisálida	0,82 ± 0,02 a	0,77 ± 0,02 ab	0,68 ± 0,02 b
Protoninfa	0,71 ± 0,02 a	0,78 ± 0,03 a	0,67 ± 0,03 b
Deutocrisálida	0,70 ± 0,04 ab	0,75 ± 0,03 a	0,54 ± 0,02 b
Deutoninfa	0,79 ± 0,03ab	0,70 ± 0,02 b	0,83 ± 0,03 a
Teliocrisálida	0,95 ± 0,02 a	0,97 ± 0,02 a	0,98 ± 0,02 a
Larva-adulto	4,82 ± 0,05 a	4,69 ± 0,07 ab	4,56 ± 0,03 b
Ciclo total	8,62 ± 0,04a	8,63 ± 0,06 a	8,21 ± 0,07 b

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

A diferença no tempo de duração da fase de ovo observada neste trabalho não está relacionada com a alimentação das fêmeas, pois ambas foram transferidas do mesmo hospedeiro, o feijão comum, o que influenciou no resultado final do ciclo de vida do ácaro. O período de desenvolvimento larva-adulto comprovou esse fato, evidenciando que o silicato alcalino solúvel diminui o ciclo de vida do ácaro rajado. Nas demais fases em que houve diferença entre a testemunha e, pelo menos, um dos tratamentos que envolvem a aplicação do silício, esses tratamentos acabaram por aumentar as fases de desenvolvimento do ácaro rajado.

Diversos trabalhos têm demonstrado que o silício afeta as fases iniciais de insetos de aparelho bucal sugador labial, como *Bemisia tabaci*

Biotipo B (GENN.) (Hemiptera: Aleyrodidae), em feijoeiro tratado com silício via solo (GOMES e outros, 2008b). Dalastra e outros (2011) verificaram que o uso do silício diminuiu a quantidade de ninfas do trips do prateamento *Enneothripes flavens* Moulton, 1941 (Thysanoptera: Thripidae) em amendoinzeiro, o que conferiu proteção às plantas e aumentou a produtividade da cultura.

O enrijecimento da parede celular pode ter dificultado a alimentação de fases jovens da praga (MORAES e outros, 2005), ou, então, o silício pode atuar aumentando a pubescência da folha, o que, em tese, diminuiria a movimentação das fases jovens sobre as folhas das plantas. Ainda, outra hipótese que pode ser levantada é a do estímulo que o silício poderia ter provocado no sentido de aumentar a produção de compostos fenólicos de defesa (FREW e outros, 2016; REYNOLDS e outros, 2016).

O silício usado juntamente a inseticidas, como o imidacloprid, tem efeito sobre pulgão-verde-do-trigo, aumentando o tempo necessário para o acesso deste aos vasos do floema e xilema da planta (COSTA e outros, 2011), o que pode ter efeito parecido sobre as fases jovens do ácaro rajado. Avaliando o tempo necessário para essa mesma praga eliminar a última gota de honeydew, Costa e outros (2009) verificaram que esse pulgão demora mais tempo para eliminar essa substância, o que comprova a dificuldade de manutenção da alimentação, indicando a presença de substâncias que fizeram o pulgão parar a ingestão da seiva; fato semelhante poderia ocorrer com o ácaro rajado no que tange ao acesso do conteúdo celular da planta.

O ciclo de vida do ácaro rajado observado neste estudo foi completado sempre abaixo de nove dias, o que difere de outros trabalhos, nos quais o ciclo de vida da praga fica em torno de nove a 12 dias (MEENA e outros, 2013; MORO e outros, 2012).

Os períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição, bem como a sobrevivência (da fêmea, do macho e média), não foram afetados pelo silício. Pequena variação na sobrevivência máxima da fêmea foi constatada, de 35 (testemunha) a 37 dias (silicato solúvel alcalino),

enquanto, para o macho, a variação foi mais acentuada, sendo menor no tratamento com silicato de potássio (53) em relação à testemunha (79) (Tabela 4).

Tabela 4 Média e erro padrão dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e sobrevivência da geração parental de *Tetranychus urticae* em amendoimzeiro sob aplicação de silício.

Períodos	Tratamentos		
	Silicato de Potássio alcalino (Dia)	Nanosflica (Dia)	Testemunha (Dia)
Pré-oviposição	1,00 ± 0,02 a	1,00 ± 0,04 a	1,00 ± 0,03 a
Oviposição	27,00 ± 1,20 a*	24,10 ± 1,25 a	20,95 ± 1,18 a
Pós-oviposição	1,26 ± 0,80 a	1,84 ± 0,70 a	2,05 ± 0,60 a
Sobrevivência da fêmea	29,95 ± 1,40 a	27,16 ± 1,30 a	23,21 ± 1,45 a
Sobrevivência do macho	41,15 ± 2,50 a	42,92 ± 2,30 a	33,85 ± 2,35 a
Sobrevivência média	33,38 ± 1,70 a	36,54 ± 1,65 a	29,04 ± 1,75 a
Sobrevivência máxima da fêmea	37,00**	36,00	35,00
Sobrevivência máxima do macho	53,00**	87,00	79,00

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

*Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

**Dados sem análises estatísticas.

Os dados de sobrevivência da fêmea observados neste trabalho corroboram os resultados encontrados por Catalani e outros (2017), os quais verificaram que o silício não influenciou na sobrevivência das fêmeas; entretanto, os valores observados neste trabalho variaram de 23,21 até 29,95 dias; já os valores observados por aqueles autores estão entre 17,5 e 25,0 dias. A sobrevivência máxima do macho do ácaro rajado encontrado no presente trabalho foi superior à observada em outros registros da literatura, nos quais o período de sobrevivência fica em torno de 22 a 36 dias (BERTOLLO, 2007; MORO e outros, 2012).

Os parâmetros reprodutivos de média de ovos, total de ovos por fêmea e viabilidade de ovos não foram afetados pelos tratamentos (Tabela 5).

Tabela 5 Média, total e viabilidade de ovos da geração parental de *Tetranychus urticae* em amendoimzeiro tratado sob aplicação de silício.

Parâmetros reprodutivos	Tratamentos		
	Silicato de Potássio alcalino (N°)	Nanosflica (N°)	Testemunha (N°)
Média de ovos	9,62 ± 1,25 a	8,89 ± 0,95 a	10,06 ± 1,15 a
Total de ovos por fêmea	254,68 ± 9,65 a	212,16 ± 8,35 a	214,79 ± 7,95 a
Viabilidade de ovos (%)	99,78 ± 5,67 a*	99,03 ± 6,35 a	99,21 ± 5,85 a

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

*Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

A aplicação de silicato de potássio em mamoeiro *Carica papaya* L. (Caricaceae), em trabalho realizado em casa de vegetação, promoveu uma redução no número de ovos do ácaro rajado, já em laboratório, foi observado resultado semelhante, sendo verificado que o silício, de fato, influencia na sua biologia (CATALANI e outros, 2017).

Os valores observados no presente trabalho para quantidade de ovos por fêmea diferem daqueles observados por Catalani e outros (2017). Estes autores observaram que tanto o número total de ovos por fêmea quanto a média diária de ovos por fêmea foram menores onde foi aplicado o silicato de potássio em relação à testemunha. Vale ressaltar que os autores fizeram nove aplicações do silicato de potássio e o número total de ovos por fêmea e a média diária de ovos por fêmea decaíram à medida que aumentou o número aplicações. Os dados observados por Catalani e outros (2017), embora tenham sido obtidos em mamoeiro, ressaltam a importância de se fazerem mais aplicações das fontes de silício. Neste trabalho, foram feitas apenas três aplicações, mesmo assim, foram observados resultados importantes acerca dos efeitos do silício sobre a biologia do ácaro rajado. De um modo geral, a viabilidade de ovos do ácaro rajado é bastante alta, e os valores observados neste trabalho são semelhantes àqueles obtidos por Moro e outros (2012), estão sempre acima de 90%.

Pequenas variações foram observadas na taxa intrínseca de aumento (de 0,25 - com silício a 0,26 - sem silício) e na razão finita de aumento (de 1,28 - com silício a 1,29 - sem silício). Variação mais acentuada foi observada na taxa líquida de reprodução, cujos valores máximo (144,14) e mínimo (115,46) foram obtidos nos tratamentos com silicato solúvel alcalino e nanosílica, respectivamente, com valor intermediário na testemunha (127,27). A duração média de uma geração foi ligeiramente prolongada na presença de silício no substrato, com valores de 20,17 (silicato solúvel alcalino), 19,23 (nanosílica) e 18,77 (testemunha – sem silício). Tendência semelhante ocorreu com a razão sexual, sendo o valor máximo de 0,81 (silicato solúvel alcalino) e o mínimo 0,75 na testemunha (Tabela 6).

Tabela 6 Parâmetros populacionais da geração parental de *Tetranychus urticae* em amendoineiro sob aplicação de silício.

Parâmetros	Silicato solúvel alcalino	Nanosílica	Testemunha
Taxa intrínseca de aumento (Indivíduos por fêmea)	0,25	0,25	0,26
Razão finita de aumento (Indivíduos por fêmea)	1,28	1,28	1,29
Taxa líquida de reprodução (fêmea por fêmea)	144,14	115,46	127,27
Duração média de uma geração (dias)	20,17	19,23	18,77
Tempo para dobrar a geração (dias)	2,81	2,80	2,68
Razão sexual	0,81	0,80	0,75

Os valores de duração média de uma geração e taxa líquida de reprodução foram diferentes no presente trabalho em relação aos dados de Catalani e outros (2017). No presente trabalho, a duração média de uma geração foi menor na testemunha em relação às plantas que receberam aplicações de silício.

Catalani e outros (2017) observaram que a média de uma geração foi maior na testemunha, em que o ácaro rajado aumentou em 136,9 vezes a população em uma geração, enquanto, nos tratamentos que receberam as aplicações de silicato de potássio, as médias foram menores. Neste trabalho, a testemunha aumentou em 127,27 vezes, sendo este valor intermediário aos dois tratamentos com silício.

Não foram observados, na literatura disponível, trabalhos que avaliassem o efeito do silício sobre o tempo necessário para dobrar uma geração, entretanto os valores observados nesta pesquisa indicaram que o silício aumenta esse período e que, associados à menor duração média de uma geração, no mesmo período, teríamos mais gerações do ácaro rajado em plantas que não recebem o silício, com tendência a populações maiores nessas plantas que não foram tratadas. Moro e outros (2012), avaliando esses parâmetros em cultivares de mamoeiro, observaram valores inferiores aos observados no presente trabalho para ambos os parâmetros, com valores entre 15,2 e 16,0 para duração média de uma geração e tempo para dobrar a geração em uma variação de 2,37 até 2,49.

Os ácaros mantidos no tratamento com nanosílica demonstraram uma probabilidade de sobrevivência constante de 0,92 até o décimo sexto dia, quando se apresentou uma queda para 0,87; a partir do vigésimo segundo dia, a queda na probabilidade de sobrevivência acentuou-se até o dia 43, quando morreu a última fêmea, ou seja, resultado semelhante ao da testemunha. Quanto aos ácaros procedentes do tratamento com silicato solúvel alcalino, foram observados valores diferentes em relação aos outros dois tratamentos, com uma probabilidade de sobrevivência constante de 0,95 até o vigésimo quinto dia, quando começou a cair até o dia 46, período em que morreu a última fêmea. Na testemunha, a probabilidade de sobrevivência do ácaro foi estável em 0,90 até o décimo terceiro dia, quando apresentou a primeira queda para 0,85; a partir do vigésimo terceiro dia, houve uma queda acentuada até o quadragésimo terceiro, quando morreu a última fêmea (Figura 3).

