

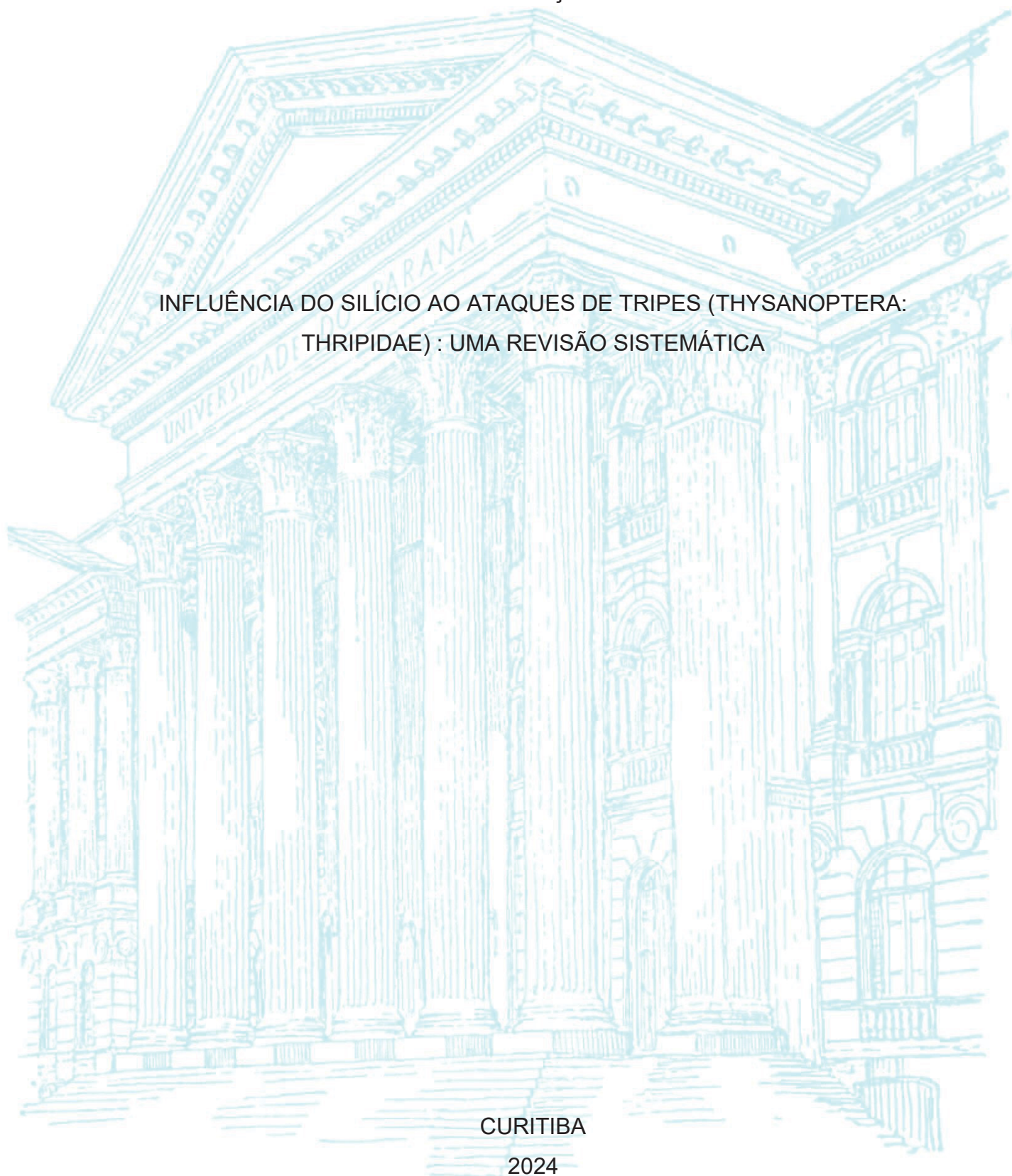
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

VANESSA FRANÇA DA SILVA

INFLUÊNCIA DO SILÍCIO AO ATAQUES DE TRIPES (THYSANOPTERA:
THRIPIDAE) : UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

CURITIBA

2024



VANESSA FRANÇA DA SILVA

INFLUÊNCIA DO SILÍCIO AO ATAQUES DE TRIPES (THYSANOPTERA:
THRIPIDAE) : UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

TCC apresentada ao curso de Pós-Graduação em Fitossanidade, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Fitossanidade.

Orientador: Prof. Dr. Tiago de Melo Sales

CURITIBA

2024

*Dedico este trabalho: A Deus e Nossa Senhora, aos meus pais Sérgio e Vânia,
a minha irmã Alice, ao meu esposo Odir e a minha pequena Maria.*

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo dom da vida e por sempre estar comigo em cada tomada de decisão, ajudando-me a enfrentar as dificuldades da vida com sabedoria. Aos meus amados pais, Antônio Sérgio e Vânia Alice. A minha irmã Alice Silva, por todo apoio, suporte, paciência e compreensão ao longo deste trabalho. Ao meu esposo Odir pela paciência e suporte, a minha pequena Maria Alice, minha razão de viver.

Ao meu orientador Tiago Sales, por toda sua dedicação e empenho em transmitir conhecimento, aconselhar e incentivar durante esta etapa.

A Universidade Federal do Paraná, por me conceder a oportunidade de estar junto com grandes profissionais da agronomia, obtendo muito mais conhecimento em Fitossanidade e a todos os professores que dedicaram seu tempo em transmitir a mim parte de seu conhecimento durante meu trajeto acadêmico.

RESUMO

O Silício (Si) é o segundo elemento mais abundante do solo. O incremento da acumulação do Si nos tecidos de vegetais foi relatado como melhorador da resistência de planta e eficiente em estresses bióticos e abióticos. Objetivou-se o levantamento sistemático da literatura científica sobre estudos voltados para verificar o uso de fontes de silício e sua eficiência contra tripes (Thysanoptera) e apurar se há resultados satisfatórios do uso unicamente de silício. A pesquisa foi norteadada pela recomendação PRISMA, realizou-se busca utilizando os termos: "(*"tripes" OR "thysanoptera") AND (Silicon OR silício) e "silício" e "tripes". Em três bases de dados, Web of Science, Scopus, SciELO e google acadêmico. Foram encontradas 823 referências e após aplicado os critérios de exclusão, inclusão, enquadramento na proposta, leitura de título e resumo, leitura integral dos trabalhos, 9 artigos foram selecionados. A qualidade dos estudos considerou que o uso de silício de diversas fontes pode proporcionar resultados positivos e satisfatório contra tripes em diferentes culturas. Mas número de estudos voltados para controle de tripes utilizando fontes de silício evidencia um número reduzido voltado para esse fim, demonstrando a necessidades de estudos para assegurar a eficácia e eficiência do silício em outras culturas e através de diferentes tratamentos.

