

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

BRUNA CARLIM DA GAMA

**SILICATO DE POTÁSSIO E O SEU EFEITO NO RENDIMENTO DE GRÃOS E
HERBIVORIA DE *DIABROTICA SPECIOSA* EM FEIJOEIRO**

PATO BRANCO

2023

BRUNA CARLIM DA GAMA

**SILICATO DE POTÁSSIO E O SEU EFEITO NO RENDIMENTO DE GRÃOS E
HERBIVORIA DE *DIABROTICA SPECIOSA* EM FEIJOEIRO**

Potassium silicate and its effect on grain yield and herbivory of *Diabrotica speciosa* in common bean

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Agronomia do Curso de
Bacharelado em Agronomia da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Taciane Finatto, Prof.^a Dr.^a

Coorientador: Gilberto Santos Andrade, Prof.
Dr.

PATO BRANCO

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

BRUNA CARLIM DA GAMA

**SILICATO DE POTÁSSIO E O SEU EFEITO NO RENDIMENTO DE GRÃOS E
HERBIVORIA DE *DIABROTICA SPECIOSA* EM FEIJOEIRO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do
título de Bacharel em Agronomia do Curso de
Bacharelado em Agronomia da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná.

Data de aprovação: 26/maio/2023

Taciane Finatto
Doutorado em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Gilberto Santos Andrade
Doutorado em Entomologia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Matheus Hermann dos Santos
Mestrado em Agronomia
Programa de Pós Graduação em Agronomia - Universidade Tecnológica Federal do Paraná

PATO BRANCO
2023

Dedico este trabalho à minha família, ao meu
namorado e ao meu cachorro Barão. E, à Flora
e Bolinha, as quais irão sempre estar em
minha memória.

AGRADECIMENTOS

Estou certa de que estes parágrafos não serão suficientes para expressar a imensa gratidão a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Assim, desde já, peço minhas sinceras desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas que estejam certas de que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço a minha orientadora Prof.^a Dr.^a Taciane Finatto, pela sabedoria e tempo dedicado nesta trajetória. De mesma forma, estendo minha gratidão ao meu coorientador Prof. Dr. Gilberto Santos Andrade.

E, em especial, presto um profundo agradecimento aos meus pais, José e Jussara, e ao meu irmão, Gustavo Gabriel. Por todos os esforços prestados, apoio, amor, paciência e engenhosidade.

Agradeço de coração ao meu namorado Pedro Henrique.

As amigas que conquistei, por compartilharem tantos momentos importantes e por tornaram esta trajetória mais leve e divertida.

E, por fim, gratidão a toda a minha família por todo apoio dedicado a mim.

Especialmente aos meus avós maternos, Pedro e Marli.

Assim, agradeço a todos os que contribuíram para a realização desta pesquisa.

When you are young. . .
they assume. . .
you know nothing.
(SWIFT, 2020)

RESUMO

O feijão é a principal fonte de proteína da população brasileira, sendo este produzido principalmente pela agricultura familiar. A *Diabrotica speciosa* é uma praga secundária do feijoeiro, de difícil controle, e que pode causar danos à cultura. Métodos alternativos de controle, como o uso de silício, que pode promover a redução da incidência de doenças e pragas, com potencial para utilização. Este estudo tem como objetivo avaliar os danos da *D. speciosa* na fase vegetativa e componentes de rendimento de feijoeiro mediante a aplicação foliar de silício. Foi realizado experimento em vasos, com a finalidade de verificar os efeitos de diferentes doses de silicato de potássio nos componentes do rendimento da cultivar BRS Estilo, em delineamento de blocos ao acaso, utilizando-se de quatro tratamentos com diferentes doses de silicato de potássio, 0 mL, 20 mL, 30 mL e 40 mL do produto comercial, em 1 litro (L) de calda, com aplicação no início do florescimento, em R5. As plantas foram conduzidas até a maturação, em R9, onde foi realizada a colheita e o processo de avaliação dos componentes do rendimento: número de grãos por planta (NGP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de grãos por planta (MGP), massa de cem grãos (MCG). Adicionalmente, foi realizado um segundo experimento em estufa, com as plantas de feijão da cultivar BRS Estilo em estágio V3, nestas plantas foram realizadas aplicações de silicato de potássio (0 mL, 20 mL, 30 mL e 40 mL) e foram coletados insetos diretamente do campo para liberação nas plantas tratadas. No período de 48 horas após a liberação dos insetos adultos, foi realizada avaliação da taxa de herbivoria, com auxílio do programa ImageJ. Os dados foram submetidos a análise de variância (teste F). A aplicação de silicato de potássio não prejudicou a produtividade do feijoeiro, quando aplicado no florescimento nas concentrações utilizadas. A taxa de desfolha em V3 não apresentou diferença entre as diferentes doses de silicato de potássio aplicado 48 horas antes do contato com os adultos de *D. speciosa*.

Palavras-chave: *phaseolus vulgaris*; pragas; manejo.

ABSTRACT

Beans are the main source of protein for the Brazilian population, which is mainly produced by family farming. *Diabrotica speciosa* is a secondary the common bean pest that is difficult to control and can cause damage to the crop. Alternative control methods, such as the use of silicon, which can reduce the incidence of diseases and pests, has potential for use. This study aims to evaluate the damage caused by *D. speciosa* in the vegetative phase and the common bean yield components by silicon foliar application. An experiment was carried out in pots, to verifying the effects of different doses of potassium silicate on the yield components of the cultivar BRS Estilo, in a randomized block design, using four treatments with different doses of potassium silicate, 0 mL, 20 mL, 30 mL and 40 mL of the commercial product, in 1 L of solution, with application at the beginning of flowering, which occurs in R5. The plants were carried out until harvest, in R9, where the harvest and the evaluation process of the yield components were performed: the number of grains per plant (NGP), the number of pods per plant (NVP), the number of grains per pod (NGV), the mass of grains per plant (MGP), and the mass of one hundred grains (MCG). Additionally, a second experiment was carried out in a greenhouse, with bean plants of the cultivar BRS Estilo at the V3 stage, in these plants the potassium silicate was applied (0 mL, 20 mL, 30 mL and 40 mL) and insects from the field for to release on treated plants. Within 48 hours after the release of the adult insects, the herbivory rate was evaluated using the ImageJ program. Data were examined with analysis of variance (F test). The application of potassium silicate did not harm common bean productivity when applied at flowering at the concentrations used. The defoliation rate in V3 showed no difference between different doses of potassium silicate applied 48 hours before contact with adults of *D. speciosa*.