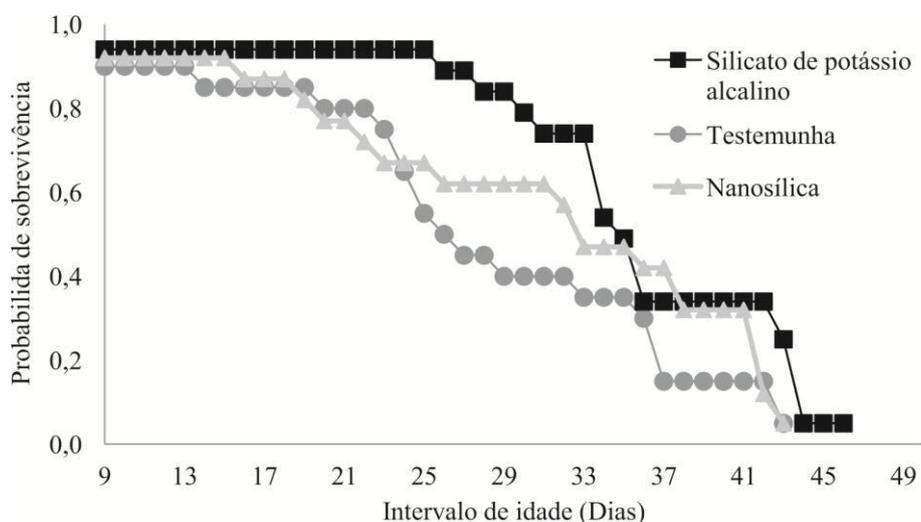


Figura 3 Probabilidade de sobrevivência e intervalo de idade (dias) da geração parental de *Tetranychus urticae* em amendoeiro sob aplicação de silício.

A taxa intrínseca de aumento e razão finita de aumento observadas neste trabalho estão muito próximas dos valores encontrados por Catalani e outros (2017). Isso indica que o silício pouco influencia nesses dois parâmetros, muito embora, em ambos os trabalhos, ainda que pouco, os valores foram sempre maiores onde foi aplicada alguma fonte de silício. Essas diferenças, provavelmente, afetariam a população do ácaro rajado a longo prazo.

A taxa de crescimento do pulgão-verde-do-trigo é influenciada negativamente quando essas plantas são tratadas com silício a partir dos 15 dias de emergência em casa de vegetação; este valor é menor para as plantas que receberam silício quando o tratamento se iniciou no período acima citado, e não há diferença em relação aos valores de quando as aplicações foram feitas após 30 ou 45 dias após a emergência (COSTA e outros, 2009).

As fêmeas do ácaro rajado apresentaram valores semelhantes em relação à fertilidade específica nos três tratamentos, variando de 8,70 (silicato solúvel alcalino) a 9,80 (testemunha), com destaque para um pico observado no tratamento com silicato solúvel alcalino no quadragésimo

quarto dia. Vale ressaltar que, embora os resultados tenham sido semelhantes, a fertilidade específica das fêmeas da testemunha se manteve quase sempre acima dos tratamentos com silício (Figura 4).

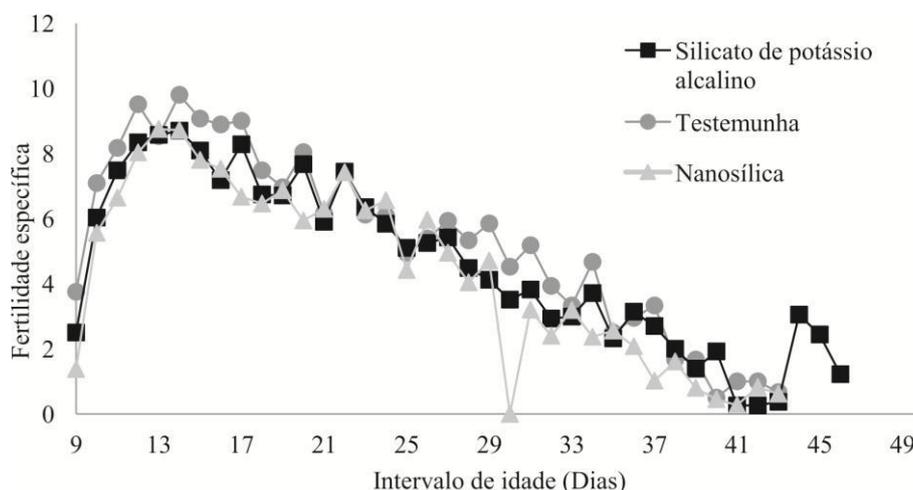


Figura 4 Fertilidade específica e intervalo de idade (dias) da geração parental de *Tetranychus urticae* em amendoimzeiro sob aplicação de silício.

A probabilidade de sobrevivência diminuiu rapidamente na testemunha; este fato, associado à fertilidade específica, que esteve quase sempre menor nos tratamentos que receberam o silício, indicou que o ácaro rajado talvez tenha compensado essa queda na sobrevivência sendo mais efetivo na geração de descendentes. Para quase todas as variáveis analisadas, desde o ciclo de vida até a tabela de fertilidade de vida, ficou evidente que o silício afetou principalmente as fases jovens do ácaro rajado, influenciando pouco na oviposição e sobrevivência. Os resultados observados neste trabalho, tanto para probabilidade de sobrevivência como para fertilidade específica, diferiram dos resultados observados por Catalani e outros (2017), entretanto estes autores trabalharam com mamoeiro, o que pode ter influenciado no resultado.

Alguns trabalhos demonstram que o silício influencia negativamente na fertilidade de insetos sugadores. Folhas de feijoeiro tratadas com silício promoveram a diminuição da quantidade de ovos de *B. tabaci* Biotipo B

(PEIXOTO e outros, 2011). Gomes e outros (2008b) verificaram que o silício via solo ou foliar diminuiu a fecundidade diária e total de fêmeas de pulgão *M. persicae* em plantas de batata inglesa. Em ácaro rajado, Catalani e outros (2017) também observaram que o silício diminuiu a quantidade de ovos por fêmea do ácaro rajado, influenciando, dessa maneira, de forma direta e negativa na fertilidade da praga.

O aumento da rigidez na parede celular promovida pela absorção do silício, provavelmente, retardou o ciclo do ácaro rajado; por outro lado, a probabilidade de sobrevivência do adulto pode ter sido favorecida por um provável aumento na produção de proteínas (CATALANI e outros, 2017). Se considerarmos que o adulto do ácaro rajado, diferentemente das formas jovens, possui maior capacidade de se alimentar de hospedeiros com a parede celular mais rígida, ao ultrapassar a parede celular da planta, teria um alimento mais rico em aminoácidos. Outra vantagem do silício que pode estar associada à indução da resistência é a produção de compostos metabólicos secundários de defesa, a exemplo da síntese de compostos fenólicos.

A probabilidade de sobrevivência observada no presente trabalho foi maior que os valores encontrados na literatura; enquanto se observaram fêmeas vivas e fazendo postura até os 43 dias após a emergência, em outros trabalhos, foram observados valores bastante variáveis; Landero-Flores e outros (2014) observaram fêmeas vivas somente até os 21 dias em folhas de feijoeiro *P. vulgaris* L., enquanto Bertollozo (2007) verificou valores próximos em plantas como guanxuma *Sida rhobifolia* L., picão-preto *Bidens pilosa* L. e soja *Glycine max* (L. Merr.). Estes trabalhos indicam que os hospedeiros influenciam fortemente na probabilidade de sobrevivência e no período de oviposição do ácaro rajado.

Diversos trabalhos têm demonstrado que o silício pode induzir a resistência de plantas a insetos em diversas culturas (GOMES e outros, 2008b; NERI e outros, 2009; ANTUNES e outros, 2010; PEIXOTO e outros, 2011; SILVA e outros, 2014; VILELA e outros, 2014). Entretanto, poucos

trabalhos foram encontrados para o controle de pragas em amendoineiro (DALASTRA e outros, 2011); estes autores verificaram que o uso do silício diminuiu a quantidade de ninfas e adultos do tripses do prateamento *Enneothripes flavens* Moulton, 1941 (Thysanoptera: Thripidae), conferiu proteção às plantas e aumentou a produtividade da cultura. Foram encontrados poucos trabalhos com avaliação dos efeitos do silício sobre o ácaro rajado (GATARAYIHA, LANG e MILLER, 2010; CATALANI e outros, 2017), no entanto ambos demonstram que o silício pode ser promissor no controle dessa praga.

4.1.2 Aspectos biológicos da geração F1

Não houve diferença significativa para as fases da geração F1 ácaro rajado para nenhum dos tratamentos (Tabela 7).

Tabela 7 Média e erro padrão do ciclo de vida da geração F1 de *Tetranychus urticae* em amendoineiro sob aplicação de silício.

Fases	Tratamentos		
	Silicato de Potássio Alcalino (Dia)	Nanosílica (Dia)	Testemunha (Dia)
Ovo	6,22 ± 0,05 a	5,98 ± 0,04 a	6,21 ± 0,03 a
Larva	1,04 ± 0,02 a	1,14 ± 0,03 a	1,16 ± 0,02 a
Protocrisálida	0,98 ± 0,03 a	0,97 ± 0,02 a	1,00 ± 0,03a
Protoninfa	0,83 ± 0,04 a	0,74 ± 0,04 a	0,82 ± 0,02 a
Deutocrisálida	0,99 ± 0,03 a	0,99 ± 0,03 a	0,99 ± 0,04 a
Deutoninfa	1,07 ± 0,02 a	1,11 ± 0,03 a	0,93 ± 0,02 a
Teliocrisálida	1,34 ± 0,05 a	1,47 ± 0,02 a	1,42 ± 0,05 a
Ciclo total	12,47 ± 0,06 a	12,38 ± 0,05 a	12,56 ± 0,06 a

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Alguns trabalhos demonstraram mecanismos pelos quais o silício induz à resistência de plantas a pragas, entretanto nenhum deles avalia o ciclo de vida do ácaro rajado. Além disso, por dificultar a alimentação e diminuir a palatabilidade e digestibilidade de insetos (MORAES e outros, 2005; MASSEY e HARTLEY, 2009), era esperado que o ciclo de vida desses ácaros da geração F1 fosse prolongado por dois motivos: primeiro

porque a progenitora das plantas que receberam aplicações de silício, em tese, teria condições nutricionais menor do que as fêmeas da testemunha e as fases jovens do ácaro teriam dificuldades maiores em romperem as barreiras físicas criadas pelo silício.

O ciclo de vida do ácaro rajado não apresentou diferença significativa em nenhuma das suas fases, diferentemente do que aconteceu com o bioensaio da geração parental.

Não houve diferença significativa para os períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e sobrevivência da fêmea para nenhum dos tratamentos na geração F1 do ácaro rajado. A sobrevivência máxima da fêmea da geração F1 do ácaro rajado variou de 39 (silicato de potássio) a 48 (nanosílica e testemunha) (Tabela 8).

Tabela 8 Média e erro padrão dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e sobrevivência da geração F1 de *Tetranychus urticae* em amendoimzeiro sob aplicação de silício.

Períodos	Tratamentos		
	Silicato de Potássio alcalino (Dia)	Nanosílica (Dia)	Testemunha (Dia)
Pré-oviposição	0,33 ± 0,02a	0,00 ± 0,00 a	0,20 ± 0,01a
Oviposição	23,27 ± 1,35 a	24,73 ± 1,40 a	24,27 ± 1,15a
Pós-oviposição	4,33 ± 0,07 a	7,67 ± 0,08 a	5,53 ± 0,06 a
Sobrevivência da fêmea	27,93 ± 1,35 a	32,40 ± 1,25 a	30,00 ± 1,15 a
Sobrevivência máxima da fêmea	39,00	48,00	48,00

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Não foram encontrados trabalhos com avaliação dos períodos de pré-oviposição, oviposição e pós-oviposição e sobrevivência da geração F1 do ácaro rajado exposta à aplicação do silício.

Os parâmetros reprodutivos total de ovos e viabilidade de ovos não diferiram entre os tratamentos para a geração F1 do ácaro rajado, somente a média de ovos diferiu significativamente, sendo menor na testemunha e maior na fonte nanosílica (Tabela 9).

Tabela 9 Média, total e viabilidade de ovos da geração F1 de *Tetranychus urticae* em amendoinzeiro sob aplicação de silício.