Palavras-chave: 1. *Frankliniella schultzei*. 2. Oxido de silício 3. Resistência 4. Fitossanidade 5. Nutrição.

ABSTRACT

Silicon (Si) is the second most abundant element in the soil. The increase in Si accumulation in plant tissues has been reported to improve plant resistance and be efficient in biotic and abiotic stresses. The objective was to systematically survey the scientific literature on studies aimed at verifying the use of silicon sources and their efficiency against tripe (Thysanoptera). Find out if there are overwhelming results from using silicon alone. The research was guided by the PRISMA recommendation, using the terms: "(*tripes" OR "thysanoptera") AND (silicon OR silício) and "silicio" and "tripes". In three databases, Web of Science, Scopus, SciELO and google academic. 823 references were found and after applying the criteria for exclusion, inclusion, inclusion in the proposal, reading of the title and abstract, full reading of the works, 9 articles were selected. The use of silicon from different sources can provide positive and dominant results against tripe in different crops. silicon efficiency in other crops and through different treatments.

Keywords: 1. *Frankliniella schultzei*. 2. Silicon oxide 3. Resistance 4. Plant health 5. Nutrition

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 JUSTIFICATIVA	18
1.2 OBJETIVOS	19
2 REVISÃO DE LITERATURA	20
2.1 O USO DO SILÍCIO NA AGRICULTURA	20
2.2 TRIPES	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	24
4 RESULTADOS.....	26
5 CONCLUSÃO	31
6 REFERÊNCIA	32

1 INTRODUÇÃO

A eficiência agrícola está relacionada com diversos elementos, como a tecnologia empregada, o manejo aplicado, o cultivo de maior produtividade e a resistência a pragas e a doenças, além de uma nutrição que possibilite o desenvolvimento adequado das plantas cultivadas (SALDANHA et al 2016).

O estudo de nutrição de plantas determina os elementos essenciais para o ciclo de vida de um vegetal, de como são absorvidos, translocados e acumulados, suas funções, exigências e a enfermidade que causa, quando em excesso ou em deficiência. Desse modo a nutrição revela pontos ligados desde a aquisição do nutriente pelas raízes como as funções que desempenham nas plantas (PRADO, 2020).

Conforme Santos e Silva 2019 apresentam, as plantas demandam para o seu amplo crescimento e desenvolvimento dezessete elementos químicos. Integralmente as moléculas orgânicas e todos os processos enzimáticos são constituídos ou são funcionais exclusivamente quando a planta tiver acesso a esses elementos químicos, denominados essenciais ou nutrientes. Os acontecimentos que ocorrem durante a aquisição de nutrientes pelas plantas são motivados pelo solo, pelo sistema radicular, pelos microrganismos e pela capacidade de absorção das plantas que é uma característica genética.

Entre as diversas técnicas utilizadas para manter as populações de insetos considerados pragas, abaixo do nível de dano econômico, a nutrição de plantas com elementos promotores ou indutores de resistência a moléstias associados com técnicas de controle químico ou biológico, despontam como promissoras (CAMARGO et al, 2011). Neste caso, o silício (Si) é um elemento benéfico às plantas, que pode reduzir episódios de problemas fitossanitários e elevar a produtividade (FILGUEIRAS, 2007).

Para algumas culturas os resultados ainda são incipientes e mostram-se heterogêneos, mas vários estudos têm comprovado os benefícios do uso do silício no manejo de plantas cultivadas, atuando como corretivos e fertilizantes, por substituir o calcário no processo de correção da acidez do solo e fornecer nutrientes (silício, cálcio e magnésio). Em plantas cultivadas em viveiros, pode ser um método eficaz de manejo

de pragas, doenças e estresses abióticos como o déficit hídrico e a salinidade (SANTOS, 2022).

Inúmeras culturas sofrem o ataque de diferentes espécies de pragas. Os hábitos alimentares dessas espécies são diversificados e entre eles existem os insetos sugadores de seiva, no qual se destacam os pulgões ou afídeos, cochonilhas, moscas brancas, percevejos e tripses (FONSECA; ARAÚJO 2015).

Os tripses são agressores altamente bem-sucedidos devido à sua ampla gama de hospedeiros, estilo de vida ambíguo, desenvolvimento de resistência a inseticidas em um nível acelerado além de adaptabilidade às mudanças nas condições ambientais (KRUEGER et al 2020).

Com base nisso a nutrição com silício pode favorecer algumas plantas no combate ao tripses. Como bem afirma Marschner 2012, os nutrientes têm efeito no crescimento, morfologia, anatomia e composição química das plantas fazendo com que as plantas aumentem ou diminuam a resistência contra pragas e doenças. E o silício tem demonstrado resultados satisfatórios no uso de diversas pragas e para o tripses.

Fornecer produtos de qualidade e aumentar a produção e fortificar as plantas é um dos objetivos principais da nutrição, e dentro deste propósito a literatura abrange e mostra resposta da utilização de alguns elementos atenuando os mais diversos tipos de estresse e respostas. Dentre esses elementos o silício foi utilizado em pesquisas para verificar sua resposta em vários quesitos. Assim, este trabalho tem como objetivo discutir de forma sumária as respostas de plantas submetidas a determinadas fontes de silício e expor as fontes de silício envolvidos em resposta a nutrição de plantas contra-ataque de tripses.

1.1 JUSTIFICATIVA

A alimentação adequada das plantas traz vários benefícios comprovados por estudos científicos no Brasil e no mundo, como maior crescimento e produtividade, maior capacidade de enfrentar a seca e menor vulnerabilidade a pragas e doenças, entre outros. Há muitas relações científicas que podem ser exploradas para aproveitar os avanços mais recentes sobre esse tema e que podem servir de base para experimentos em diferentes culturas e condições ambientais. Essas relações podem ajudar na escolha entre investir em nutrição ou inseticidas e avaliar o que é menos danoso ao meio ambiente e mais eficaz para garantir uma boa produção.