Keywords: *phaseolus vulgaris*; pests; management.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Disposição e localização dos vasos na estufa da UTFPR	21
Figura 2 – Semeadura da cultivar BRS Estilo em vasos	22
Figura 3 – Aplicação foliar de silicato de potássio em plantas da cultivar BRS Estilo	22
Figura 4 – Disposição dos copos sobre a bancada na estufa	24
Figura 5 – Disposição de copos com tecido de tule na bancada da estufa da UTFPR	25
Figura 6 – Escaneamento dos folíolos da cultivar de feijão BRS Estilo	25
Figura 7 – Herbivoria de <i>D. speciosa</i> na cultivar de feijão BRS Estilo, submetida a aplicação de 10 mL do produto comercial	26
Figura 8 – Taxa de herbivoria de <i>Diabrotica speciosa</i> em feijão nos quais foram aplicados quatro doses de silicato de potássio	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Quadrados médios da análise da variância, incluindo as fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e coeficiente de variação (CV), para as variáveis número de grãos por planta (NGP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de grãos por planta (MGP), massa de cem grãos (MCG), da cultivar de feijão BRS Estilo em resposta a aplicação de silicato de potássio	27
Tabela 2 – Médias de número de grãos por planta (NGP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de grãos por planta (MGP), massa de cem grãos (MCG) para a cultivar BRS Estilo, na qual foi aplicada quatro doses de silicato de potássio	27
Tabela 3 – Quadrados médios da análise da variância, incluindo as fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e coeficiente de variação (CV), para a variável taxa de sobrevivência, em percentual, de <i>Diabrotica speciosa</i> em resposta a aplicação de silicato de potássio na cultivar de feijão BRS Estilo	28
Tabela 4 – Médias de taxa de sobrevivência de <i>Diabrotica speciosa</i> em feijão nos quais foram aplicados quatro doses de silicato de potássio no estágio V3 da cultivar BRS Estilo	29
Tabela 5 – Quadrados médios da análise da variância, incluindo as fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e coeficiente de variação (CV), para a variável taxa de herbivoria de <i>Diabrotica speciosa</i> na cultivar de feijão BRS Estilo em resposta a aplicação de silicato de potássio	29
Tabela 6 – Médias de taxa de herbivoria de <i>Diabrotica speciosa</i> na cultivar de feijão BRS Estilo, nos quais foram aplicados quatro doses de silicato de potássio	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Siglas

Cfa	Clima Subtropical
cm	centímetros
CV	coeficiente de variação
DP	densidade populacional
FAOSTAT	Food and Agriculture Organization of the United Nations
g	gramas
ha	hectares
K ₂ O	óxido de potássio
Kg	quilograma
L	litro
MCG	massa de cem grãos
MGP	massa de grãos por planta
MIP	manejo integrado de pragas
mm	milímetro
NC	nível de controle
NDE	nível de dano econômico
NGP	número de grãos por planta
NGV	número de grãos por vagem
ns	não significativo
NVP	número de vagens por planta
p.c	produto comercial
PR	Paraná

R	reprodutivo
Si	silício
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná
V	vegetativo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	Objetivos	13
1.1.1	Objetivo Geral	13
1.1.2	Objetivos Específicos	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Aspectos gerais da cultura do feijoeiro	15
2.2	Fenologia do feijão	17
2.3	<i>Diabrotica speciosa</i> (Germar, 1824) (Coleoptera: <i>Chrysomelidae</i>)	18
2.4	Utilização do silício no manejo de pragas	19
2.5	Manejo Integrado de Pragas	20
3	MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1	Condução do experimento em ambiente protegido com aplicação de si- lício no estágio reprodutivo do feijoeiro sem liberação dos insetos adultos	21
3.2	Condução do experimento em ambiente protegido com aplicação de si- lício no estágio vegetativo do feijoeiro com liberação dos insetos adultos	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5	CONCLUSÕES	32
	REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris*) caracteriza-se por ser uma importante fonte de proteína da população brasileira. A produção desta cultura é realizada por diversos tipos de produtores, em diversas regiões do país, fazendo uso de diferentes níveis tecnológicos. Entre estes produtores, a agricultura familiar é apontada como a grande responsável pela produção de feijão no país, (SILVA; WANDER, 2013), a qual apresenta algumas limitações para o controle de pragas, em razão de custos excessivos ou por reduzida eficiência dos produtos químicos utilizados. Entre as pragas desfolhadoras, *Diabrotica speciosa* é uma das que mais prejudicam o feijoeiro, causando perfurações nas folhas e vagens de plantas. Dependendo do nível de infestação, as perfurações podem interferir na capacidade da planta em realizar fotossíntese, como pode resultar em perdas na produção (ÁVILA; BITENCOURT; SILVA, 2019).

O manejo da *D. speciosa* no feijoeiro, geralmente é realizado com pulverizações calendarizadas, e, muitas vezes sem uma população que justifique a aplicação de produtos para controle. Nesse sentido, o uso excessivo de inseticidas, resulta na redução dos organismos benéficos, tornando a lavoura cada vez mais dependente de produtos químicos. Dessa forma, uma alternativa de mitigação dessas problemas está em torno da adoção do manejo integrado de pragas (MIP), que pode resultar em uma produção mais eficiente, reduzindo os custos e o impacto ambiental dos produtos químicos, para garantir a sobrevivência dos inimigos naturais (QUINTELA, 2001).

Assim, com o intuito de expandir as possibilidades de controle da *D. speciosa* no manejo integrado de pragas, algumas alternativas vem sendo estudadas. Neste contexto, tem-se a possibilidade de realizar a aplicação do silício (Si) para controle da *D. speciosa* no feijoeiro. Apesar de o silício não ser considerado um elemento essencial para as plantas, os benefícios dele na agricultura proporcionam resistência das plantas à estresses bióticos, como pragas e doenças, e à estresses abióticos, como deficit hídrico (PEIXOTO *et al.*, 2011). Desta forma, a aplicação de silício via foliar é eficiente na redução dos danos de *D. speciosa* em feijoeiro?