Parâmetros reprodutivos	Tratamentos		
	Silicato de Potássio Alcalino (Dia)	Nanosílica (Dia)	Testemunha (Dia)
Média de ovos	8,78 ± 0,08 ab	8,96 ± 0,06 a	7,74 ± 0,07 b
Total de ovos	217,47 ± 9,65 a	218,93 ± 8,85 a	198,33 ± 7,75 a
Viabilidade de ovos (%)	96,59 ± 5,75 a	96,43 ± 6,25 a	97,34 ± 5,75 a

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

A menor quantidade de ovos na testemunha em relação à nanosílica pode ser explicada pelo aumento da quantidade de aminoácidos e proteínas em plantas que recebem aplicação de silício (CATALANI e outros, 2017); pois, no amendoinzeiro, o aumento desses compostos pode ser explicado pelo aumento da absorção de nitrogênio (CRUSCIOL e outros, 2013).

Pequenas variações foram observadas na taxa intrínseca de aumento (de 0,21 para silicato de potássio e testemunha e 0,26 para a nanosílica) e na razão finita de aumento (de 1,2 para silicato de potássio e testemunha a 1,25 para nanosílica). Variação mais acentuada foi observada na taxa líquida de reprodução, cujos valores máximo (210,96) e mínimo (192,69) foram obtidos nos tratamentos com silicato solúvel alcalino e nanosílica, respectivamente, com valor intermediário na testemunha (200,53). A duração média de uma geração foi ligeiramente reduzida na presença de silício no substrato, com valores de 24,90 (silicato solúvel alcalino), 24,04 (nanosílica) e 25,10 (testemunha – sem silício). O tempo para dobrar a geração foi menor na fonte nanosílica, com valor de 3,15 dias, e maior na fonte silicato de potássio e testemunha, com valor de 3,30. Tendência semelhante ocorreu com a razão sexual, sendo o valor máximo de 0,75 (silicato solúvel alcalino e testemunha) e menor na nanosílica, com valor de 0,72 (Tabela 10).

Tabela 10 Parâmetros populacionais da geração F1 de *Tetranychus urticae* em amendoimzeiro sob aplicação de silício.

Parâmetros populacionais	Tratamentos		
	Silicato de Potássio alcalino	Nanosílica	Testemunha
Razão intrínseca de aumento (Indivíduos por fêmea)	0,21	0,22	0,21
Razão finita de aumento (Indivíduos por fêmea)	1,23	1,25	1,23
Taxa líquida de reprodução (fêmea por fêmea)	210,96	192,69	200,53
Duração média de uma geração (dias)	24,90	24,04	25,10
Tempo para dobrar a geração (dias)	3,30	3,15	3,30
Razão sexual	0,75	0,72	0,75

Os resultados observados na geração F1 do ácaro rajado revelaram algumas variações em relação aos resultados da geração parental, com destaque para duração média de uma geração, que foi menor na testemunha na geração parental e maior na geração F1 na nanosílica, e tempo para dobrar a geração, que foi menor na testemunha na geração parental e maior na geração F1 quando foi utilizada a fonte nanosílica.

Os ácaros mantidos no tratamento com silicato de potássio alcalino revelaram uma probabilidade de sobrevivência de 0,95 até o trigésimo segundo dia; na nanosílica e testemunha, a queda ocorreu aos 19 e 25 dias, respectivamente; entretanto, a diminuição da probabilidade de sobrevivência foi mais abrupta no tratamento Silicato de potássio alcalino, zerando aos 52 dias, enquanto, na nanosílica e na testemunha, os ácaros morreram aos 61 dias (Figura 5).

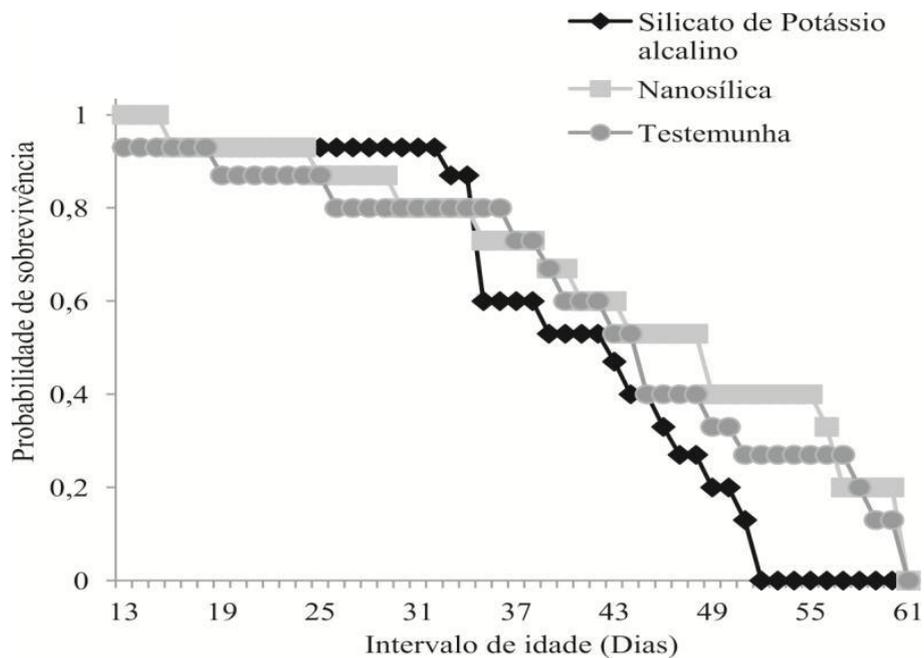


Figura 5 Probabilidade de sobrevivência e intervalo de idade (dias) da geração F1 de *Tetranychus urticae* em amendoim sob aplicação de silício.

As fêmeas do ácaro rajado demonstraram valores semelhantes em relação à fertilidade específica nos tratamentos, com pico próximo a 14,0 nos três tratamentos. Vale ressaltar que, embora os valores tenham sido semelhantes, a fertilidade específica das fêmeas da testemunha foi a última a zerar. Outro detalhe importante é o fato de as fêmeas procedentes da nanosílica e da testemunha se manterem vivas sem a realização de postura por vários dias (Figura 6).

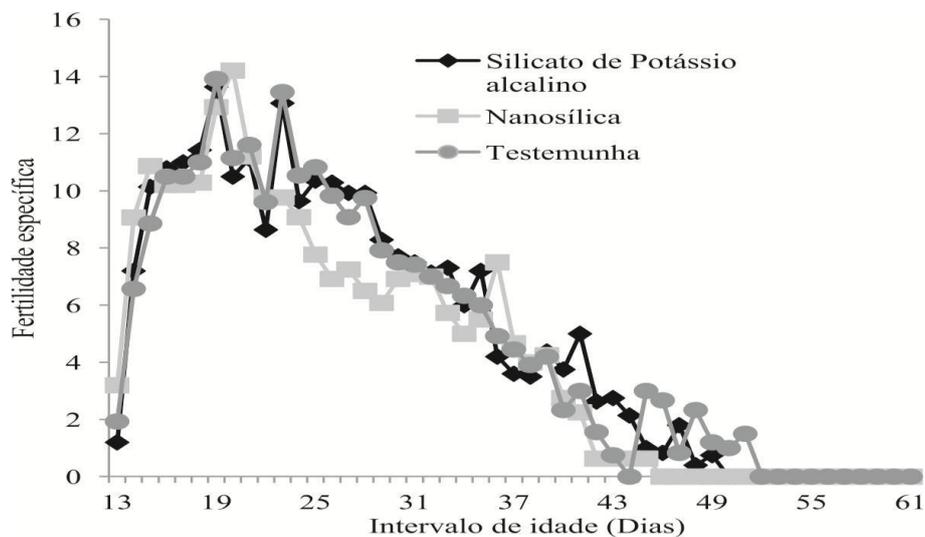


Figura 6 Fertilidade específica e intervalo de idade (dias) da geração F1 de *Tetranychus urticae* em amendoimzeiro sob aplicação de silício.

Vários fatores, nesse segundo bioensaio em amendoimzeiro, revelaram valores obtidos nos tratamentos com nanosílica semelhantes àqueles obtidos na testemunha. No primeiro bioensaio, os ácaros do tratamento nanosílica morreram antes da testemunha, enquanto, nesse bioensaio, o último ácaro do tratamento silicato de potássio alcalino morreu quase 10 dias antes do último ácaro do tratamento, mesmo período em que morreu o último ácaro da testemunha.

Embora o silício aumente a resistência da parede celular (MORAES e outros, 2005) e reduza a palatabilidade e digestibilidade das plantas aos herbívoros (MASSEY e HARTLEY, 2009), o silício também aumenta a taxa fotossintética das plantas (MORAES e outros, 2005) e ainda aumenta a quantidade de aminoácidos e proteínas (CATALANI e outros, 2017). Depois de ultrapassada essa barreira física da célula, o ácaro adulto teria acesso a um alimento mais rico nutricionalmente, isso explicaria a sobrevivência maior na nanosílica, entretanto não explica porque não se repetiu no silicato de potássio alcalino. A hipótese levantada é a de que a barreira física formada pelo silicato de potássio alcalino seja mais rígida e/ou a

palatabilidade e digestibilidade sejam menores nas folhas onde foi aplicado esse tratamento em relação à nanosílica.

4.2 Aspectos biológicos do ácaro rajado em morangueiro sob aplicação de silício

4.2.1 Aspectos biológicos da geração Parental

A aplicação foliar de silício foi efetiva para aumentar o teor do elemento nas folhas das plantas, atingindo valores iguais a 7,33 e 4,49 mg kg⁻¹ para as fontes silicato alcalino solúvel, nanosílica e tratamento testemunha, que foi de apenas 2,64 mg kg⁻¹; a absorção foi maior para o silicato de potássio alcalino, menor na testemunha e intermediário na nanosílica (Tabela 11).

Tabela 11 Média e erro padrão do teor de silício em morangueiro sob aplicação de diferentes fontes de silício após a terceira aplicação.

Parâmetros analisados	Tratamentos		
	Silicato solúvel alcalino	Nanosílica	Testemunha
Silício (g Kg ⁻¹)	7,33 ± 0,65 a	4,49 ± 0,35 b	2,64 ± 0,25 c

Médias seguidas de letras iguais não diferem entre si na linha pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa para as fases do ciclo de vida do ácaro rajado entre os tratamentos avaliados (Tabela 12).

Tabela 12 Média e erro padrão do ciclo de vida da geração parental de *Tetranychus urticae* em morangueiro tratado com diferentes fontes de silício.

Fases	Silicato de Potássio alcalino (Dia)	Nanosílica (Dia)	Testemunha (Dia)
Ovo	5,92 ± 0,05 a	5,78 ± 0,06 a	5,86 ± 0,04 a
Larva	0,99 ± 0,03 a	0,88 ± 0,02a	0,91 ± 0,03 a
Protocrisálida	0,92 ± 0,03 a	0,94 ± 0,03 a	0,96 ± 0,03 a
Protoninfa	0,67 ± 0,02 a	0,83 ± 0,02 a	0,67 ± 0,02 a
Deutocrisálida	0,92 ± 0,03 a	0,86 ± 0,03 a	0,88 ± 0,03 a
Deutoninfa	0,88 ± 0,02 a	0,85 ± 0,03 a	0,91 ± 0,02a
Teliocrisálida	1,30 ± 0,04a	1,32 ± 0,02 a	1,35 ± 0,03 a
Ciclo total	11,58 ± 0,05 a	11,40 ± 0,06 a	11,54 ± 0,06 a

Médias iguais na mesma linha não diferiram entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Os resultados encontrados discordaram daqueles obtidos por Sadeghi e outros (2016), os quais notaram que diferentes concentrações de Si alteraram o tempo de desenvolvimento de estágios imaturos do *T. urticae* em feijoeiro.

Também não diferiram entre si os períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e sobrevivência (Tabela 13).

Tabela 13 Média e erro padrão dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e sobrevivência da geração parental de *Tetranychus urticae* em morangueiro sob aplicação de silício.