O uso do silício é uma alternativa que se mostra promissora para reduzir o uso de inseticidas, pois há estudos que demonstram seus efeitos contra diversas pragas e doenças, além disso é uma alternativa para casos de *Frankliniella* em alfaces, onde há poucas opções de inseticidas disponíveis. Fazer testes com o silício para combater os tripses é uma forma de buscar uma produção mais sustentável e eficiente e a busca de trabalhos com esse fim pode contribuir para essa iniciativa.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1.1 Objetivo geral

Investigar o potencial de uso do silício na redução de danos provocados por tripses.

1.2.1.2 Objetivos específicos

Verificar se o uso de fontes de silício é eficiente contra tripses (Thysanoptera).

Verificar quais fontes de silícios demonstraram ser eficientes.

Verificar se há resultados satisfatórios do uso unicamente de silício.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O USO DO SILÍCIO NA AGRICULTURA

O silício (Si) é um elemento bastante abundante na crosta terrestre, perdendo apenas para o oxigênio. Disponível principalmente em solo arenosos, ainda que esteja presente em quantidades consideráveis encontradas nos solos, grande parte dispõe de Si insolúvel ou indisponível para as plantas (H_2SiO_4 – ácido monossilícico) (MONTES et al 2015).

Esse nutriente tem grande importância nas relações planta-ambiente, porque pode proporcionar para a cultura melhores condições para suportar adversidades climáticas, edáficas e biológicas. Também pode reduzir estresses causados por temperaturas extremas, veranicos, metais pesados ou tóxicos e pode aumentar a resistência a várias doenças fúngicas, bem como para algumas pragas (FILHO, 2005).

Resende et al (2021) afirma que os depósitos de silício formados abaixo da cutícula e na parede celular das células da epiderme das plantas intensificam a espessura e rigidez da folha, o que tem sido considerado como a alegação mais provável para o efeito do Silício na proteção de diversas culturas tanto monocotiledôneas quanto em dicotiledôneas, contra doenças e pragas e até de alguns tipos de stress abiótico como a seca e salinidade.

O uso de silício em pesquisas demonstra a resposta de seu uso em diversas culturas. Em cultivares de girassol Multissol, incorporado ao substrato acelerou a germinação das sementes e o acúmulo de silício melhorou o desenvolvimento até uma concentração de 10 kg^{-1} de silício (DIAS et al 2022). Em pesquisa com sorgo o Silício induziu a resistência por antibiose, reduzindo a população de duas espécies de pulgões e interferindo negativamente na biologia do parasitoide (BARBOSA, 2023).

Trabalho com a cultura do morango também demonstrou que o silício foi eficaz no controle de ácaro vermelho, utilizando uma concentração da dose de 10 g L^{-1} obtendo uma redução dos ovos em 70%, das larvas em 37%, das protoninfas em 35%, das deutoninfas em 46% e nos adultos 29%, concluindo que quanto maior a concentração de silício há melhor controle, mostrando que o silício confere resistência mecânica ao ataque de insetos devido ao seu acúmulo e polimerização nas paredes celulares (ROBALINO, 2023).

Em trabalhos realizados com milho demonstraram que a adubação silicata no milho pode causar a indução de resistência por não preferência para ovoposição para as mariposas de *Spodoptera frugiperda* e *Diatraea saccharalis* (JALDIM, 2023) e manifestou considerada influência na indução de resistência em plantas de milho e sorgo, diminuindo a desfolha por *S.frugiperda* em condições de campo em plantas de milho, sem interferir na produtividade, e reduzindo a população de *Rhopalosiphum maidis* em plantas de sorgo, promovendo o aumento da atividade metabólica (RODRIGUES, 2020). Confirmado também por Marchioro (2019) como potencial incremento nas medidas de controle para diminuição de danos causados por *S. frugiperda*, contribuindo para a proteção das culturas.

Além de resultados satisfatórios contra pragas no milho, a aplicação de silício influencia no diâmetro do colmo e na altura da planta nas fases iniciais e o tratamento com silicato de Potássio resultou um maior número de espiga por planta e peso de cem sementes, para o comprimento de espiga o silício via solo apresentou melhor resultado (MIRANDA, 2018).

Zelin (2011) fez uso do silício em soja e constatou que houve influência positiva na produtividade e na diminuição da área foliar atacada por lagartas. Assim como adubo para minimizar inseto-pragas demonstrou ser viável, não apenas para a cultura da soja como também para outras. Além de promover a barreira contra pragas, diminui perdas de água, auxilia nos teores de Ca, Mg e K, proporciona a correção e melhora a disponibilidade de P (BARBORA, 2021).

Testes feitos na cultura do café, com silício líquido solúvel associado ou não com fungicida propiciou a incidência de folhas sadias semelhante ao fungicida, indicando que os tratamentos não afetaram a incidência do bicho-mineiro na cultura mas a incidência diminuiu à medida que os teores foliares de silício aumentaram, independentemente do tratamento, concluindo que o silício pode fornecer uma proteção contra essa praga (REIS et al 2008).

Santos et al (2010) fez teste em melancia com aplicação de silício a via solo, na forma de pó (Termofosfato), na forma granulado (Silicato de Ca e Mg) e na aplicação foliar na forma líquida (Silicato de K) , resultando na redução da severidade do crestamento gomoso da melancia e no aumento da produtividade.

2.2 TRIPESES

Uma praga de grande importância são os tripses (Thysanoptera: Thripidae), que são insetos minúsculos, cuja ordem abrange aproximadamente 5.000 espécies, porém somente 100 delas são pragas de culturas agrícolas. No Brasil, existem cinco espécies que causam danos diretos nas plantas e se destacam pela transmissão do complexo do “vírus do vira-cabeça-do-tomateiro”. São elas: *Frankliniella occidentalis*, *F. schulzei*, *F. zucchini*, *Thrips tabaci* e *T. palmi* (Thysanoptera: Thripidae), que têm uma relação biológica e estreita com o agente patogênico (OLIVEIRA et al 2022).