Naiverth e Simonetti (2015), relatam que, os minerais podem influenciar no aumento ou diminuição da resistência ou tolerância à patógenos por parte das plantas, além disso, algumas pesquisas realizadas com o silício, mostram sua importância na ativação de vários genes que promovem a produção de enzimas relacionadas aos mecanismos de defesa da planta, portanto, além de auxiliar em diversos processos fisiológicos das plantas, o silício contribui para a resistência a várias doenças e pragas, devido ao aumento da lignificação das células vegetais. Assim, considerando o caráter polífago da *D. speciosa*, a preocupação com esse inseto em cultivos de feijoeiro tem sido cada vez maior, uma vez que, a constante disponibilidade de alimento aumenta as chances de sobrevivência das populações e reduz a eficiência dos métodos de manejo.

Em vista das limitações dos métodos de manejo existentes para *D. speciosa*, e com o objetivo de reduzir a utilização de produtos químicos, os quais o inseto pode desenvolver

resistência, tem-se a necessidade da adoção de táticas alternativas, que busquem a redução da desfolha, sobrevivência e do sucesso reprodutivo dos insetos (RUZICKI, 2015).

Taiz *et al.* (2017), classificam o silício como um nutriente muito importante na integridade estrutural, que é depositado em forma de sílica amorfa hidratada na parede celular das plantas, e pode contribuir para as propriedades mecânicas destas, incluindo a rigidez e elasticidade. Quando este nutriente é aplicado via foliar, não há translocação/redistribuição na planta, fato que exige a aplicação preventiva e, com uma boa cobertura e uniformidade do produto na superfície foliar (NAIVERTH; SIMONETTI, 2015).

Existem poucos relatos e estudos sobre o efeito da aplicação com diferentes doses de silicato de potássio via foliar, visando os danos de *Diabrotica speciosa* na fase vegetativa e reprodutiva de *Phaseolus vulgaris*, sendo que, a fase vegetativa do feijoeiro é um dos períodos mais sensíveis ao ataque da *D. speciosa*, além do enchimento de legumes, momento este que pode comprometer a produtividade.

Nesse sentido, os estudos com esse elemento tem se restringido a aplicação visando o controle de doenças no feijoeiro, como no estudo de Vedovatto (2017), que estudou o efeito de fontes de silício para o controle de *Colletotrichum lindemuthianum*. Ademais, foram observados alguns estudos sobre o efeito de outras fontes de silício e outras formas de aplicação, como no tratamento de sementes ou em aplicações no sulco de plantio. Diante disto, acredita-se que o estudo sobre os efeitos e a dosagem de silicato de potássio no feijoeiro, com aplicação via foliar, possa ser uma alternativa eficiente para o controle de *D. speciosa*, sendo mais uma ferramenta do manejo integrado de pragas.

Desta forma, este estudo visa contribuir para o manejo da *D. speciosa* no feijoeiro, uma vez que a aplicação de produtos a base de silício podem proporcionar maior espessura da parede celular da cultura, a qual irá dificultar a eficiência do aparelho mastigador do inseto, diminuindo a taxa de herbivoria. Assim, a utilização do silício para controle de pragas, visa contribuir como uma ferramenta para o manejo integrado de pragas, com o objetivo de minimizar os custos e o impacto ambiental dos produtos químicos, para garantir a sobrevivência dos inimigos naturais das pragas.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar os danos de *Diabrotica speciosa* na fase vegetativa e avaliar o efeito do silício nos componentes reprodutivos de *Phaseolus vulgaris*, submetidos à aplicação com diferentes doses de silicato de potássio via foliar.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o efeito da aplicação de diferentes doses de silício via foliar no estágio R5 do feijoeiro cultivar BRS Estilo nos componentes do rendimento em casa de vegetação.
- Avaliar o efeito de diferentes doses de silício aplicadas via foliar em plantas de feijão no estágio V3 na taxa de sobrevivência de insetos e de consumo por *D. speciosa*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais da cultura do feijoeiro

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.), é um alimento básico na dieta da população brasileira, sendo uma notável fonte proteica, além de ser um dos produtos agrícolas de maior importância socioeconômica, devido ao grande volume de mão-de-obra que emprega durante o ciclo da cultura, especialmente no momento de colheita, que em muitos locais ocorre de forma manual (CABRAL *et al.*, 2011). Sabe-se que, o feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é classificado botanicamente como sendo pertencente a ordem (*Rosales*), à família *Fabaceae*, pertencente ao gênero *Phaseolus*, sendo este composto por 55 espécies, das quais cinco são as mais cultivadas, *P. vulgaris* L., a mais utilizada comercialmente, *P. lunatus* L., *P. coccineus* L., *P. acutifolius* A. e *P. polyanthus* (FREITAS, 2006), (RAMÍREZ-CÁRDENAS; LEONEL; COSTA, 2008).

O feijão é uma planta anual herbácea com caule formado por uma sucessão de nós e entrenós, aonde se inserem os cotilédones, no primeiro nó, e as folhas primárias, no segundo nó, seguido do terceiro nó as folhas trifolioladas, podendo apresentar pilosidade e pigmentação (SILVA; COSTA, 2003). Possui ainda uma raiz primária, da qual lateralmente se desenvolvem as demais raízes, concentrada na base do caule.

A domesticação do feijão ocorreu em três centros principais, sendo possível identificar a(s) origem(s) das cultivares atuais através dos tipos de faseolina presente na cultura, sendo esta a principal proteína presente no feijão. As cultivares de grãos pequenos tiveram origem, principalmente, na região do México e possuem faseolina do tipo S. Já as cultivares de grãos maiores apresentam faseolina do tipo T e tem sua origem principal no sul dos Andes, região compreendida pelo norte da Argentina e sul do Peru. O terceiro centro de domesticação compreende a região da Colômbia, onde os feijões provenientes dessa região apresentam faseolina B, C e H, encontradas nas espécies selvagens regionais, bem com faseolinas S e T (EMYGDIO *et al.*, 2003).