Períodos	Silicato de Potássio alcalino (Dia)	Nanosílica (Dia)	Testemunha (Dia)
Pré-oviposição	0,25 ± 0,01 a	0,15 ± 0,01a	0,20 ± 0,02 a
Oviposição	13,85 ± 1,65a	15,05 ± 1,35 a	16,45 ± 1,25 a
Pós-oviposição	1,25 ± 0,06 a	1,30 ± 0,04 a	1,45 ± 0,05 a
Sobrevivência	15,35 ± 1,15 a	16,40 ± 1,20 a	18,10 ± 1,15 a

Médias iguais na mesma linha não diferiram entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Esses resultados corroboraram aqueles obtidos por Catalani e outros (2017), os quais observaram que o silício não afetou o período de sobrevivência das fêmeas e o período de oviposição do ácaro rajado em mamomeiro. Em contrapartida, Sadeghi e outros (2016) indicaram que a

aplicação de silício promoveu diferença na duração do período de oviposição e afetou a longevidade de fêmeas e machos em feijoeiro.

Para os parâmetros reprodutivos (Tabela 14), não houve diferença significativa para as médias, total e viabilidade de ovos.

Tabela 14 Média, total e viabilidade de ovos da geração parental de *Tetranychus urticae* em morangueiro sob aplicação de silício.

Parâmetros reprodutivos	Tratamentos		
	Silicato de Potássio alcalino (N°)	Nanosílica (N°)	Testemunha (N°)
Média de ovos	6,08 ± 0,10 a	6,01 ± 0,09 a	6,12 ± 0,85 a
Total de ovos por fêmea	94,15 ± 3,25 a	101,25 ± 5,25 a	117,15 ± 1,25 a
Viabilidade de ovos (%)	94,73 ± 2,25 a	99,20 ± 3,25 a	98,00 ± 2,75 a

Médias iguais na mesma linha não diferiram entre si pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Esses resultados diferem dos trabalhos de diversos autores, como Vicentini (2010), Silveira (2013), Afifi e outros (2015) e Catalani e outros (2017). Os autores observaram que a aplicação de silício proporcionou a redução do número de ovos de *T. urticae* nas culturas de morangueiro, mamoeiro e tomateiro, respectivamente.

A taxa intrínseca de aumento revelou maior valor para a testemunha (0,25), seguida pelo silicato de potássio (0,22) e nanossílica (0,21). Para a razão finita de aumento, a testemunha (1,29) também obteve valores maiores em relação às fontes silicato de potássio (1,24) e nanossílica (1,23). Para a taxa líquida de reprodução, a testemunha (108,45) foi superior aos tratamentos nanossílica (78,33) e silicato de potássio (59,29). No entanto, para o parâmetro de duração média de uma geração, a nanossílica apresentou maior duração (21,31), seguida por silicato de potássio (18,91) e a testemunha (18,42). Da mesma forma, para o tempo para dobrar a geração, a nanossílica (3,38) também promoveu maior duração em dias, em relação ao silicato de potássio (3,21) e à testemunha (0,84). A testemunha proporcionou maior razão sexual, quando comparada aos demais tratamentos (Tabela 15).

Tabela 15 Parâmetros populacionais da geração parental de *Tetranychus urticae* em morangueiro tratado e não tratado com silício.

Parâmetros populacionais	Silicato de Potássio alcalino	Nanosílica	Testemunha
Taxa intrínseca de aumento (Indivíduos por fêmea)	0,22	0,21	0,25
Razão finita de aumento (Indivíduos por fêmea)	1,24	1,23	1,29
Taxa líquida de reprodução (Fêmea por Fêmea)	59,29	78,33	108,45
Duração média de uma geração (dias)	18,91	21,31	18,42
Tempo para dobrar a geração (dias)	3,21	3,38	2,73
Razão sexual	0,81	0,82	0,84

Os resultados dos parâmetros populacionais indicaram efeitos das aplicações das fontes do silício. A menor taxa intrínseca de aumento representada pelo tratamento nanossílica e silicato de potássio pode sugerir que as plantas tratadas com Si não demonstraram condições adequadas para o melhor desempenho da população do ácaro rajado (BIRCH, 1948; MOTTAGHINIA e outros, 2011). A razão finita de aumento é um parâmetro que representa um fator de multiplicação da população dentro de um intervalo de tempo (MORO e outros, 2012); sendo assim, os tratamentos do silício diminuíram o potencial de reprodução do ácaro rajado.

Os valores da taxa líquida de reprodução indicaram efeitos prejudiciais dos tratamentos de fontes de silício sobre as populações do ácaro rajado. Catalani e outros (2017) verificaram que as aplicações do silicato de potássio proporcionaram redução na taxa líquida de reprodução em relação ao controle. O resultado da duração média de geração diferiu do que esses autores constataram, visto que, no presente trabalho, em relação a esse parâmetro, os valores foram superiores nos tratamentos de silício em comparação à testemunha. Catalani e outros (2017) notaram que a testemunha demonstrou maiores valores quando comparada ao silicato de potássio. No entanto, o presente trabalho corrobora os resultados obtidos por Sadeghi e outros (2016), uma vez que estes autores também observaram o maior valor da duração média de geração do *T. urticae* para os tratamentos com silício.

O maior tempo para dobrar uma geração dos tratamentos das fontes de silício, em adição à menor razão sexual, permite afirmar que a aplicação de qualquer uma das fontes em plantas de morangueiro tem efeitos sobre a geração parental do *T. urticae* em relação às plantas não tratadas.

A probabilidade de sobrevivência das fêmeas do ácaro rajado se manteve menor praticamente em todo o período de avaliação, começando com uma probabilidade de 0,94 até o décimo oitavo dia, momento em que se iniciou uma queda acentuada. As fêmeas procedentes da nanosílica e da testemunha revelaram valores próximos durante quase todo o período. Aos 29 dias, as fêmeas oriundas do tratamento silicato de potássio já demonstravam uma probabilidade de sobrevivência menor que 0,20, enquanto as fêmeas dos demais tratamentos ainda estavam com a sobrevivência próxima de 0,60. Vale ressaltar que, embora a nanosílica e a testemunha tenham possibilitado valores próximos durante quase todo o período, para a testemunha, a probabilidade de sobrevivência se manteve próximo de 0,60 até os 34 dias (Figura 7).

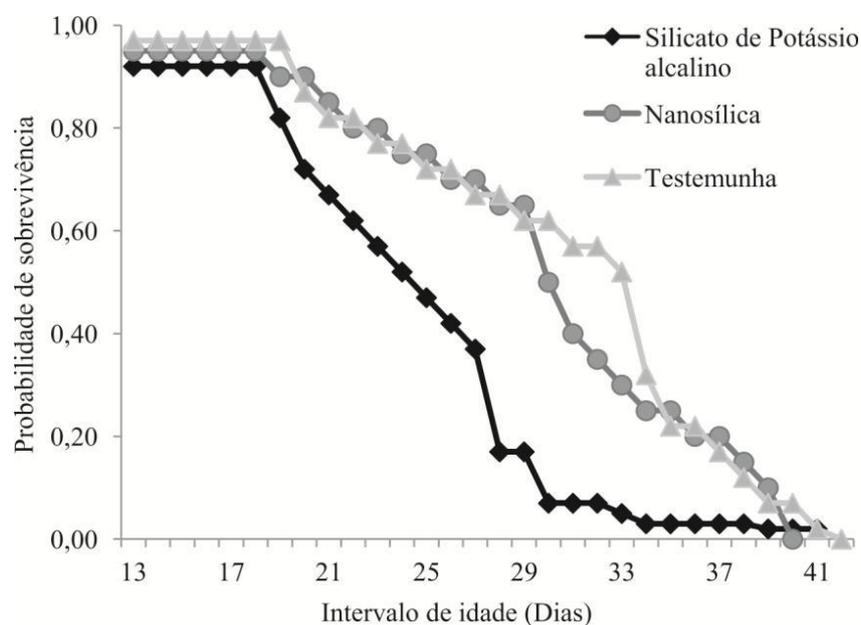


Figura 7 Probabilidade de sobrevivência e intervalo de idade (dias) da geração parental de *Tetranychus urticae* em morangueiro sob aplicação de silício.

As fêmeas do ácaro rajado do tratamento nanosílica apresentaram o maior pico da fertilidade específica, com valor de 8,80, em comparação aos tratamentos silicato de potássio. As fêmeas oriundas do tratamento silicato mantiveram a fertilidade específica abaixo dos demais tratamentos pelo maior período de tempo, zerando aos trinta dias, enquanto as fêmeas dos demais zeraram somente após os 37 dias (Figura 8).

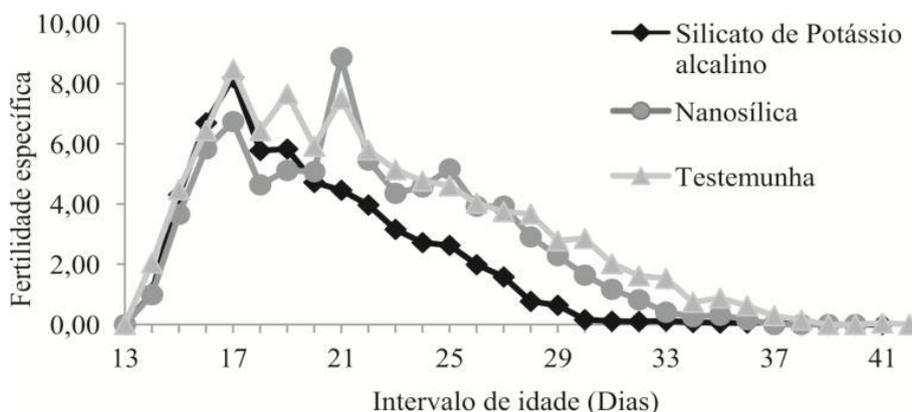


Figura 8 Fertilidade específica e intervalo de idade (dias) da geração parental de *Tetranychus urticae* em morangueiro sob aplicação de silício.

Esses resultados demonstraram que o silicato de potássio alcalino pode ser utilizado no manejo integrado do ácaro rajado em morangueiro em detrimento da fonte nanosílica, sobretudo, porque ele se adequa a outros métodos de controle, como o biológico, por exemplo. Gatarayiha, Laing e Miller (2010) verificaram que o silicato de potássio pode ser utilizado juntamente a *B. bassiana* em milho.

A nanosílica não tem em sua formulação o potássio. A presença deste elemento pode ter influenciado esse resultado no morangueiro, pois o potássio é bastante estudado; Melo e outros (2016), estudando a indução de resistência de abacaxizeiro à fusariose, verificaram que o fosfato de potássio diminuiu a incidência dessa doença, o que não aconteceu quando foi utilizado o fosfito de cálcio. Embora este trabalho tenha sido realizado com

fungo, vale ressaltar que os mecanismos de defesa da planta contra fungos são similares em relação à defesa contra artrópodes.

4.2.2 Aspectos biológicos da geração F1

Não houve diferença significativa para nenhuma das fases de geração F1 do ácaro rajado em morangueiro tratado com silício (Tabela 16).

Tabela 16 Média e erro padrão do ciclo de vida da geração F1 de *Tetranychus urticae* em morangueiro sob aplicação de silício.

Fases	Tratamentos		
	Silicato de Potássio Alcalino (Dia)	Nanosílica (Dia)	Testemunha (Dia)
Ovo	5,48 ± 0,06 a	5,64 ± 0,05 a	5,57 ± 0,07 a
Larva	1,22 ± 0,02 a	1,30 ± 0,03 a	1,11 ± 0,03 a
Protocrisálida	1,06 ± 0,02 a	1,04 ± 0,03 a	1,04 ± 0,02 a
Protoninfa	0,93 ± 0,03 a	0,88 ± 0,02 a	0,93 ± 0,02 a
Deutocrisálida	1,01 ± 0,03 a	0,96 ± 0,02 a	1,03 ± 0,03 a
Deutoninfa	1,09 ± 0,03 a	1,03 ± 0,02 a	0,96 ± 0,03 a
Teliocrisálida	1,34 ± 0,04 a	1,17 ± 0,03 a	1,38 ± 0,03 a
Ciclo total	12,12 ± 0,07 a	12,01 ± 0,05 a	11,99 ± 0,07 a

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

O ciclo de vida do ácaro rajado nos dois bioensaios com morangueiro foi próximo de 12 dias. Alguns autores avaliaram o ciclo de vida do ácaro rajado em cultivares de morangueiro e observaram que o ciclo total variou de 7,0 até 14,1 dias; sendo que a cultivar IAC Campinas apresentou o valor de 7,0, diferença significativa em relação à cultivar Albion, em que foi observado o valor de 14,1 dias (KARLEC e outros, 2017). Estes autores verificaram, também, que o período de incubação não diferiu entre as cultivares e que a fase larval apresentou maior duração em relação à cultivar Camarosa e menor duração na Dover. Os autores não avaliaram as fases quiescentes do ácaro rajado. No entanto, Sacramento (2016) observou valores superiores de duração do ciclo de vida total do ácaro rajado em morangueiro, que alcançou 13,45 dias para o genótipo Guarani e 20,12 dias para o genótipo Festival.