Os tripses atacam muitas plantas que são cultivadas e provocam prejuízos consideráveis. Gostam mais das partes que ficam fora da terra das plantas, como folhas, ramos e frutos. Nas folhas, elas se alojam quase sempre no lado de baixo. Por sugarem a seiva, deixam as folhas sem cor e com manchas escuras onde picaram, porque os tecidos morrem. Se o ataque for muito forte, as folhas parecem queimadas, com um brilho prateado e depois caem. Nas flores, às ajudam na polinização, mas na maioria das vezes prejudicam os órgãos que reproduzem, causando infertilidade. Eles impedem o crescimento dos frutos novos quando atacam e além do dano direto que causam com a picada, o maior problema dos tripses é que eles transmitem doenças, principalmente as causadas por vírus (VENDRAMIM et al 2002)

O período de vida dos tripses é marcado por diferentes fases, no *Thrips tabaci*, se inicia na fase de ovo, larva, que é a fase de alta atividade e alimentação, a fase de pupa, que é dividido em pré-pupa e pupa de fase inativa, e a fase de adulto. Os ovos dos tripses, subsequente a deposição nas plantas eclode de 2 a 3 dias. Sendo a duração do desenvolvimento de ovo até adulto de 12 a 15 dias, em temperatura de 25° C e a fase de larva tem duração de 5 a 10 dias. Os adultos vivem de 15 a 30 dias, de acordo com a temperatura do ambiente, e neste período, a fêmea pode colocar de 100 a 200 ovos (LIMA et al 2016).

A morfologia externa do tripses é composta por uma cabeça livre de aspecto quadrangular, olhos compostos desenvolvidos e 2 ou 3 ocelos, antenas filiformes ou moniliforme de 6 a 10 segmentos, tendo além das cerdas comuns, outras chamadas sensilos (função sensorial), importantes na classificação sistemática. Aparelho bucal do tipo sugador labial triqueta, onde três estiletes que se deslocam dentro de um conjunto formado pelo lábio e clipeo, chamado cone bucal. Tem o protórax livre, maior que meso e metatórax soldados. Pernas ambulatórias normais; machos apresentam

a tibia mais ampla. Tarsos com 1 ou 2 artículos; arólio vesiculiforme entre as garras tarsais. Quatro asas semelhantes, franjadas; existem espécies ápteras. Abdome com 11 segmentos, os dois últimos bastantes reduzidos (GALLO, 2002).

Após a cópula, a fêmea fecundada reproduz os ovócitos nos ovários. Os ovos são postos sobre as folhas das plantas ou dentro de aberturas, orifícios do corpo vegetal separados uns dos outros ou unidos por uma substância pegajosa liberada pela fêmea durante a ovoposição. O desenvolvimento embrionário é finalizado em alguns dias. As formas das ninfas após a eclosão dos ovos, não tem asas, mas muito semelhante aos adultos. Mudanças e ecdises originam formas inativas de pré-pupas, e as pupas com pequenas asas não funcionais e depois os adultos. O período do ciclo é variável, depende da espécie (FREIRE, 2010)

Os tripses são insetos que se nutrem de fungos, plantas ou outros invertebrados. Eles têm estiletes que usam para furar e sugar o conteúdo das células ou dos esporos. Alguns tripses podem espalhar vírus que causam doenças nas plantas, enquanto outros contribuem para a polinização. Alguns tripses também têm comportamento social, como proteger os filhotes (GULLAN, 2017).

A principal ferramenta para o controle de tripses ainda é o controle químico. No Brasil os mais empregados são o cloridrato de formetanato, spinosad, piretroides e neonicotinoides. Há uma preocupação no manejo quando a aplicação ocorre na floração das plantas, devido ao possível efeito secundário dos produtos sobre os polinizadores. Como a maioria dos inseticidas que controlam os tripses são de amplo espectro (pouco seletivos), é comum observar efeitos secundários sobre inimigos naturais resultando na ocorrência de pragas secundárias como os ácaros filófagos. Como medida alternativa propõe-se o manejo de plantas hospedeiras localizadas dentro e fora dos cultivos, utilizar placas adesivas azuis e amarelas, controle biológico e uso de telas em cultivo protegidos (CAVALLERI, 2018).

3 MATERIAL E MÉTODOS

A revisão sistemática foi realizada através da consulta a três bases de dados: Web of Science, Scopus, SciELO e google acadêmico, sem período de publicação definido. A justificativa da escolha das bases de dados se deu pela relação do tema com o conteúdo. Para melhor definição dos termos de busca nas bases selecionadas foram utilizadas palavras-chave indicadas pelas próprias bases através de procedimentos de controle de vocabulário. Portanto, os termos da pesquisa variaram conforme a base de dados, a fim de garantir uma busca mais efetiva dos estudos. Os termos escolhidos para a pesquisa referem-se ao uso de silício contra tripes em diversas culturas.

Esses termos foram selecionados para abranger um conjunto amplo do que se tem publicado sobre o assunto. Para restringir a pesquisa aos resumos que continham ao mesmo tempo cada um dos termos, foi usado o operador booleano “AND” para combinar os resultados de cada termo e o operador “OR” funciona como a palavra “OU”, mostrando a união dos conjuntos, ou seja, a base de dados fornece a lista dos artigos que contenham pelo menos uma das palavras que, normalmente, são sinônimas. Este termo aumenta a sensibilidade da busca.

Para a pesquisa na base de dados Web of Science, e Scopus foram utilizados os termos ("tripes" OR "thysanoptera") AND (silicon OR silício). Os parênteses foram utilizados com a finalidade de buscar as palavras exatas para essa base e o uso de aspas recupera os registros que contenham as palavras juntas. Os termos estão na língua inglesa por se tratar de bases de dados americana.

Na base de dados brasileira, SciELO (Scientific Eletronic Library Online – Brasil) a busca foi feita utilizando-se os termos ("tripes" OR "thysanoptera") AND (silicon OR silício).