Martínez-Martínez *et al.* (2018), destacam que, o consumo de feijão traz benefícios para a saúde, pois pode reduzir os níveis de colesterol, diabetes e o risco de câncer de próstata e de câncer mamário. Alguns estudos sugerem que dietas ricas em leguminosas, como o feijão, podem estar associadas à longevidade. A cultura do feijão, o grão de bico, as lentilhas e ervilhas, pertencem ao grupo dos “pulses”, os quais abrangem sementes secas de leguminosas consumidas. Segundo Brummer, Kaviani e Tosh (2015), este grupo destaca-se por ser extremamente nutritivo, por ser uma rica fonte de fibras alimentares solúveis e insolúveis, bem como de proteína vegetal de alta qualidade, especialmente no caso do feijão. Além disto, os “pulses” apresentam uma gama de nutrientes como o ferro, fósforo, magnésio, manganês, zinco, cobre, cálcio, carboidratos, vitaminas, minerais e fibras, além de antioxidantes, que podem proporcionar a redução do colesterol e da pressão arterial. Deste modo, com a constante preocupação

com a qualidade da alimentação, tem-se expandido o interesse pelas safras de leguminosas, e com isto, tem-se a necessidade de investir em tecnologias e técnicas de manejos para atingir o melhor potencial produtivo destas culturas (BRUMMER; KAVIANI; TOSH, 2015).

E, devido à grande variabilidade genética, o feijão-comum foi subdividido em grupos, sendo o grupo carioca, o grupo preto e o grupo de cores. Os feijões do grupo carioca são os mais produzidos no país, representando 63% do total, seguido pelos pertencentes ao grupo preto correspondendo a 18% da produção. A produção dos feijões carioca é uniformemente distribuída entre as três safras, já os feijões pretos possuem produção concentrada na primeira safra, com 67% e 24% na segunda safra (CONAB, 2015).

Assim, em relação à produtividade do feijoeiro, a cultura permite o cultivo de três safras anuais, sendo a primeira safra plantada nas Regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Bahia, Tocantins e Rondônia, e é cultivado entre os meses de agosto a novembro. A segunda safra ocorre nas Regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e em único período de plantio no Norte, onde é possível o consórcio com a cultura do milho, sendo que esta safra é realizada entre os meses de dezembro a abril. Já a terceira safra do feijoeiro é cultivada entre os meses de abril a julho, no Centro-Sul do Brasil (SILVA; WANDER, 2013). E, segundo dados de 2019 da Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAOSTAT), o Myanmar é o maior produtor mundial do feijoeiro, com produtividades de 5,8 milhões de toneladas, seguido da Índia com 5,3 milhões de toneladas, em seguida tem-se o Brasil com uma produtividade de 2,9 milhões de toneladas e a China com 1,3 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2019).

Desta forma, mesmo com a possibilidade de produção em todos os estados, com diferentes condições climáticas e ambientais, e, em várias épocas do ano, o feijão apresenta uma oscilação de mercado, devido à falta de produto em uma safra com disparadas de preços, seguido de uma alta oferta na safra seguinte. Além da questão mercadológica, o feijão apresenta fragilidades, não resiste bem a seca e ao excesso de chuvas e, ainda é considerado sensível a diversas doenças e pragas (CABRAL *et al.*, 2011), sendo estas, responsáveis por perdas consideráveis na cultura do feijão. Destaca-se como os principais insetos-praga, a mosca-branca (*Bemisia tabaci* Gennadius Middle East-Asia Minor) (Hemiptera: *Aleyrodidae*), a vaquinha ou patriota *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: *Chrysomelidae*), as cigarrinhas (Hemiptera: *Auchenorrhyncha*) e percevejos (Hemiptera: *Heteroptera*) (SANTOS, 2020).

Sabendo que, nos últimos anos, os produtores de feijão encontraram dificuldades no manejo, devido ao excesso de chuvas e problemas com patógenos. Arelado a isto, os sistemas de produção agrícola demonstram uma constante preocupação em gerar tecnologias que permitam o uso responsável dos recursos naturais e dos insumos para produção de alimentos, existe um grande interesse em estudos de alternativas que visam à redução na aplicação de agroquímicos e insumos nas áreas de produção agrícola (JASTROMBEK, 2016).

2.2 Fenologia do feijão

Para fins de estudo sobre aplicação de produtos em diferentes estádios fenológicos na cultura do feijoeiro, é importante compreender cada uma destas etapas.

A escala fenológica proposta por Fernández, Gepts e López (1986) é a mais utilizada, sendo o ciclo dividido em 10 estádios, denominados por uma letra e um número, sendo vegetativo (V) e reprodutivo (R), ademais, a numeração indica a ordem de ocorrência.

Estádio V0: Inicia-se o processo com a emissão da radícula, depois ocorre o alongamento do hipocótilo até o surgimento dos cotilédones na superfície do solo. Os autores destacam que uma boa semeadura é essencial nesta etapa, sendo que a profundidade de deposição das sementes deve ser de 3 a 5 cm, além disto, temperaturas do solo próximas a 25 Grau Celsius favorecem a taxa de germinação, já as abaixo de 12 Grau Celsius reduzem-na.

Estádio V1: Surgimento dos cotilédones ao nível do solo, estágio em que ocorre o desdobramento da “alça” do hipocótilo seguido do alongamento do epicótilo até a expansão das folhas primárias.

Estádio V2: Expansão completa das folhas primárias, sendo que neste momento a velocidade da abertura e o tamanho das folhas são importantes para o bom desenvolvimento da cultura. A semeadura muito profunda, utilização de sementes com pouco vigor, ocorrência de ataque de doenças e pragas podem resultar em folhas pequenas e mal formadas.

Estádio V3: Primeira folha trifoliolada em posição horizontal e desdobrada, momento em que os cotilédones caem, e a planta irá depender diretamente dos nutrientes presentes no solo. A planta neste estágio é muito sensível à aplicação de produtos com potencial fitotóxico.