Não houve diferença significativa para os períodos de oviposição, pós-oviposição e sobrevivência de fêmeas da geração F1 do ácaro rajado tratado com silício (Tabela 17).

Tabela 17 Média e erro padrão dos períodos de pré-oviposição, oviposição, pós-oviposição e sobrevivência da geração F1 de *Tetranychus urticae* em sob aplicação de silício.

Períodos	Tratamentos		
	Silicato de Potássio alcalino (Dia)	Nanosílica (Dia)	Testemunha (Dia)
Oviposição	11,45 ± 0,90 a	10,65 ± 0,85 a	13,40 ± 0,90 a
Pós-oviposição	1,05 ± 0,06 a	1,10 ± 0,04 a	1,60 ± 0,07 a
Sobrevivência da fêmea	12,50 ± 0,70 a	11,75 ± 0,80 a	15,00 ± 0,65 a
Sobrevivência máxima da fêmea	29,00	22,00	29,00

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Não foram encontrados trabalhos com avaliação dos períodos de oviposição e pós-oviposição da geração F1 do ácaro rajado em morangueiro. Entretanto, para cultivares de morangueiro, Sacramento (2016) observou que os períodos de pré-oviposição variaram entre genótipos, sendo maior na Santa clara (5,00) e menor no genótipo festival (1,12); o autor não verificou diferenças no período de oviposição, entretanto os valores estão próximos dos observados no presente trabalho, entre nove e 15 dias. Rezaei e outros (2014) verificaram diferenças entre cultivares de morangueiro ao estudarem o período de longevidade, com variação de 7,0 a 9,88 dias. No presente trabalho, a sobrevivência da fêmea variou de 11,75 a 15,0 dias, ou seja, valores superiores aos observados por Rezaei e outros (2014).

O presente trabalho demonstra a importância de realização de trabalhos em campo para verificar se o silício induz à resistência de morangueiros à geração F1 do ácaro rajado para esses parâmetros.

Não houve diferença significativa para a média de ovos, total de ovos e viabilidade de ovos de fêmeas da geração F1 de ácaro rajado entre os tratamentos (Tabela 18).

Tabela 18 Média, total e viabilidade de ovos da geração F1 de *Tetranychus urticae* em morangueiro sob aplicação de silício.

Parâmetros reprodutivos	Tratamentos		
	Silicato de Potássio Alcalino (Nº)	Nanosílica (Nº)	Testemunha (Nº)
Média de ovos	4,43 ± 0,08 a	3,48 ± 0,09 a	4,95 ± 0,07 a
Total de ovos	66,70 ± 3,65 a	41,10 ± 2,75 a	80,45 ± 3,85 a
Viabilidade de ovos (%)	99,27 ± 4,75 a	98,43 ± 4,20 a	99,27 ± 4,85 a

Médias seguidas de letras iguais na linha não diferem entre si pelo teste Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade.

Não foram encontrados trabalhos a respeito dos parâmetros reprodutivos da geração F1 do ácaro rajado em plantas que tenham recebido alguma fonte de silício. Entretanto, tais parâmetros não foram alterados quando se avaliaram a geração parental e a geração F1 em morangueiro que recebeu silício.

Alguns autores que estudaram esses parâmetros em cultivares de morangueiro observaram que eles, geralmente, são afetados. Lourenção e outros (2000) verificaram, em condições de laboratório e com chance de escolha, que o número de ovos por folha após 24 horas variou de 12,2 até 60,9. No entanto, quando calculada a razão de ovos por ácaro, os valores ficaram em torno de 2,7 a 3,2. Karlec e outros (2017) verificaram que a oviposição foi afetada pelo genótipo quando não houve chance de escolha, com valores variando de 6,1 até 12,1 ovos por dia por fêmea.

Silveira (2013) verificou que o silício afetou a oviposição de fêmeas de ácaro rajado por duas fontes de silício, sendo que a fonte Chalel® diminuiu a oviposição por fêmeas em todas as concentrações utilizadas, enquanto o produto Dephensor diminuiu a oviposição somente na concentração 100%, embora as fontes sejam foliares e à base de silicato de potássio. Apesar de os resultados do presente trabalho diferirem daqueles obtidos por Silveira (2013), as fontes e as concentrações utilizadas foram

diferentes nos dois trabalhos, com o uso de menores concentrações na presente pesquisa.

A taxa intrínseca de aumento revelou valores próximos para os três tratamentos, sendo 0,20 para silicato de potássio, 0,21 para nanosílica e testemunha. Para a razão finita de aumento, os valores foram 1,22 para silicato de potássio e 1,23 para nanosílica e testemunha. A taxa líquida de reprodução variou de 40,88 a 79,70, sendo 40,88 na nanosílica e 79,70 para a testemunha; o silicato de potássio apresentou resultado intermediário, 64,49. A duração média de uma geração foi menor na nanosílica, com valor de 17,30; os valores para silicato de potássio e para a testemunha foram semelhantes, sendo 20,81 e 20,39, respectivamente. O tempo necessário para dobrar a geração foi maior no silicato de potássio, com valor de 3,47 e valor de 3,30 para a nanosílica e a testemunha, respectivamente. A razão sexual foi menor na nanosílica, com valor de 0,76, e se obtiveram valores próximos entre o silicato de potássio e a testemunha, sendo 0,79 e 0,80, respectivamente (Tabela 19).

Tabela 19 Parâmetros populacionais da geração F1 de *Tetranychus urticae* em morangueiro sob aplicação silício.

Parâmetros	Tratamentos		
	Silicato de Potássio alcalino	Nanosílica	Testemunha
Taxa intrínseca de aumento (Indivíduos por fêmea)	0,20	0,21	0,21
Razão finita de aumento (Indivíduos por fêmea)	1,22	1,23	1,23
Taxa líquida de reprodução (fêmea por fêmea)	64,49	40,88	79,70
Duração média de uma geração (dias)	20,81	17,30	20,39
Tempo para dobrar a geração (dias)	3,47	3,30	3,30
Razão sexual	0,79	0,76	0,80

Os parâmetros populacionais da geração F1 do ácaro demonstraram situações diferentes em comparação com a geração parental. A razão finita de aumento, que foi maior na testemunha, praticamente, igualou-se na geração F1; a duração média de uma geração da geração F1 foi menor na nanosílica, enquanto, na geração parental, foi maior justamente na nanosílica; o tempo para dobrar a geração foi maior na nanosílica na geração parental, enquanto, na geração F1, foi igual à testemunha.

Não foram encontrados trabalhos com avaliação dos efeitos do silício sobre a geração F1 do ácaro rajado. Entretanto, sobre a geração parental do ácaro rajado, Sadeghi e outros (2016) verificaram que todas as concentrações de silício utilizadas, que foram de zero até dois ppm, afetaram negativamente todos os parâmetros do ácaro rajado em feijoeiro. Catalani e outros (2017) verificaram que os valores mais distantes desses parâmetros foram observados na taxa líquida de reprodução.

Estudando a biologia do ácaro rajado em morangueiro, Karlec e outros (2017) verificaram que o tempo de duração média de uma geração ficou em torno de 22 a 25 dias nas cultivares estudadas, valores muito próximos aos encontrados no presente trabalho; o tempo para dobrar a geração variou entre seis e 15 dias, enquanto, no presente trabalho, os valores foram de 3,30 até 3,37.

A probabilidade de sobrevivência das fêmeas do ácaro rajado de ambos os tratamentos começou com 1,0 e teve uma queda mais acentuada no décimo quarto dia. A partir de então, as fêmeas do tratamento nanosílica mantiveram o valor, quase sempre, abaixo dos demais tratamentos; vale ressaltar que, a partir do vigésimo primeiro dia, a probabilidade de sobrevivência da testemunha foi maior ou igual aos valores observados nos tratamentos que receberam aplicação do silicato de potássio (Figura 9).

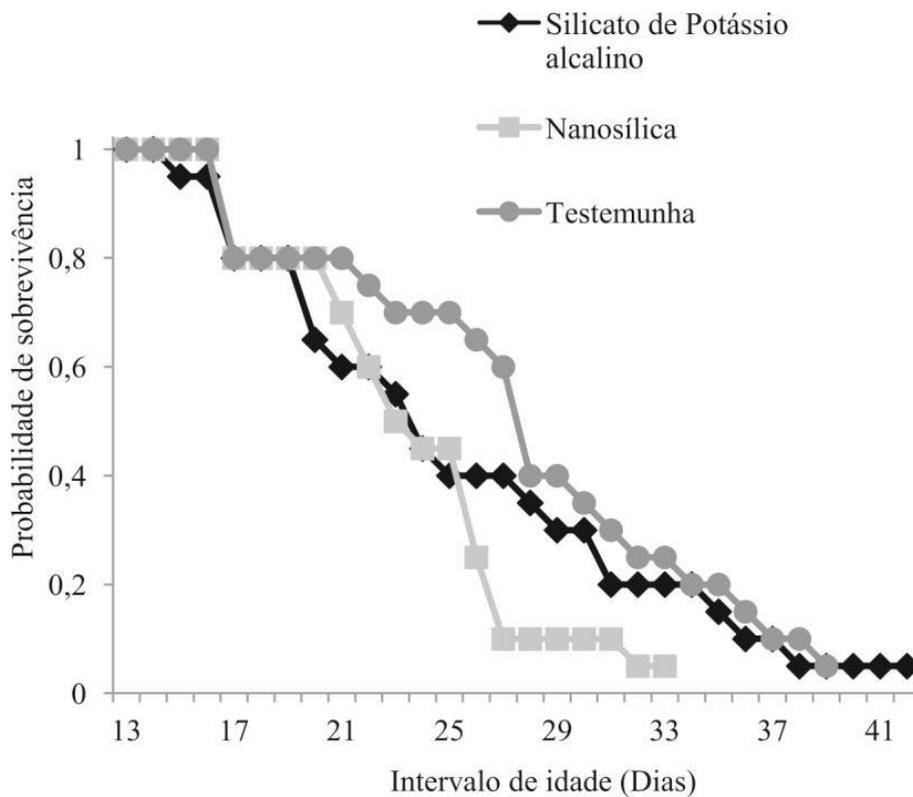


Figura 9 Probabilidade de sobrevivência e intervalo de idade (dias) da geração F1 de *Tetranychus urticae* em morangueiro sob aplicação de silício.

A fertilidade específica das fêmeas do ácaro rajado foi maior durante quase todo o período para o tratamento silicato de potássio; na testemunha, manteve-se próxima em relação ao tratamento silicato de potássio. Um detalhe importante é que, para a fonte nanosílica, ela se manteve quase sempre abaixo dos demais tratamentos (Figura 10).