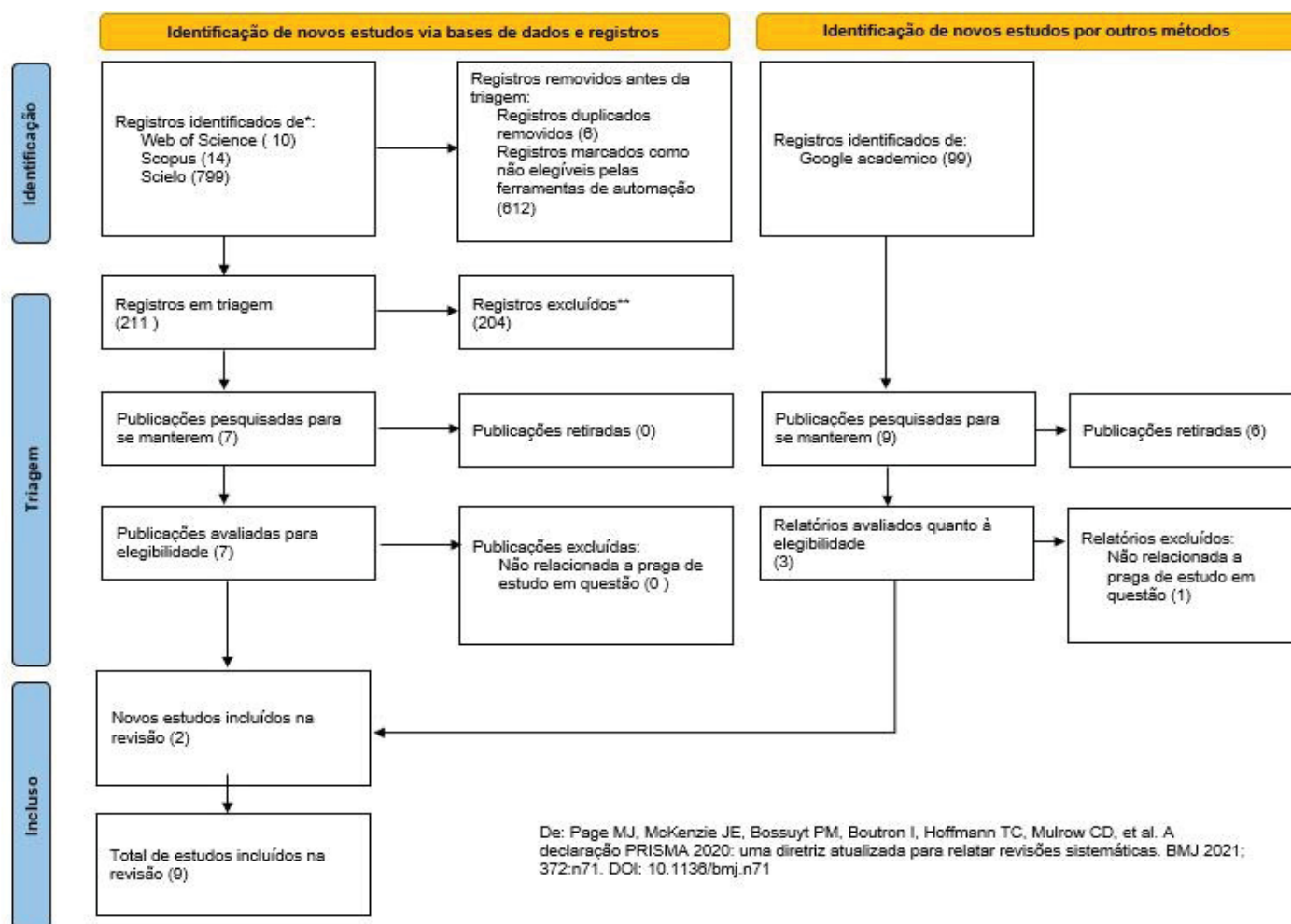
O google acadêmico também foi utilizado a fim de encontrar outros trabalhos que se enquadrasse no objetivo da pesquisa, no qual obteve maiores resultados com as palavras chaves “silício” e “tripes”.

Os descritores de cada base de dados estavam presentes no título e no resumo dos trabalhos. Foram critérios de inclusão: artigos que estivessem nas línguas inglesa e portuguesa. Também foram considerados os artigos que mencionaram no título e nos resumos o termo “tripes” e o uso de fontes de silício para o estudo.

Foram excluídas desta pesquisa as teses e dissertações, livros, capítulo de livros, revisão e trabalhos com acesso antecipado sem resultados e trabalhos sem acesso disponível. Também foram excluídos os trabalhos que não mencionaram outro fim da pesquisa com silício, que não fosse tripes. Foram excluídos os trabalhos publicados em idiomas que não fossem o inglês, espanhol e português.

Os 9 artigos foram analisados pelos seguintes indicadores bibliométricos: ano de publicação, periódico e idioma de publicação. Logo após procederam-se às análises qualitativas do conteúdo de cada artigo com o propósito de identificar o uso de fontes de silício, população de estudo que fosse tripes e qual foi a fonte de silício utilizada para a pesquisa. Dessa forma, 9 artigos foram selecionados para leitura integral do texto demonstrado pelo fluxograma de pesquisa PRISMA.

Figura – 1: Fluxograma PRISMA 2020 para revisões sistemáticas atualizadas que incluiu buscas em bases de dados, registros e outras fontes.



Fonte: A autora (2023)

4 RESULTADOS

Na busca realizada, 823 referências foram localizadas. Destas, 10 artigos foram oriundos da base de dados Web of Science, 799 da base de dados SciELO e 14 da base de dados Scopus. Após aplicado os critérios de exclusão e inclusão resultaram 211 artigos. 197 foram excluídos por não se enquadrarem na proposta da pesquisa e, após a triagem, foram excluídos 183 registros pela leitura do título ou resumo. Dessa forma, 9 artigos foram selecionados para leitura integral do trabalho.

Autores/Ano	Título	Planta	Fonte de Silício/outro nutriente	Tipo de tratamento	Resultado
ALMEIDA, G. D.; PRATISSOLI, D; ZANUNCIO, J.C.; VICENTINI, V. B. (2008)	Calcium silicate and organic mineral fertilizer applications reduce phytophagy by Thrips palmi karny (Thysanoptera: thripidae) on eggplants (<i>Solanum melongena</i> L.)	Berinjela	Silicato de Cálcio(17,45% SiO ₂) e adubo orgânico mineral	Foliar	Eficiente
ALMEIDA, G. D.; PRATISSOLI, D; ZANUNCIO, J.C.; VICENTINI, V. B.	Calcium silicate and organic mineral fertilizer increase the resistance of tomato plants to <i>Frankliniella schultzei</i>	Tomate	Silicato de Cálcio (17,45% SiO ₂) e adubo orgânico mineral	Foliar	Eficiente
KEEPING, M. G. MC FARLANE, S. A.SEWPERSAD, N. RUTHERFORD, R. S.	Effects of silicon and plant defence inducers on sugarcane yield parameters, eldana saccharina walker (lepidoptera: pyralidae) and fulmekiola serrata kobus (thysanoptera: thripidae)	Cana de açúcar	Silicato de Cálcio	Via Solo	Não eficiente
CAMPOS, C. D. A.R.; FERNANDES, F.M.; MARTINS, G. L. M.; CAMPOS, Z.R.	Silício como indutor de resistência no controle do trips do prateamento <i>Enneothrips flavens</i> Moulton, 1941 (Thysanoptera thripidae) e seus reflexos na produtividade do amendoimzeiro	Amendoim	Supa Sílica® (10% de SiO ₂)	Via foliar	Eficiente