Estádio V4: Neste estágio o terceiro trifólio é totalmente expandido e a planta acelera a emissão de folhas e do crescimento vegetativo. Nesta fase o deficit hídrico pode reduzir a área foliar e consequentemente a produtividade, porém o feijoeiro é também sensível ao excesso hídrico, sendo necessário se atentar a um fornecimento adequado em caso de irrigação.

Estádio R5: Surgimento dos primeiros botões florais, sendo uma das fases mais críticas ao deficit hídrico, e de temperatura, a qual irá influenciar no número de flores e no sucesso de fertilização.

Estádio R6: Abertura das flores.

Estádio R7: Aparecimento das primeiras vagens.

Estádio R8: Início do enchimento da primeira vagem, a partir deste estágio, a redução da área foliar, resulta em prejuízos no enchimento de vagens. Ao final desta etapa, as sementes perdem a cor verde e começam a mostrar as características da cultivar, além de um início do desfolhamento.

Estádio R9: Ocorre a maturação fisiológica, com mudança na coloração das vagens, passando de verde para amarelada ou pigmentada, e, o processo de senescência natural é acelerado.

2.3 *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae)

A *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: Chrysomelidae), inseto nativo da América do Sul, é uma praga polífaga que danifica várias culturas alimentares, incluindo o milho (*Zea mays* L.) (Cyperales: Poaceae), a soja (*Glycine max* (L.) Merr.) (Fabales: Fabaceae), o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) (Fabales: Fabaceae), o amendoim (*Arachis hypogaea* L.) (Fabales: Fabaceae) e a batata (*Solanum tuberosum* L.) (Solanales: Solanaceae) (COSTA *et al.*, 2018). A *D. speciosa* é um dos insetos que mais causam danos à cultura do feijoeiro, ocasionando perfurações nas folhas e vagens, as quais dependendo do nível de infestação, podem interferir na eficiência fotossintética da planta, levando à perdas consideráveis na produção (ÁVILA; BITENCOURT; SILVA, 2019).

Segundo Costa *et al.* (2018), adultos de *Diabrotica speciosa* habitam a parte aérea de suas plantas hospedeiras, enquanto suas larvas habitam as raízes dos hospedeiros no solo. Os adultos de *D. speciosa* possuem uma coloração esverdeada, com três manchas amarelas em cada élitro, possuem a cabeça marrom-avermelhada e um comprimento do corpo entre 5 a 6 mm. Esses insetos põem aproximadamente 30 ovos nas partes subterrâneas das plantas, e o desenvolvimento de larvas e pupas ocorre no subsolo. O tempo total de desenvolvimento até a maturidade da *D. speciosa* é de aproximadamente 30 dias e a espécie pode possuir até seis gerações por ano no Brasil (COSTA *et al.*, 2018).

Este inseto é popularmente conhecido como larva alfinete na fase larval e vaquinha, vaquinha-verde, brasileirinha ou patriota na fase adulta, onde neste período, este inseto alimenta-se de folhas, flores e frutos, podendo causar danos severos e que comprometem a produtividade, quando atacam as plantas logo após a germinação, e quando consomem os cotilédones e as folhas mais jovens (ROLDO, 2015).

Deste modo, sabe-se que, os insetos de *D. speciosa* possuem um ciclo de vida de 24 a 50 dias, e após a postura dos ovos, ocorre a fase de eclosão das larvas, as quais levam de 14-26 dias para passar aos estágios de pré-pupa e pupa, com duração de 5-7 dias até a eclosão dos adultos (SANTOS, 2020). Ademais, a fase larval apresenta três instares, e atinge 10 mm de comprimento, possui uma coloração esbranquiçada, a cabeça marrom e uma placa quitinizada escura no último segmento abdominal. Nesse sentido, a temperatura e o tipo de alimento nas fases larval e adulta, são fatores que afetam a longevidade, fecundidade e o desenvolvimento do inseto (ÁVILA; BITENCOURT; SILVA, 2019).

Além disto, Quintela (2001), destaca que uma população elevada de insetos causando desfolha na cultura do feijoeiro pode diminuir a produção de 11 a 100%, variando entre cultivares. E, segundo Schmildt *et al.* (2010), isto ocorre pois a produção está ligada com a capacidade fotossintética da planta, e, deste modo, plantas afetadas com a desfolha severa, podem ter sua produção final reduzida, devido a diminuição no número final de vagens e no número de grãos.

2.4 Utilização do silício no manejo de pragas

Taiz *et al.* (2017), classificam o silício como um nutriente importante na integridade estrutural das plantas, sendo depositado em forma de sílica amorfa hidratada nas paredes celulares, contribuindo para as propriedades mecânicas destas, incluindo a rigidez e elasticidade. Apesar de o silício não ser considerado um elemento essencial para as plantas, a aplicação exógena vem proporcionando um incremento no rendimento de algumas espécies cultivadas, além de promover vários processos fisiológicos que resultam em uma tolerância à estresses bióticos, como em ataque de insetos herbívoros e durante a penetração de hifas dos fungos nos tecidos vegetais, além de propiciarem uma resistência à estresses abióticos, como o déficit hídrico (PEIXOTO *et al.*, 2011), proporcionando muitas vantagens ao desenvolvimento das plantas, devido ainda à melhoria na capacidade fotossintética e fisiológica (CAMARGO *et al.*, 2010).

Peixoto *et al.* (2011), destacam que, a proteção conferida às plantas pelo silício (Si), pode ser resultado de um acúmulo e polimerização de silicatos, a sílica amorfa, nas células epidérmicas, as quais podem promover uma barreira mecânica, denominada de dupla camada silício-cutícula, que, através da diminuição do processo de transpiração, faz com que a exigência de água pelas plantas seja significativamente menor, deste modo, a silificação da epiderme dificulta a penetração de estiletes e a mastigação pelos insetos, por conta do endurecimento da parede das células vegetais, o qual prejudica a alimentação do patógeno.