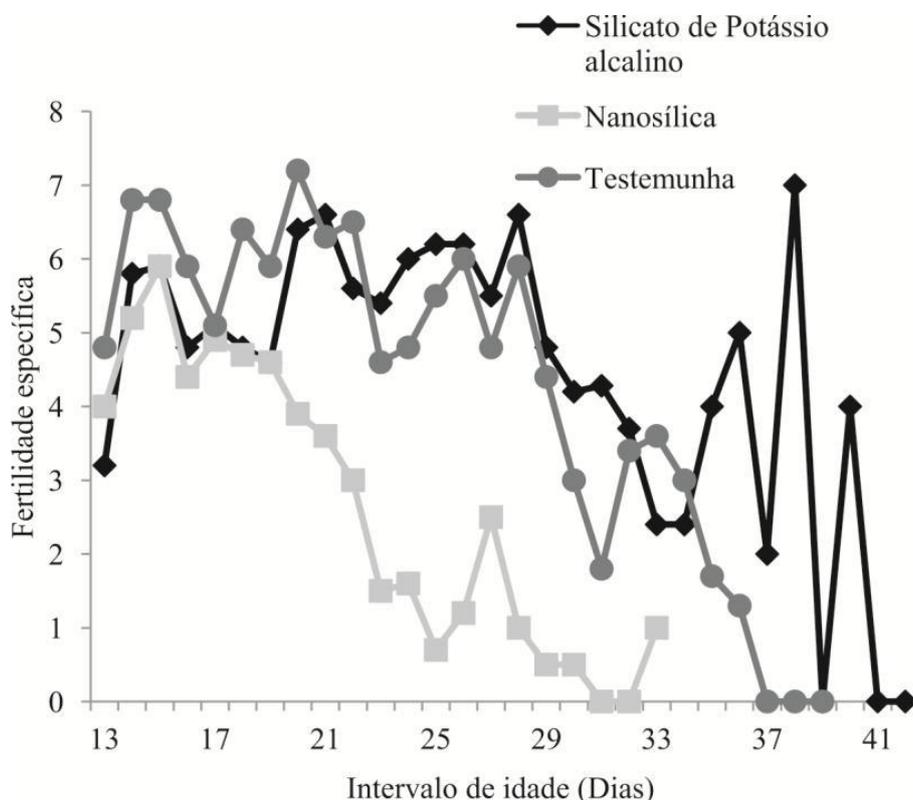


Figura 10 Fertilidade específica e intervalo de idade (dias) da geração F1 de *Tetranychus urticae* em morangueiro sob aplicação de silício.

A probabilidade de sobrevivência e a fertilidade específica da geração F1 do ácaro rajado foram menores na nanosilica, enquanto, na geração parental, essa tendência foi observada no tratamento silicato de potássio alcalino.

Embora não tenham sido encontrados trabalhos na literatura disponível que avaliem a probabilidade de sobrevivência e fertilidade específica da geração F1 do ácaro rajado em plantas que receberam aplicações de silício, já foi verificado que tanto a fecundidade quanto o período de oviposição são afetados pelo silício em feijoeiro quando aplicado silício na concentração de dois ppms (SADEGHI e outros, 2016).

A fertilidade específica e, principalmente, a probabilidade de sobrevivência do ácaro rajado são afetadas pela aplicação do silício. Catalani

e outros (2017) verificaram que esses dois parâmetros ficaram quase sempre abaixo da testemunha, quando aplicado o silicato de potássio em discos foliares de mamoeiro.

A escassez de trabalhos sobre os efeitos do silício nos aspectos biológicos do ácaro rajado, tanto na geração parental quanto na geração F1, evidencia a necessidade de pesquisas para responder tantas questões pertinentes, dentre elas, fontes de silício, via de aplicação e manutenção da resistência da planta.

De modo geral, o silício afetou negativamente os parâmetros populacionais do ácaro rajado, a probabilidade de sobrevivência e a fertilidade específica; assim, a utilização contínua das fontes de silício citadas no presente trabalho, com destaque para o silicato de potássio, pode promover a diminuição de populações subseqüentes do ácaro rajado em amendoineiro e morangueiro.

Vale ainda ressaltar que o silício, além de induzir à resistência de plantas às pragas e doenças, é também muito importante na indução de resistência de plantas aos diversos tipos de estresse, dentre eles, salino, hídrico e térmico, o que demonstra a importância da utilização desse elemento.

5 CONCLUSÕES

O silício prolonga o ciclo de desenvolvimento e afeta negativamente os parâmetros populacionais e a probabilidade de sobrevivência da geração parental do ácaro rajado no amendoineiro.

O silício não afetou o ciclo de desenvolvimento da geração F1 do ácaro em amendoineiro.

Os efeitos do silício sobre a biologia da geração F1 do ácaro rajado variam em função da fonte utilizada.

Considerando a geração parental do ácaro rajado, a fonte Silicato de Potássio Alcalino é mais efetiva na redução populacional no amendoineiro.

Em morangueiro, os parâmetros populacionais, a probabilidade de sobrevivência e a fertilidade específica da geração parental do ácaro rajado são mais afetados negativamente pelo Silicato de Potássio Alcalino.

A probabilidade de sobrevivência e a fertilidade específica da geração F1 do ácaro em morangueiro são mais afetadas negativamente pela fonte Nanosílica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFIFI, A. A. M.; ALI, F. S.; SHALABY, E. A.; EL-SAIEDY, E. S. M. Enhancement of Resistance in Tomato Plants Using Different Compounds against the Two-spotted Spider Mites *Tetranychus urticae*. **Research Journal of Environmental Science**, v. 9, n. 3, p. 119-136, 2015.
- AGROFIT – Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: Maio de 2019.
- AGUT, B.; GAMIR, J.; JAQUES, J. A.; FLORS, V. *Tetranychus urticae* - triggered responses promote genotype-dependent conspecific repellence or attractiveness in citrus. **New Phytologist**, v. 207, p. 790-804, 2015.
- AL-AZZAZY, M. M.; GHANI, S. B. A.; ALHEWAIIRINI, S. S. Field evaluation of the efficacy of silver nanoparticles (agnp) against mites associated with tomato plants in greenhouses. **Pakistan Journal of Agricultural Science**, v. 56, n. 1, 283-288, 2019.
- ALMEIDA, R. P. **Recomendações Técnicas para o Manejo de Insetos-praga do Amendoizeiro**. EMBRAPA, Circular Técnica 137, Campina Grande, PB, 2015.
- ALMEIDA, A. T.; PEIXOTO, C. P.; BLOISI, L. F. M.; DA SILVA OLIVEIRA, J.; DE CARLI POELKING, V. G. Avaliação morfológica e produtiva de amendoim produzido por pequenos agricultores do recôncavo da Bahia. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 3, p. 150-159, 2014.
- ANDRADE, J. de S. **Acaricidas para o manejo de *Tetranychus urticae* em mamoeiro: toxicidade e resistência no norte do espírito santo**. 2009, 93f. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campo dos Goyatacazes.
- ANDRADE, D. J.; MELVILLE, C. C.; MICHELOTTO, M. D. **Manual prático sobre ácaros do amendoim no Brasil**. Jaboticabal: Funep. p. 1-14, 2016.
- ANTUNES, L. E. C.; PERES, N. A. Strawberry production in Brazil and South America. **Internatinal Journal of Fruit Science**, v. 13, n. 1-2, p. 156-161, 2013.

ANTUNES, C. S.; MORAES, J. C.; ANTÔNIO, A.; SILVA, V. F. da
Influência da aplicação de silício na ocorrência de lagartas (Lepidoptera) e
de seus inimigos naturais chaves em milho (*Zea mays* L.) e em girassol
(*Helianthus annuus* L.). **Biscience Journal**, v. 26, n. 4, p. 619-625, 2010.

ARRIEL, N.H.C. Oleaginosas, fibrosas e leguminosas. In: AZEVEDO, V.
C. R.; BUSTAMANTE, P. G. **Recursos genéticos de plantas conservados
na Embrapa: histórico e inventário atualizado**. Embrapa Recursos
Genéticos e Biotecnologia: Brasília, DF, p.27-49 2014.

AUAMCHAROEN W.; CHANDRAPATYA, A. Potential Control of Two-
Spotted Spider Mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) by
Crude Extracts of *Duabanga grandiflora* (Lythraceae) and *Diospyros
cauliflora* (Ebenaceae). **Pakistan Journal Zoology**, v. 47, n. 4, p. 953-964,
2015.

BARBIERI, J. D.; DALLACORT, R.; SANTI, A.; PEREIRA ROCHA, R.;
DE CARVALHO, M. A. C. Zoneamento agroclimático de amendoimzeiro
para a Bacia do Alto Paraguai (MT). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.
45, n. 2, p. 231-240, 2015.

BARROS, R.; DEGRANDE, P. E.; SORIA, M. F.; RIBEIRO, J. S. F.
Desequilíbrio biológico do ácaro-rajado *Tetranychus urticae* Koch, 1836
(Acari: Tetranychidae) após aplicações de inseticidas em algodoeiro.
Arquivos do Instituto Biológico, v. 74, p. 171- 174, 2007.

BERNARDI, D.; BOTTON, N.; NAVA, D. E.; ZAWADNEAK, M. A. C.
**Guia para a identificação e monitoramento de pragas e seus inimigos
naturais em morangueiro**. Embrapa, 1ª edição, 49 p., 2015.

BERTIOLI, D. J.; SEIJO, G.; FREITAS, F. O.; VALLS, J. F.; LEAL-
BERTIOLI, S. C.; MORETZSOHN, M. C. An overview of peanut and its
wild relatives. **Plant Genetic Resources**, v. 9, n. 1, p. 134-149, 2011.

BIRCH, L. C. The intrinsic rate of natural increase of an insect population.
The Journal of Animal Ecology, v. 17, n.1, p. 15-26, 1948.

BORTOLOZZO, A. R.; SANHUEZA, V. R. M.; MELO, G. W. B. de;
KOVALESKI, A.; BERNARDI, J.; HOFFMANN, A.; BOTTON, M.;
FREIRE, J. de M. BRAGHINI, L. C.; VARGAS, L.; CALEGARIO, F. F.;
FERLA, N. J.; PINENT, S. M. J. **Produção de morangos no sistema
semihidropônico**. Circular Técnica. 62, EMBRAPA, 62p. 2007.

- BRAGA, F. T.; NUNES, C. F.; FAVERO, A. C.; PASQUAL, M.; CARVALHO, J. G. de; CASTRO, E. M. de Características anatômicas de mudas de morangueiro micropropagadas com diferentes fontes de silício. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 2, p. 128-132, 2009.
- CAMARGO, J. M. M.; MORAES, J. C.; OLIVEIRA, E. B. de; IEDE, E. T.. Resistência induzida ao pulgão-gigante-do-pinus (hemiptera: aphididae) em plantas de *Pinus taeda* adubadas com silício. **Bragantia**, v. 67, n. 4, p. 927-932, 2008.
- CARRÉ-MISSO, V.; RODRIGUES, F. A.; SCHURT, D. A.; REZENDE, D. C.; RIBEIRO, N. B.; ZAMBOLIM, L. Aplicação foliar de silicato de potássio, acibenzolar-S-metil e fungicidas na redução da mancha de Pestalotia em morango. **Tropical Plant Pathology**, v. 35, n. 3, p. 182-185, 2010.
- CATALANI, G. C.; VIEIRA, M. R.; CAMARGOS, L. S.; BONFIM, N. C. P.; AGUSTINI, J. A. Effects of potassium silicate application on papaya plants in the twospotted spider mite population. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, p. 1-9, 2017.
- CHATTOPADHYAY, C.; KOLTE, S. J.; WALIYAR, F. **Diseases of Edible Oilseed Crops**. CRC Press, 2015.
- CHIAVEGATO, L. G.; MISCHAN, M. M. Efeito do *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) Boudreaux & Dosse, 1963 (Acari, Tetranychidae) na produção do morangueiro (*Fragaria* sp.) cv. 'Campinas'. **Científica**, v.9, n.2, p.257-266, 1981.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/83e31b69fc4c1f45a1cee5eb53797f41..pdf>> , acesso em: Setembro de 2017.
- COSTA, R. R.; MORAES, J. C.; COSTA R. R. Interação silício-imidacloprid no comportamento biológico no comportamento biológico e alimentar de *schizaphis graminum* (rond.) (hemiptera: aphididae) em plantas de trigo. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 455-460, 2009.
- COSTA, R. R. MORAES, J. C.; ANTUNES, C. S. Resistência induzida em trigo ao pulgão *Schizaphis graminum* 393 (Rondani, 1852) (Hemiptera: Aphididae) por silício e acibenzolar-s-methyl, **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 2, p. 393-397, 2007.

CRUSCIOL, C. A. C.; SORATTO, R. P.; CASTRO, G. S. A.; COSTA, C. H. M.; FERRARI NETO, J. Aplicação foliar de ácido silícico estabilizado na soja, feijão e amendoim. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 2, p. 404-410, 2013.

DALASTRA, C.; CAMPOS, A. R.; FERNANDES, F. M.; MARTINS, G. L. M.; CAMPOS, Z. R. Silício como indutor de resistência no controle do trips do prateamento *Enneothrips flavens* Moulton, 1941 (Thysanoptera: Thripidae) e seus reflexos na produtividade do amendoimzeiro. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 531-538, 2011.