DOĞRAMACI; MAHMUT; ARTHURS; STEVEN, P.; CHEN; JIANJUN; AND OSBORNE, L.	Silicon Applications have Minimal Effects on Scirtothrips dorsalis (Thysanoptera: Thripidae) Populations on Pepper Plant, Capsicum annum L.	Pimenta	Protec 7,8% de SiO ₂ e associado com ácido jasmônico	Via foliar e solo	Não eficiente
MANTENDO, M. G. ; MILES, N.; SEWPERSAD, C.	Silicon reduces impact of plant nitrogen in promoting stalk borer (Eldana saccharina)but not sugarcane thrips (<i>Fulmekiola serrata</i>) infestations in sugarcane	Cana de açúcar	Silicato de Calcio Calmasil (10, 3% de Si)	Via solo	Não eficiente
GONÇALVES, P. ADES E ARAÚJO, E. R. DE	Entomopatógenos e óleo de nim associados a silício no manejo de trips e míldio e rendimento de cebola	Cebola	Terra de diatomáceas, composto por 98,58% de SiO ₂), associado com entomopatógenos e óleo de nim	Foliar	Não eficiente
PEREIRA, A.I.A.; SILVA, C.M. DA.; CURVÊLO, C.R.S.; PONTES, N. C. ; PEREIRA, J.L. ; TAVARES, W DE S. ; ZANUNCIO,J. C. Z.; LUZ, J. M. Q.	Mixtures between Beauveria bassiana and potassium silicate to manage thrips in tomato plants for industrial processing	Tomate	Silicato de potássio(Ksil) associado com profenofos + cipermetrina (PC) e Beauveria bassiana(Bb)	Via foliar	Eficiente
GONÇALVES, P.A DE S.; ARAÚJO, E. R. DE. ; GEREMIAS, L. D.	Neem oil (azadirachta indica a. juss) associated with silicon and manganese on the incidence of thrips (thrips tabaci lind.), downy mildew severity (peronospora destructor berk. casp.) and onion yield under organic system	Cebola	Terra de diatomáceas, o Bugran® (98,6% de SiO ₂) associado com óleo de nim, sulfato de manganês	Via foliar	Eficiente

Os trabalhos feitos por Almeida et al 2009, utilizaram como fonte de silício o silicato de cálcio (Ca_2SiO_4) junto com fertilizante mineral orgânico, foram trabalhos com metodologia parecidas em culturas diferentes, sendo um com tomate e outro com berinjela. O local do experimento foi em casa de vegetação. A quantidade utilizada nos experimentos foi de 50 ml com concentração de 15g/l. a recorrência da aplicação foi a cada 5 dias. No tomate a aplicação teve início em plantas jovens com altura em torno de 14-3,35 de altura. Na berinjela não foi especificado o período vegetativo da planta. A amostragem se deu na contagem de ninfas mortas ao final dos experimentos. Como resultado a mortalidade de ninfas de *F. schultzei* foi significativamente maior nos tratamentos apenas com silicato de cálcio e silicato de cálcio mais fertilizante mineral orgânico. Respondendo ao objetivo proposto do trabalho.

O trabalho feito por Gonçalves e Araújo 2018, em cebolas, utilizou como fonte de silício terra diatomáceas, composto por 98,58% de SiO_2 . O silício foi utilizado em conjunto com Serenade® (*Bacillus subtilis*) 1%; Metiê® (*Metarhizium anisopliae*) 1%; Ballveria® (*Beauveria bassiana*) 1%; Fortneem® (óleo de nim com 0,12% p/p de azadiractina) 1%. A quantidade de terra diatomácia foi de 1% em calda com volume de 600l/ha. Os experimentos foram realizados em campo (canteiros). As aplicações foram feitas durante a fase de formação de folhas até a bulbificação. Os estágios em que os insetos se encontravam não foi especificado, a amostragem foi feita ao acaso por parcela 24 horas após as pulverizações. Como resultado os tratamentos nas dosagens utilizadas, independentemente da adição de silício, não apresentaram efeito no controle de tripses, míldio e na produtividade de cebola.

Em outro trabalho feito por Gonçalves et al 2022, com cebola e terra de diatomáceas, foi utilizado óleo de nim nas concentrações de 0,13%, 0,25%, 0,5% e 1%, em mistura com terra de diatomáceas a 0,5% e mistura de sulfato de manganês a 0,5% em volume de calda de 600l/ha. A pesquisa foi feita em campo nos anos de 2016 e 2018, iniciadas aos 48 e 42 dias após transplante, com recorrência de aplicações semanais num total de 6 e 7 semanas respectivamente. A incidência de tripses foi avaliada semanalmente 24 horas após as pulverizações em cinco plantas por parcela. O estágio de desenvolvimento da tripses não foi especificada na amostragem. Como resultado o óleo de nim associado à terra de diatomáceas e ao sulfato de manganês reduziu os danos de tripses em cebola em sistema orgânico mas

incidência de tripes, a produtividade e o rendimento pós-colheita de cebola não foram influenciados pelos tratamentos.

O trabalho com Supa sílica (10% de SiO₂), desenvolvido por Campos et al 2011, foi utilizado como único tratamento, dispondo de 150g/ha aplicado em 200l de calda por ha. A pesquisa foi feita em campo. A recorrência de aplicação se deu com 20 dias após a emergência das plantas, depois 20 e 55 dias. As amostragens foram realizadas semanalmente a partir de 16 dias após emergência das plantas no total de 12 amostragens. Foram analisados as ninfas e insetos adultos de tripes. Como resultado, a aplicação de silício diminuiu o número de ninfas e de adultos em 43% e para as duas aplicações reduziu em 51%.

A pesquisa feita por Pereira et al 2020, utilizou como fonte de silício, o silicato de potássio (12% K₂SiO₃) em conjunto com *Beauveria bassiana* (Bb), profenofos + cipermetrina (PC), isolados ou nas misturas binárias de Bb+KSil, PC+KSil e Bb+PC. O trabalho foi realizado em campo com concentração de 12% em 0,4L de K₂SiO₃, usando em torno de 200 a 300 l/ha em plantas jovens após 15 dias de transplante. A aplicação foi feita a cada 7 dias, no total de 4 aplicações. Não foi especificado o estágio de desenvolvimento dos insetos analisados, depreende-se a contagem serem de adultos, contabilizados no final do experimento. Como resultado houve diferenças entre os tratamentos, com maior e menor eficiência de controle para (Bb+KSil) e (Bb) em todos os intervalos de tempo e ao final do período experimental (21 daa), a eficiência do Bb e do KSil foi mais alta e a do Bb+KSil, a mais baixa e resultou em uma baixa eficiência de controle do KSil (isolado) contra *F. schultzei* no tomateiro.