Além disso, Fernandes *et al.* (2010), destacam que, o transporte do silício ocorre através do xilema, sendo que a sua distribuição na planta, é dependente do processo de transpiração dos órgãos envolvidos, assim como acontece em folhas de arroz, tem-se a formação de uma camada dupla de sílica abaixo das cutículas nas células epidérmicas. Além da adubação silicatada interferir de forma positiva em características de resistência das plantas de feijão frente ao ataque de *Diabrotica speciosa* (ALCÂNTARA, 2021), o uso de silicato de cálcio e magnésio na adubação de base pode ser um importante aliado em programas de Manejo Integrado de Pragas (MIP) em feijoeiro comum, por exemplo, contra insetos desfolhadores como a *Diabrotica speciosa*.

O silício, quando aplicado em plantas de feijão, induz a não preferência para oviposição, além de afetar o desenvolvimento de ninfas de *Bemisia tabaci* biótipo B, através da resistência induzida, que consiste no aumento do nível de resistência da planta por meio da utilização de agentes externos, os indutores, como o silício, sem a promoção de alterações no genoma da planta (PEIXOTO, 2010).

Além disto, segundo Feng (2004), apesar de o silício não ser um elemento essencial para as plantas, ele tem apresentado potencial ao resultar um aumento da resistência das plantas a pragas e doenças, tendo influencia também em fatores abióticos como o estresse salino, toxicidade a metais, estiagem, danos devido à radiação solar, altas temperaturas e geadas, sendo todos estes efeitos benéficos atribuídos pela acumulação de sílica nos tecidos das plantas.

2.5 Manejo Integrado de Pragas

A crescente expansão de área plantada com feijoeiro, assim como o cultivo sucessivo, e intensivo, associado muitas vezes com o uso constante de inseticidas sem a rotação de grupos químicos, resultou em um favorecimento da sobrevivências de pragas nas culturas. Em soma, por conta de um uso frequente de inseticidas, houve um incremento monetário nos custos de produção, e associado a resistência de pragas, há uma menor eficiência de controle (QUINTELA, 2001).

Segundo Zanetti (2018), no Manejo Integrado de Pragas (MIP), é importante que se realize uma avaliação do local, observando a planta, a praga, os inimigos naturais e o clima. Além disso, para um eficiente monitoramento de pragas, deve-se realizar um levantamento da infestação, para assim definir o nível populacional, que auxiliará na tomada de decisão. Assim, o MIP trata-se de uma ferramenta que auxilia os agricultores em sua tomada de decisão para o controle de pragas na cultura, e, para o feijoeiro, leva-se em consideração a identificação das pragas causadoras de danos, e a capacidade da planta de se recuperar de danos causados. Nesse sentido, o nível de controle (NC), refere-se ao número máximo de insetos que a planta suporta antes de resultar em danos econômicos (QUINTELA, 2001); (MARSARO JUNIOR, 2013).

Além disto, a tomada de decisão, além de levar em conta o nível populacional, irá considerar também os aspectos econômicos da cultura, através do nível de dano econômico (NDE). Deste modo, a partir desta avaliação, a praga será controlada se: a densidade populacional (DP) da praga for igual ou maior que o nível de controle (NC), se a DP dos inimigos naturais for menor que o nível de não-ação, se a planta estiver no estágio suscetível à praga, e, se as condições climáticas estiverem favoráveis à praga (ZANETTI, 2018).

Apesar dessas informações a respeito do controle de pragas, geralmente realizam-se pulverizações calendarizadas ou com a simples constatação da presença do inseto, abaixo do nível de controle recomendado, ou sem que a população justifique a aplicação de produtos para controle. O uso constante e sem necessidade de inseticidas, causa redução das populações de organismos benéficos, tornando a lavoura cada vez mais dependente de produtos químicos. Dessa forma, os insetos pragas vem desenvolvendo resistência aos inseticidas, dificultando o controle, mesmo com o aumento da dosagem do inseticida, ou realizar misturas, com produtos que podem ser mais tóxicos (QUINTELA, 2001); (MARSARO JUNIOR, 2013).

Desta forma, o Manejo Integrado de Pragas (MIP), possui como objetivo a produção mais eficiente de feijoeiro, minimizando os custos, diminuindo o impacto ambiental dos produtos químicos e garantindo a sobrevivência dos inimigos naturais das pragas. A estratégia do MIP se resume no “uso de medidas de controle de redução dos danos da praga para níveis toleráveis, através da combinação de várias técnicas, incluindo o controle biológico natural (predadores, parasitoides e patógenos), plantas resistentes, controle cultural e físico e, quando necessário e apropriado, o uso de produtos químicos” (QUINTELA, 2001).

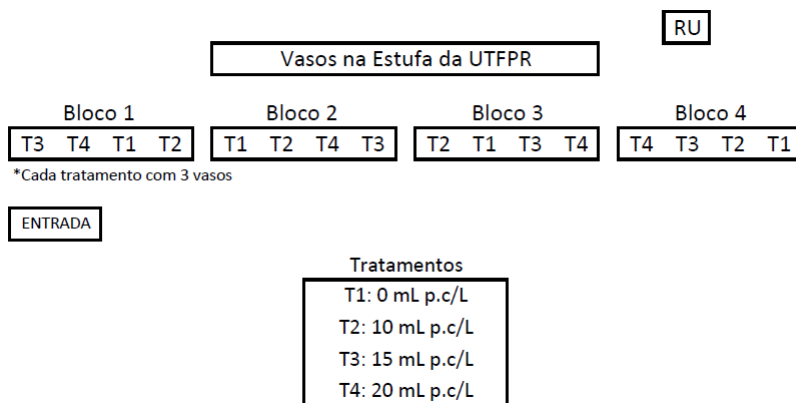
3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Condução do experimento em ambiente protegido com aplicação de silício no estádio reprodutivo do feijoeiro sem liberação dos insetos adultos

Este trabalho foi realizado em estufa, na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), a qual está localizada no município de Pato Branco - Paraná (PR), situada a 26° 10' 27" de latitude Sul e 52° 41' 10" de longitude, em uma altitude de 720 m. O clima predominante, segundo a classificação de Koppen é o Clima Subtropical (Cfa) (CLIMATE, 2021).