DAROLT, M.R. Morango orgânico: opção sustentável para o setor. **Revista Campo & Negócios**. Ano II, n.34, p. 58-61, 2008.

DERMAUW, W.; WYBOUW, N.; ROMBAUTS, S.; MENTEN, B.; VONTAS, J.; GRBIC, M.; CLARK, R.M.; FEYEREISEN, R.; VAN LEEUWEN, T. A link between host plant adaptation and pesticide resistance in the polyphagous spider mite *Tetranychus urticae*. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.110, n. 2, p. 113-122, 2013.

DIAS, M. S. C.; SILVA, J. J. C.; PACHECO, D. D.; RIOS, S. de A.; LANZA, F. E. **Produção de morangos em regiões não tradicionais**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, 33 p., 2007.

DOGRAMACI, M. ARTHURS, S. P.; CHEN, J.; OSBORNE, L.. Silicon applications have minimal effects on *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) populations on pepper plant, *Capsicum annum* L. **Florida Entomologisty**, v. 96, n. 1, p. 48-54, 2013.

DORRI, H. R.; KHAGHANI, S.; MOGHADAM, A.; GHANBARI, D.; BIHAMTA, M. R. The Effect of Copper Nano-capsules on the Control of Two Spotted Spider Mite (*Tetranychus urticae*). **Journal of Nanostructure**, v. 8, n. 3, p. 316-324, 2018.

ESTEVEZ FILHO, A. B., OLIVEIRA, J. V. de, TORRES, J. B. e MATOS, C. H. C. Toxicidade de espiromesifeno e acaricidas naturais para *Tetranychus urticae* koch e compatibilidade com *Phytoseiulus macropilis* (Banks). **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 6, p. 2675-2686, 2013.

FADINI, M. A. M.; VENZON, M.; OLIVEIRA, H.; PALLINI, A. **Manejo integrado das principais pragas do morangueiro**. **Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. p. 81-95.

FADINI, M. A. M.; PALLINI, A.; VENZON, M. Controle de ácaros em sistema de produção integrada de morango. **Ciência Rural**, v. 34, n. 4, p. 1271-1277, 2004.

FAGHERAZZI, A.F.; GRIMALDI, F.; KRETZSCHMAR, A.A.; MOLINA, A.R.; GONÇALVES, M.A.; ANTUNES, L.E.C.; BARUZZI, G.; E RUFATO, L. Strawberry production progress in Brazil. **Acta Horticulturae**, v.1156, p. 937- 940, 2017.

FANTINO, A. A.; BAXEVANI, A.; DRIZOU, F.; LABROPOULOS, P.; PERDIKIS, D.; PAPADOULIS, G. Consumption rate, functional response and preference of the predaceous mite *Iphiseius degenerans* to *Tetranychus urticae* and *Eutetranychus orientalis*. **Experimental and Applied Acarology**, v. 58, p. 133-144, 2012.

FERREIRA, C. B. S., ANDRADE, F. H. N., RODRIGUES, A. R. S., SIQUEIRA, H. A. A. e GONDIM JUNIOR, M. G. C. Resistance in field populations of *Tetranychus urticae* to acaricides and characterization of the inheritance of abamectin resistance. **Crop Protection**, n. 67, p. 77-83, 2015.

FLACHOWSKY, H.; HÖFER, M.; HANKE, M.V. Strawberry. In: FLACHOWSKY, H., HANKE, M.V. Methods in temperate fruit breeding. Fruit, **Vegetable and Cereal Science and Biotechnology**, v.5, p. 8–26, 2011.

FREW, A.; POWELL, J. R.; SALLAM, N.; ALLSOPP, P. G.; JOHNSON, S. N. Trade-Offs between silicon and phenolic defenses may explain enhanced performance of root herbivores on phenolic-rich plants. **Journal of Chemical Ecology**, v. 42, p. 768-771, 2016.

GATARAYIHA, M. C.; LAING, M. D.; MILLER, R. M. Combining applications of potassium silicate and *Beauveria bassiana* to four crops to control two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch. **International Journal of Pest Management**, v. 56, n. 4, p. 291–297, 2010.

GATEHOUSE, J. A. Plant resistance towards insect herbivores: a dynamic interaction. **New Phytologist**, v.156, p.145–169, 2002.

GIGON, V.; CAMPOS, C.; CORFF, J. L. Biological control of *Tetranychus urticae* by *Phytoseiulus macropilis* and *Macrolophus pygmaeus* in tomato greenhouses. **Experimental and Applied Acarology**, v. 68, 55-70, 2016.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; ASSIS, G. A. Silício e imidacloprid na colonização de plantas por *Myzus persicae* e no desenvolvimento vegetativo de batata inglesa. **Ciência Rural**, v. 38, n. 5, p. 1209, 1213, 2008.

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; SANTOS, C. D. dos; ANTUNES, C. S. Uso de silício como indutor de resistência em batata a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Crop Protection**, v. 37, n. 2, p. 185-190, 2008.

GOMES, F. B., MORAES, J. C. de; SANTOS, C. D. dos; GOUSSAIN, M. M. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. **Scientia Agricola**, v. 62, n. 6, p. 547-551, 2005.

GONG, Y.; CAO, L.; WANG, Z.; ZHOU, X.; CHEN, J.; HOFFMAN, A. A.; WEI, S. Efficacy of carbon dioxide treatments for the control of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, and treatment impact on plant seedlings. **Experimental and Applied Acarology**, v. 75, p. 1-11, 2018.

GONZÁLEZ-DOMÍNGUEZ, S. G.; SANTILLÁN-GALICIA, M. T.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, V.; SUÁREZ ESPINOSA, J.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, H. Variability in Damage Caused by the Mite *Tetranychus urticae* (Trombidiformes: Tetranychidae) Koch on Three Varieties of Strawberry. **Journal of Economic Entomology Advance**, v. 1, n. 10, p. 1-10, 2015.

GOUSSAIN, M. M.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G.; NOGUEIRA, N. L.; ROSSI, M. L. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta do cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 2, p. 305-310, 2002.

GRBIC, M. ; LEEUWEN, T. V.; CLARK, R. M.; ROMBAUTS, S.; ROUZÉ, P.; GRBIC, V.; OSBORNE, E. J.; DERMAUW, W.; NGOC, P. C. T.; ORTEGO, F. HERNÁNDEZ-CRESPO, P.; DIAZ, I.; MARTINEZ, M.; NAVAJAS, M.; SUCENA, É.; MAGALHÃES, S.; NAGY, L.; PACE, R. M.; DJURANOVIC, S.; SMAGGHE, G.; IGA, M.; CHRISTIAENS, O.; VEENSTRA, J. A.; EWER, J.; VILLALOBOS, R. M.; HUTTER, J. L.; HUDSON, S. D.; VELEZ, M.; YI, S.V.; ZENG, J.; SILVA, A. P. da; ROCH, F.; CAZAUX, M.; NAVARRO, M.; ZHUROV, V.; ACEVEDO, G.; BJELICA, A.; FAWCETT, J. A.; BONNET, E.; MARTENS, C.; BAELE, G.; WISSLER, L.; SANCHEZ-RODRIGUEZ, A.; TIRRY, L.; BLAIS, C.; DEMEESTERE, K.; HENZ, S. R.; GREGORY, T. R.; MATHIEU, J. VERDON, L.; FARINELLI, L.; SCHMUTZ, J.; LINDQUIST, E.; FEYEREISEN, R. e PEER, Y V de. The genome of *Tetranychus urticae* reveals herbivorous pest adaptations. **Nature**, v. 479, p. 487-492, 2011.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – IEA. **Amendoim: exportações do grão em expansão**. Análises e Indicadores do Agronegócio. v. 13, n. 3, 2018.

IGARASHI, S. **Supressão de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da “Flor-Preta”, na cultura do morangueiro, através da nutrição com Cálcio (Ca) e Silício (Si)**. 2008, 65f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

INDEX BOX. World - **Strawberries - Market Analysis, Forecast, Size, Trends and Insights**. 2018. Disponível em: <
<http://www.freshplaza.com/article/196666/Global-consumption-of-strawberries-increases-annually/>>. Acessado em: 10 de outubro de 2018.

KASAP, I.; ATLIHAN, R. Consumption rate and functional response of the predaceous mite *Kampimodromus aberrans* to two-spotted spider mite *Tetranychus urticae* in the laboratory. **Experimental and Applied Acarology**, v. 53, p. 253-261, 2011.

KARLEC, F.; DUARTE, A. da A.; OLIVEIRA, A. N. B. de; CUNHA, U. S. de. Development of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) in different strawberry cultivars. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 1, p. 1-8, 2017.

KLAMKOWSKI, K.; SEKRECKA, M.; FONYÓDI, H.; TREDER, W. Changes in the rate of gas exchange, water consumption and growth in strawberry plants infested with the two-spotted spider mite. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v. 14, p. 155-162, 2006.

LANDEROS, J.; CERDA, P.; BADI, M. H.; AGUIRRE, L. A.; CERNA, E.; OCHOA, Y. M. Functional response of *Neoseiulus californicus* on *Tetranychus urticae* on apple leaves. **Southwestern Entomologist**, v. 38, n. 1, p. 79-84, 2013.

LANDERO-FLORES, J.; CHACÓN-HERNÁNDEZ, J. C.; COUOH-CAB, J. G.; CERNA-CHÁVEZ, E.; OCHOA-FUENTES, Y. M.; BADI-ZABEH, M. H. Efecto de concentraciones subletales de flufenoxuron sobre parámetros poblacionales de *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Acta Zoologica Mexicana**, n. 30, p. 491-499, 2014.

LANNING, F. C. Relation of Silicon in Wheat to Disease and Pest Resistance. **Journal of Agriculture and Food Chemical**, v. 14, n. 4, p. 350-352, 1966.

LIMA, M. de A.; CASTRO, V. F. de; VIDAL, J. B.; ENÉAS-FILHO, J. Aplicação de silício em milho e feijão de corda sob estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 398-403, 2011.

- LIVINALI, E.; SPEROTTO, R. A.; FERLA, N. J.; SOUZA, C. F. V. de Physicochemical and nutritional alterations induced by two-spotted spider mite infestation on strawberry plants. **Eletronic Journal of Biotechnology**, v, 17, p. 193-198, 2014.
- LOURENÇÃO, A. L.; MORAES, G. J.; PASSOS, F. A.; AMBROSANO, G. M. B.; SILVA, L. V. F. Resistência de morangueiros a *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 29, n. 2, p. 339-346, 2000.
- MACHADO, J. Strawberry cultivation in Brazil. *Revista Geama*, v.2, n.3, 2016.
- MARQUES-FRANCOVIG, C. R.; MIKAMI, A. Y.; DUTRA, V.; CARVALHO, M. G.; PICARELI, B.; VENTURA, M. U. Organic fertilization and botanical insecticides to control two-spotted spider mite in strawberry. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p. 1908-1914, 2014.
- MASSEY, F. P.; HARTLEY, S. E. Physical defences wear you down: progressive and irreversible impacts of silica on insect herbivores. **Journal of Animal Ecology**, v. 78, p. 281–291, 2009.
- MEENA, M. K.; RAMPAL, D.; BARMAN, D.; MEDHI, R. P. Biology and seasonal abundance of the two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae*, on orchids and rose. **Phytoparasitica**, n. 41, p. 597-609, 2013.
- MELO L. G. de L.; SILVA, E. K. C.; CAMPOS NETO, J. R. M.; LINS, S. R. de O.; RODRIGUES, A. A. C.; OLIVEIRA, S. M. A. de Indutores de resistência da fusariose do abacaxi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 10, p. 1703-1709, 2016.
- MONTEIRO, V. B.; GONDIM JUNIOR, M. G. C.; OLIVEIRA, J. E. de M.; SIQUEIRA, H. A. A.; SOUSA, J. M. Monitoring *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) resistance to abamectin in vineyards in the Lower Middle São Francisco Valley. **Crop Protection**, n. 69, p. 90-96, 2015.
- MONTEIRO, L. B. Seletividade de inseticidas a *Neoseiulus californicus* McGregor (Acari: Phytoseiidae) em macieira, no rio grande do sul. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, n. 3, p. 589-592, 2001.
- MORAES, G. J. de; FLECHTMANN, C. H. W. **Manual de acarologia: acarologia básica e ácaros de plantas cultivadas no Brasil**. Ribeirão Preto: Holos, 2008. 288p.