Keeping et al 2011, utilizou o silicato de cálcio em cana-de-açúcar, em conjunto com cis-jasmona (JA) e Bion, a formulação comercial de benztiazol (análogo sintético do ácido salicílico), foram aplicados via foliar e via solo, em solo 10 toneladas/ha e a recorrência de aplicação foliar foi mensal. Não houve descrição da amostragem nem o estágio do inseto analisado. Como resultado não houve evidências que o Silício possa auxiliar no controle das populações de tripes da cana-de-açúcar. Também não se encontrou evidências de que os indutores sozinhos ou em combinação com Silício suprimissem a broca do colmo ou a infestação por tripes.

Dogramaci et al 2013, em teste com pimenta, utilizou como fonte de silício o Protec 7,8% de SiO₂ e ácido jasmônico. O silício foi utilizado no solo e nas folhas. as aplicações de Silício foram feitas em intervalos de 4 a 7 dias e em outro teste foi

aplicado a cada três dias com aumento de dosagem. O período vegetativo da planta não mencionou. O estágio dos insetos analisados foram quando adultos e ninfas e foram examinadas semanalmente durante 3 semanas. como resultado as plantas de pimenta não acumularam níveis suficientes de Silício e assim não foi eficiente contra a reprodução ou alimentação de tripes.

5 CONCLUSÃO

Os trabalhos feitos nas condições apresentadas com variadas fontes de silício, 80% deles, foi eficaz no controle de tripes, sendo que em 3 trabalhos utilizou-se apenas uma fonte de silício: Silicato de cálcio Supa Sílica® (10% de SiO_2), Silicato de cálcio Calmasil (10, 3% de Si). O silicato de cálcio com 17,45% de SiO_2 foi eficiente em todos os trabalhos, seja utilizado em conjunto com outros nutrientes ou de forma isolada.

O óxido de silício foi eficiente na concentração de 10% em plantas de amendoim, via foliar e a terra de diatomáceas, com outro nutrientes, demonstrou bons resultados.

Esses resultados são, em grande parte, de trabalhos antigos e demonstra uma escassez de estudos com silício relacionados a tripes, em diferentes culturas, mas demonstrou ser eficiente no controle ou diminuição de tripes nas culturas estudadas.

6 REFERÊNCIA

ALMEIDA, G. D.; PRATISSOLI, D; ZANUNCIO, J.C.; VICENTINI, V. B. Calcium silicate and organic mineral fertilizer applications reduce phytophagy by Thrips palmi karny (Thysanoptera: thripidae) on eggplants (Solanum melongena L.)

ALMEIDA, G. D.; PRATISSOLI, D; ZANUNCIO, J.C.; VICENTINI, V. B. Calcium silicate and organic mineral fertilizer increase the resistance of tomato plants to Frankliniella schultzei. **Phytoparasitica**. Vol. 37 . 2009

BARBOSA, M. S. Silício no crescimento populacional de *Melanaphis sorghi* (Theobald) (Hemiptera: Aphididae) e na biologia de *Aphidius platensis* (Brèthes) (Hymenoptera: Braconidae: Aphidiinae). **Dissertação (Mestrado em Agronomia)** 66 f. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

BARBOSA, R. L. Silício como agente indutor de resistência a pragas na cultura da soja. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)**. 26 f. Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2021.

CAMARGO, J. M. M.; MORAES, J. C.; ZANOL, K. M. R.; QUEIROZ, D. S. L. Interação silício e insetos-pragas: defesa mecânica ou química?. **Revista de Agricultura**, v. 86, ed. 1, p. 62-79, jan. 2011.

CAMPOS, C. D. 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** Vol. 35. Ed. 3. p. 531-538, 2011.

CAVALLERI, A., MOUND, L.A., LINDNER, M.F., BOTTON, M. & MENDONÇA JR, M.S. 2018. **Os Tripes do Brasil**. Data de acesso. 03 out 2023. Disponível em: <https://thysanoptera.com.br/home>

DIAS, G. de M. G.; FERREIRA, D. G. B.; ANJOS, D. C. dos; MENDES, I. de P. B.; GUIMARÃES, M. de A. Silicon accumulation in bioenergetic sunflower germination. **Scientia Agraria Paranaensis**, [S. l.], p. 151–157, 2022.

DOĞRAMACI; MAHMUT; ARTHURS; STEVEN, P.; CHEN; JIANJUN; AND OSBORNE, L. Silicon Applications have Minimal Effects on *Scirtothrips dorsalis* (Thysanoptera: Thripidae) Populations on Pepper Plant, *Capsicum annum* L. **Florida Entomologist** Vol. 96 ed. 1. P. 48-54, 2013.

FILGUEIRAS, O. Silício na Agricultura. **Pesquisa Fapesp**, [s. l.], ed. 140, p. 72-74, 2007. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/silicio-na-agricultura/>. Acesso em: 24 mar. 2023.

FILHO, O. F. L. O Silício é um fortificante e antiestressante natural para as plantas. **Embrapa Agropecuária Oeste** 2005 . Disponível em: silifertil.com.br. Acesso em 27/03/2023.

FONSECA, E. M. dos S; ARAUJO ,R. C. de. **Fitossanidade, princípios básicos e métodos de controle de doenças e pragas**. São Paulo: Érica, 2015.

FREIRE, N. M. S.; FELIX, M.; ALMEIDA, C.E.; COSTA, J. **Insetos: uma aventura pela biodiversidade**. 1. Ed. Rio de Janeiro: Otten ,2010

GALLOS, D. (in memorian), NAKANO,O.; NETO, S. S.; CARVALHO, R. P. L.; BAPTISTA, G. C. de. ; FILHO, E. B.; PARRA, J. R. P.; ZUCCHI, R. A.; ALVES, S. B.; VENDRAMIM, J. D.; MARCHINI,L. C.; LOPES, J. R. S.; OMOTO, C. **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

GONÇALVES, P. A DE S E ARAÚJO, E. R. DE. Entomopatógenos e óleo de nim associados a silício no manejo de tripes e míldio e rendimento de cebola. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.32, n.1, p.45-48, jan./abr. 2018

GONÇALVES, P.A DE S.; ARAÚJO, E. R. DE. ; GEREMIAS, L. D. Neem oil (*azadirachta indica* a. juss) associated with silicon and manganese on the incidence of thrips (*thrips tabaci* lind.), downy mildew severity (*peronospora destructor* berk. casp.) and onion yield under organic system. **Acta Ambiental Catarinense - Unochapecó** V. 20, N. 1 , 2022.