O experimento foi conduzido a partir do delineamento blocos ao acaso (DBA), com quatro tratamentos, constituídos pelas dosagens de silicato de potássio, sendo que em 1 litro de calda tem-se T1 (0 mL produto comercial (p.c)), T2, (10 mL do produto comercial), T3 (15 mL do produto comercial), e T4 (20 mL do produto comercial). Cada tratamento possui 3 repetições, sendo o experimento composto por quatro blocos, os quais totalizaram doze vasos por bloco, sendo assim 48 vasos ao total, como nota-se na Figura 1. Foi utilizado como produto comercial o silicato de potássio da Fertilizer Agrosiences, o qual possui em sua composição 12% de silício e 12% de potássio, com recomendação de 1 a 2 litros por hectares (ha) em uma calda de 100 litros.

Figura 1 – Disposição e localização dos vasos na estufa da UTFPR



Fonte: Autoria própria (2023).

Foram plantados no dia primeiro de março de 2022, quatro sementes da cultivar BRS Estilo, material suscetível ao ataque da *Diabrotica speciosa*. O plantio foi realizado em vasos com capacidade de 2 litros, constituídos de 1 quilograma (Kg) de solo seco, 600 gramas (g) de substrato vegetal e 30 g de cama de aviário, como nota-se na Figura 2. O solo utilizado para o plantio foi coletado em área de lavoura na Área Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Pato Branco (26°41'17" Sul e 52°41'17" Oeste). Realizou-se a irrigação com um regador manual de jardinagem, dia sim e dia não. Além disto, após a germinação, que ocorreu no dia cinco de março de 2022, foram retiradas manualmente de cada vaso as plântulas que excederam a quantidade de duas plantas por vaso.

Figura 2 – Semeadura da cultivar BRS Estilo em vasos



Fonte: Autoria própria (2022).

No dia vinte e cinco de abril de 2022, durante o período de floração, em R5, com 50% das flores abertas, realizou-se a aplicação do silicato de potássio, como nota-se na Figura 3. Para aplicação do produto, utilizou-se uma bomba tipo costal com capacidade para 2 litros de calda. E, com o objetivo de facilitar a aplicação e evitar deriva nas plantas dos diferentes tratamentos, todas as repetições de cada tratamento foram agrupadas de forma linear em uma distância de 5 metros, onde com uma pressão constante na bomba, realizou-se a aplicação em uma velocidade de 1 segundo por metro, com a dose determinada para cada um dos tratamentos.

Figura 3 – Aplicação foliar de silicato de potássio em plantas da cultivar BRS Estilo



Fonte: Autoria própria (2022).

As plantas foram conduzidas até a fase de maturação, aproximadamente em R9, onde iniciou-se o processo de avaliação dos componentes de rendimento. No dia dez de junho de 2022 realizaram-se as avaliações de número de grãos por planta (NGP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de grãos por planta (MGP), e massa de cem grãos (MCG). Sendo que, antes disto, foi necessário depositar os grãos, os quais foram armazenados individualmente em embalagens de papel tipo Kraft, em estufa para secagem, a mesma foi mantida em uma temperatura de 60 graus Celsius, sendo necessários cinco dias

para adquirir massa constante e proceder a avaliação da massa de grãos por planta e massa de cem grãos.

Os dados foram analisados, visando atender os pressupostos da análise de variância, sendo realizada a análise de variância (teste F), e posteriormente a análise de comparação de médias, através do teste de Tukey, utilizando o software de análise estatística experimental Genes (CRUZ, 1998).

Além disto, durante este período, iniciou-se a criação dos insetos em laboratório, sendo coletados à campo insetos adultos de *D. speciosa*, através de uma batida de pano. Posteriormente, estes insetos foram alojados em gaiolas com formato retangular (45 x 35 x 35 cm), com armação de madeira, revestida em todas as laterais com tela de náilon de malha de aproximadamente 1 milímetro (mm) de abertura, com uma abertura para coleta destes insetos.

Ademais, disponibilizou-se folíolos para alimentação destes insetos, além da deposição, dentro das gaiolas, de placas de Petri com 9 centímetros (cm) de diâmetro e 1 cm de altura, para obtenção das posturas, contendo uma esponja fina umedecida ao fundo, e, sobre esta, uma gaze de coloração preta, conforme metodologia de Milanez (1995). A tentativa de alimentação das larvas foi com radículas de plântulas de milho, germinadas em vermiculita fina esterilizada umedecida com água. Porém, por não haver a disponibilidade de ambiente controlado e uma vez que as condições de temperatura não contribuíram positivamente, não obteve-se sucesso na criação destes insetos. E, deste modo, optou-se por coletar os insetos diretamente do campo, alojando-os em gaiolas para uma adaptação, para em seguida realizar a deposição nas plantas avaliadas.

Seffrin *et al.* (2008a) e Seffrin *et al.* (2008b), em seus trabalhos sobre a Atividade inseticida de meliáceas sobre *Diabrotica speciosa* (Coleoptera: *Chrysomelidae*) e Comportamento alimentar de adultos de *Diabrotica speciosa* na presença de extratos aquosos de *Meliaceae*, também utilizaram insetos diretamente do campo, para a realização dos experimentos. Assim como, Rezende, Rossetto e Miranda (1980), os quais avaliaram o Comportamento de populações paternas e F1 de soja em relação a *Colaspis sp.* e *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824), também coletaram insetos diretamente do campo para suas avaliações.

Além de Assis *et al.* (2011), em seu estudo sobre os Efeitos da terra diatomácea sobre *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: *Chrysomelidae*) em batata inglesa, os quais também coletaram os insetos diretamente do campo para a realização do experimento. Deste modo, entende-se que esta prática de coleta de insetos diretamente do campo, se dá para que obtenha-se a condição de criação o mais semelhante com o campo possível, obtendo-se por exemplo, a taxa de sobrevivência natural dos insetos e, a eficiência na herbivoria.

3.2 Condução do experimento em ambiente protegido com aplicação de silício no estágio vegetativo do feijoeiro com liberação dos insetos adultos

No dia dez de novembro de 2022, plantou-se na estufa da universidade, sobre bancadas e em copos de plástico com capacidade de 500 mL, duas sementes de feijão da cultivar BRS Estilo, deixando uma planta por copo. A semeadura foi realizada com 250 g de solo e 150 g de substrato vegetal. Estas plantas foram submetidas à aplicação via foliar com quatro diferentes doses de silicato de potássio, 25 dias após o plantio, aproximadamente em V3, com o primeiro trifólio expandido. A temperatura durante este período, atingiu máximas de 56,3 Grau Celsius e mínimas de 19,3 Grau Celsius.