- MORAES, J. C.; GOUSSAIN, M. M.; CARVALHO, G. A.; COSTA, R. R. Feeding non-preference of the corn leaf aphid *Rhopalosiphum maidis* (Fitch, 1856) (Hemiptera: Aphididae) to corn plants (*Zea mays* L.) treated with silicon. **Ciência e Agrotecnologia, Lavras**, v. 29, n. 4, p. 761-766, 2005.
- MORO, L.; POLANCZYK, R.A.; CARVALHO, J. R.; PRATISSOLI, D.; FRANCO, C. R. Parâmetros biológicos e tabela de vida de *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae) em cultivares de mamão. **Ciência Rural**, n. 42, p. 487-493, 2012.
- MOTTAGHINIA, L.; RAZMJOU, J.; NOURI-GANBALANI, G.; RAFIEE-DASTJERDI, H. Antibiosis and antixenosis of six commonly produced potato cultivars to the green peach aphid, *Myzus persicae* Sulzer (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v. 40, n. 3, p. 380-386, 2011.
- NAFAJABADI, S. S. M.; SHOUSHARI, R. V.; ZAMANI, A. A.; ARBABI, M.; FARAZMAN, H. Effect of Nitrogen Fertilization on *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) Populations on Common Bean Cultivars. **Journal of Scientific Research**, v. 8, n. 5, p. 990-998, 2011.
- NERI, D. K. P.; GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; GÓES, G. B. de; MARROCOS, S. de T. P. Influência do silício na suscetibilidade de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) ao inseticida lufenuron e no desenvolvimento de plantas de milho. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1633-1638, 2009.
- NETO, J. F.; DA COSTA, C. H. M.; CASTRO, G. S.A.N. Ecofisiologia do amendoim. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 11, n. 4, p. 01-13, 2012.
- NIKPAY, A.; NEJADIAN, E. S. Field applications of silicon-based fertilizers against sugarcane yellow mite *Oligonychus sacchari*. **Sugar Tech**, n. 15, 6p., 2013.
- NOGUEIRA, R.J.M.; TÁVORA, F.J.A.F.; Ecofisiologia do amendoim. In: DOS SANTOS, R.C. **O agronegócio do amendoim no Brasil**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. p.71-122.
- NORRIS, R.F.; CASWEL-CHEN, E.P.; KOGAN, M. **Concepts in Integrated Pest Management**. Prentice Hall: New Jersey, 2003, 586 p.
- OLIVEIRA, A. C. S. de; MARTINS, S. G. F.; ZACARIAS, M. S. An individual-based model for the interaction of the mite *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) with its predator *Neoseiulus californicus* (McGregor, 1954) (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae). **Ecological Modelling**, v. 255, p. 11-20, 2013.

- PAVELA, R.; MURUGAN, K.; CANALE A.; BENELI, G. *Saponaria officinalis*-synthesized silver nanocrystals as effective biopesticides and oviposition inhibitors against *Tetranychus urticae* Koch. **Industrial Crops and Products**, v. 97, p. 338-344, 2017.
- PEIXOTO, M. L.; MORAES, J. C.; SILVA, A. A.; ASSIS, F. A. Efeito do silício na preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* biótipo b (genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) em plantas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 478-481, 2011.
- PENTEADO, S. R. C.; OLIVEIRA, E. B.; LAZZARI, S. M. N. **TabVida - Sistema computacional para cálculo de parâmetros biológicos e de crescimento populacional de afídeos**. EMBRAPA, Documentos 203, Colombo, 2010.
- PEREIRA JÚNIOR, P. **Doses de Silício na produtividade de soja Glycine Max L. (Merrill) e suas características agrônômicas**. 2008, 37f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Área de Concentração em Fitotecnia) Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- REYNOLDS, O. L.; PADULA, M. P.; ZENG, R.; GURR, G. M. Silicon: Potential to Promote Direct and Indirect Effects on Plant Defense Against Arthropod Pests in Agriculture. **Frontiers in Plant Science**, n. 7, 13p., 2016.
- REZAIE, R.; KARIMI, J.; ABBASIPOUR, H.; ASKARIANZADEH A. Sublethal effects of essential oil of *Cinnamomum zeylanicum* Blume on life expectancy (ex) and agespecific fertility (mx) of two-spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae). **Archives of Phytopathology and Plant Protection**, v. 47, n. 8, p. 900-905, 2014.
- RIBEIRO, N.; CAMARA, C.; RAMOS, C. Toxicity of essential oils of *Piper marginatum* Jacq. against *Tetranychus urticae* Koch and *Neoseiulus californicus* (McGregor). **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 76, n. 1, p. 71-76, 2016.
- RIBEIRO, M. G. P. M.; MICREREFF FILHO, M.; GUEDES, I. M. R.; JUNQUEIRA, A. M. R.; LIZ, R. S. de Efeito da adubação química na infestação do ácaro rajado e na produção do morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 4, p. 673-680, 2012.
- ROMEIRO, R. S. PGPR e indução de resistência sistêmica em plantas a patógenos. **Phytopathologica**, v. 26, p.177-184, 2000.

SACRAMENTO, F. de **Caracterização de genótipos de morangueiro quanto à resistência à *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae)**. 2016, 64f. Dissertação (Mestrado em Ciências – Entomologia), Universidade Federal de Pelotas – UFP, Pelotas.

SADEGHI, E.; SHOUSHARI, R.V.; MADANI, H. The influence of *Tetranychus urticae* Koch (Acari: Tetranychidae) life table and reproductive parameters by applying Si on Bean at library condition. **Advances in Entomology**, v. 4, n. 05, p. 260, 2016.

SANCES, F. V.; WYMAN, J.,A.; TING, I. P. Physiological responses to spider mite infestation on strawberries. **Environmental Entomology**, v. 8, p. 711-714, 1979.

SANHUEZA, R. M. V.; HOFFMANN, A.; ANTUNES, L. E. C.; FREIRE, J. M. **Importância da cultura. In: Sistema de produção de morango para mesa na Região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste**. Bento Gonçalves: Embrapa uva e vinho, 2005.

SANTI, F. C.; COUTO, W. R. Morango em cultivo orgânico. **Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT**, v. 2, n. 1, 2012.

SANTIAGO, F. E. M.; SILVA, M. L.S.; RIBEIRO, F.O.; CIPRIANO, P.E.; GUILHERME, L.R.G. Influência do enxofre na absorção de selênio em morango. **Acta Scientiarum Agronomica**, v. 40, 2018.

SAVANT, S. N. K.; SNYDER, G. H.; DATNOFF, L. E. Silicon management and sustainable rice production. **Advances in Agronomy**, n. 58, p. 151-199, 1997.

SEIEDY, M.; SABOORI, A.; ZAHEDI-GOLPAYEGANI, A. Olfactory response of *Phytoseiulus persimilis* (Acari: Phytoseiidae) to untreated and *Beauveria bassiana* treated *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 60, p. 219-227, 2013.

SEBRAE - Serviço de Apoio à Micro e Pequenas Empresas. Estudo de Mercado, Agronegócios: Produção de Morango. 35p. 2017. Disponível em: <<https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/UFs/BA/Anexos/Produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20morango%20na%20Bahia.pdf>>. Acesso em: Maio de 2017.

SHARMA, S.; JOSHI, V.K.; ABROL, G. An overview on Strawberry [*Fragaria × ananassa* (Weston) Duchesne ex Rozier] wine production technology, composition, maturation and quality evaluation. **Natural Product Radiance**, v. 8, n. 4, p.356-365, 2009.

SILVA, A. A.; ALVARENGA, R.; MORAES, J. C.; ALCANTRA, E. Biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro de fibra colorida tratado com silício. **Entomobrasilis**, v. 7, n. 1, p. 65-68, 2014.

SILVA, V. F., MORAES, J. C. e MELO, B. A. Influence of silicon on the development, productivity and infestation by insect pests in potato crops. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 6, p. 1465-1469, 2010.

SILVA, M. Z. **Interações intraguilda e toxicidade de agrotóxicos a *Neoseiulus californicus* (McGregor) e *Agistemus brasiliensis* Matioli, Ueckermann & Oliveira no controle de *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes) em citros.** 2009, 140f. Tese (Doutorado em Agronomia – Entomologia Agrícola), Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho - UNESP, Jaboticabal.

SILVA, M. Z.; OLIVEIRA, C. M. L. Seletividade de alguns agrotóxicos em uso na citricultura ao ácaro predador *Neoseiulus californicus* (McGregor) (Acari: Phytoseiidae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 205-208, 2006.

SILVEIRA NETO, S.; S., NAKANO, O.; BARBIN, D.; VILLA NOVA, N. A. **Manual de ecologia dos insetos.** Piracicaba: Ceres, 1976. 419p.

SILVEIRA, L. F. V. **Crescimento, nutrição e resistência de mudas de mamão (*Carica papaya* L.) tratadas com fontes de silicato de potássio (K_2SiO_3).** 2013. 73 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal)- Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2013.

SUASSUNA, T.; DOMINGUES, M. A. C.; FERNANDES, O. A.; PENARIOL, A. L.; ALMEIDA, R. P.; GONDIM, T. M.; TANAKA, R. T.; GODOY, I. J.; ALVES, P. L.; SUASSUNA, N. D.; COUTINHO, W. M.; MORAIS, L. K.; ASSIS, J. S. Produção integrada de amendoim. In: **Produção integrada no Brasil: agropecuária sustentável, alimentos seguros.** Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, p.809, 2009.

SUH, E., KOH, S. H.; LEE, J. H.; SHIN, K. L.; CHO, K. Evaluation of resistance pattern to fenpyroximate and pyridaben in *Tetranychus urticae* collected from greenhouses and apple orchards using lethal concentration-slope relationship. **Experimental and Applied Acarology**, v. 38, p. 151–165, 2006.

TABET, V. G.; VIEIRA, M. R.; MARTINS, G. L. M.; SOUSA, C. G. N. M. de Plant extracts with potential to control of two-spotted spider mite. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 85, p. 1-8, 2018.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE – USDA. **World Agricultural Production. India Peanuts: Below-Average Monsoon Impacts Peanut Production**. Circular Series WAP, p.10-18, 2018.

Disponível em:

<<https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/production.pdf>>. Acesso em: 18 de outubro de 2018.

VANGABESKE, D., De SCHRIJVER, L.; SPRAGHERS, T.; AUDENAERT, J.; VERHOEVEN, R.; NGUYEN, D. T.; GOBIN, B.; TIRRY, L.; De CLERCQ, P. Alternating temperatures affect life table parameters of *Phytoseiulus persimilis*, *Neoseiulus californicus* (Acari: Phytoseiidae) and their prey *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). **Experimental and Applied Acarology**, v. 61, p. 285- 298, 2013.

VICENTINI, V. B. **Tecnologias alternativas com potencial de ação sobre ácaro rajado *Tetranychus urticae* Koch no morangueiro *Fragaria x ananassa* Duch.** 2010. 92 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)- Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, 2010.

VILELA, M.; MORAES, J. C. de; ALVES, E.; SANTOS-CIVIDANES, T. M. Induced resistance to *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) via silicon application in sugarcane. **Revista Colombiana de Entomologia**, v. 40, n. 1, p. 44-48, 2014.

WATANABE, M. A.; MORAES, G. J. de; GASTALDO JUNIOR, I.; NICOLELLA, G. Controle biológico do acaro rajado com ácaros predadores fitoseídeos (Acari: Tetranychidae, Phytoseiidae) em culturas de pepino e morango. **Scientia Agrícola**, v. 51, n. 1, p. 75-81, 1994.

WERMELINGER, B.; OERTLI, J. J.; BAUMGARTNER, J. Environmental factors affecting the life- tables of *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). III. Host-plant nutrition. **Experimental & Applied Acarology**, v. 12, p. 159-274, 1991.