GULLAN, P.J. , P.S. CRANSTON. **Insetos: fundamentos da entomologia**. 5. ed. Rio de Janeiro: Roca, 2017. il. Tradução de: The insects: an outline of entomology ISBN: 978-85-277-3117-1 **Interciência**. v. 33. 2008.

JALDIN, C. A. C. L. Silício na indução de resistência por não-preferência para ovoposição de *Spodoptera frugiperda* (Smith) (Lepidoptera: noctuidae) e *Diatraea saccharalis* (Fabricius) (Lepidoptera: crambidae) em milho. 28 f. **Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia)**. Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

KEEPING, M. G. MC FARLANE, S. A. SEWPERSAD, N. RUTHERFORD, R. S. Effects of silicon and plant defence inducers on sugarcane yield parameters, *eldana saccharina* walker (Lepidoptera: pyralidae) and *fulmekiola serrata* kobus (Thysanoptera: thripidae). **International Sugar Journal** Vol. 113 ed.1351. p. 502-508, 2011

KRUEGER, S , MÜLLER, B , MORITZ, G. Manipulação olfativa e física por machos sobre características da história de vida em *Echinothrips americanus* MORGAN 1913 (Thysanoptera: Thripidae) . **J Appl Entomol** . 2020.

LIMA, M. F.; FILHO, M. M.; BOITEUX, L. S.; SUINAGA, F. A.. Doença vira-cabeça em alface: Sintomatologia, transmissão, epidemiologia e medidas de controle. **Circular técnica**. Embrapa. 1ª Ed. Brasília, DF. Nov 2016.

MANTENDO, M. G. ; MILES, N.; Sewpersad, C. Silicon reduces impact of plant nitrogen in promoting stalk borer (*Eldana saccharina*) but not sugarcane thrips (*Fulmekiola serrata*) infestations in sugarcane. **Frontiers in Plant Science** .Vol. 5 ed. JUN ,2014

MARAFON, A. C. Benefícios do silício para a cana-de-açúcar. **Embrapa Aracaju**, SE, 31 jul. 2013. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1012558>. Acesso em : 28/03/2023.

MARCHIORO, S. T. Biologia e mortalidade de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em milho tratado com silício e inoculante *Azospirillum* brasileiro, sob condições de laboratório e campo. 2019. 88 f .**Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal da Fronteira Sul. Laranjeiras do Sul: Paraná. 2019

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 3. ed. San Diego: Academic Press, 2012.

MIRANDA, P. S.; MORAES, T. R.; SANTOS, J. R. E. dos; CARVALHO, F. D.; VIANA, J. P.; PÉREZ-MALUF, R. Aplicação de silício na cultura do milho. **Revista de Ciências Agroambientais**. v. 16, n. 1, p. 1–6, 2018.

MONTES, R. M.; NALESSO, S. M.; MONTES, M; RAGA, A. O Uso do silício no manejo de pragas. Instituto Biológico APTA. **Documento técnico**. Janeiro 2015. p. 1-13.

OLIVEIRA, R. C. DE.; PRATISSOLI, D.; SALAS, F. J. S. **Manual de entomologia**. Pragas das culturas. 1. ed. vol 1. Ceres ,2022.

PEREIRA, A.I.A.; SILVA, C.M. DA.; CURVÊLO, C.R.S.; PONTES, N. C. ; PEREIRA, J.L. ; TAVARES, W DE S. ; ZANUNCIO,J. C. Z.; LUZ, J. M. Q. Mixtures between *Beauveria bassiana* and potassium silicate to manage thrips in tomato plants for industrial processing. **Horticultura Brasileira** V. 38 ed. 4. p 415-422, 2020.

PRADO, R. de M. **Nutrição de plantas**. 2 .ed. São Paulo: Editora Unesp Digital, 2020. ISBN: 978-85-9546-378-3

REIS, T. H. P; FIGUEIREDO, F. C. ;GUIMARÃES, P. T. G.; BOTREL ,P. P. ; RODRIGUES, C. R. Efeito da associação silício líquido solúvel com fungicida no controle fitossanitário do cafeeiro .**Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 76-80, 2008.

RESENDE, M. L. V. de; RODRIGUES, F. Á.; BOTELHO, D. M. dos S.; JUNIOR, P. M. R.; GUIMARÃES, T. R. L. G. **Produtos Alternativos para o Controle de Doenças das Plantas**. Editora SPQ . QUÍMICA. Vol. 45 N.163 2021 p. 257-261

ROBALINO, D. N. C. Evaluación de silicio para el control de araña roja (*Tetranychus Urticae* Koch) en fresa (*Fragaria Vesca*), cantón Pedro Moncayo .**Tesis de pregrado**, Universidad Técnica del Norte. 2023

RODRIGUES, A. A. R. Silício e herbivoria no metabolismo e resistência induzida em milho e sorgo. 2020. 96 f. **Tese (Doutorado em Agronomia)** – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2020.

SALDANHA, C. B; EMRICH, E.B.; NEGRÃO, E. N. M; CASTIONI, G. A. F. **Ciência do solo: fertilidade do solo e nutrição mineral de plantas**. Londrina : Editora e Distribuidora Educacional S.A., 2016.

SANTOS, C. C. O silício no manejo de estresses bióticos e abióticos. **Agrobiodiversidade [livro eletrônico] : manejo e produção sustentável**. volume II. Organizador Nova Xavantina, MT: Pantanal, 2022. 156p.; il p 132-146

SANTOS, D.R. dos.; SILVA, L. S. da . **Fertilidade do solo e nutrição de plantas**. Universidade federal de santa maria. Centro de ciências rurais. Curso de graduação tecnológica em agricultura familiar e sustentabilidade. Santa Maria: RS, 2019.

SANTOS, G. R. dos; NETO, M. D. de C; CARVALHO, A. R. S.; FIDELIS, R. R.; AFFÉRRRI, F. S. Fontes e doses de silício na gravidade do crescimento gomoso e produtividade da melancia. **Bioscience Journal**, Vol 26, 2010.

ZELIN, E B.I.; SIMONETTI, A. P. M. M. Aplicação de silício no controle de lagartas e produtividade da cultura da soja. **Cultivando o Saber**. Cascavel v. 4 n. 1 .2011.