As plantas foram conduzidas através do delineamento blocos ao acaso (DBA), com quatro blocos e quatro tratamentos, sendo estes tratamentos aplicados com o auxílio de um borrifador manual. Os tratamentos foram constituídos pelas seguintes doses, para 1 litro de calda, T1 (0 mL do produto comercial), T2, (10 mL do produto comercial), T3 (15 mL do produto comercial), e T4 (20 mL do produto comercial), como nota-se na Figura 4. E, para atender a capacidade do borrifador manual, preparou-se uma calda de 300 mL, com T1 (0 mL de produto comercial), T2 (3 mL de produto comercial), T3 (4,5 mL de produto comercial), e T4 (6 mL de produto comercial), sendo cinco copos por tratamento, totalizando oitenta copos,

Figura 4 – Disposição dos copos sobre a bancada na estufa

Copos sobre bancada na estufa			
Bloco 1	Bloco 2	Bloco 3	Bloco 4
T1	T4	T3	T2
T2	T3	T1	T4
T3	T2	T4	T1
T4	T1	T2	T3

*Cada tratamento com 5 copos

Tratamentos
T1: 0 mL p.c/L
T2: 10 mL p.c/L
T3: 15 mL p.c/L
T4: 20 mL p.c/L

*p.c: produto comercial

Fonte: Autoria própria (2023).

O produto foi aplicado, no dia três de dezembro de 2022, com o auxílio de um borrifador manual em uma calda de 300 mL, seguindo cada um dos tratamentos. Além disto, neste mesmo dia, coletou-se com o auxílio de um pano de batida, insetos adultos de *D. speciosa*, em lavouras de feijoeiro na Área Experimental da Universidade, sendo estes insetos armazenados em uma gaiola, permanecendo 48 horas sem alimentação, para adaptação no novo ambiente.

Cada copo foi recoberto com um tecido de tule com aproximadamente 1 mm de abertura, e utilizou-se ainda palitos de madeira, com medida de 18 cm de comprimento e 3 mm de espessura e, liga elástica de látex. Com esses materiais, o volume total de cada copo foi isolado,

não permitindo a saída e nem entrada de insetos, Figura 5. Foram depositados quatro insetos por planta, no dia cinco de dezembro de 2022, os quais permaneceram se alimentando por 48 horas.

Figura 5 – Disposição de copos com tecido de tule na bancada da estufa da UTFPR



Fonte: Autoria própria (2022).

Deste modo, no dia sete de dezembro de 2022, foi avaliada a taxa de sobrevivência dos insetos, sendo contados manualmente cada um dos insetos de cada planta. Além disto, neste mesmo dia, foram coletadas e identificadas em pacotes de papel tipo kraft, todos os folíolos das plantas de cada tratamento, para avaliação da taxa de herbivoria. Para esta avaliação, utilizou-se uma impressora modelo HP Laser, através da qual realizou-se o escaneamento de cada folíolo de cada planta, como nota-se na Figura 6.

Figura 6 – Escaneamento dos folíolos da cultivar de feijão BRS Estilo



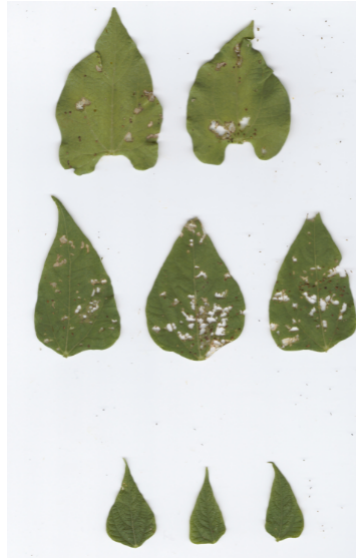
Fonte: Autoria própria (2022).

A partir disto, com o auxílio do software para processamento e análise de imagens, ImageJ (SCHNEIDER; RASBAND; ELICEIRI, 2012), foi possível mensurar a área total e a área consumida para cada folíolo. Sendo utilizada como escala uma régua de 30 cm, a qual foi escaneada juntamente com os folíolos. No software ImageJ, o cálculo da área de cada folíolo, assim como da área consumida destes, foi realizado através da contagem de pixels das regiões selecionadas.

Sendo definida, através da equação $((\text{Área consumida} / \text{Área total}) * 100)$, a taxa de herbivoria para cada tratamento, como nota-se na Figura 7, referente a um exemplo da

herbivoria de *D. speciosa*, no feijão submetida a aplicação de 10 mL do produto comercial. Estes dados foram exportados para planilhas.

Figura 7 – Herbivoria de *D. speciosa* na cultivar de feijão BRS Estilo, submetida a aplicação de 10 mL do produto comercial



Fonte: Autoria própria (2023).

Os dados foram analisados, visando atender os pressupostos da análise de variância, sendo realizada a análise de variância (teste F), utilizando o software de análise estatística experimental Genes (CRUZ, 1998).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento, visando identificar possíveis efeitos negativos do silicato de potássio aplicado no florescimento do feijoeiro, não foram observados efeitos significativos para os componentes de rendimento: número de grãos por planta (NGP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de grãos por planta (MGP) e massa de cem grãos (MCG). Como nota-se na Tabela 1, na análise de variância (teste F), portanto a produtividade do feijoeiro não foi influenciada pelas diferentes doses de silicato de potássio.

Tabela 1 – Quadrados médios da análise da variância, incluindo as fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e coeficiente de variação (CV), para as variáveis número de grãos por planta (NGP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de grãos por planta (MGP), massa de cem grãos (MCG), da cultivar de feijão BRS Estilo em resposta a aplicação de silicato de potássio

FV	GL	NGP	NVP	NGV	MGP	MCG
Blocos	3	0.010	1.455	0.192	1.875	2.400
tratamentos	3	0.002 ns	0.200 ns	0.142 ns	0.400 ns	1.239 ns
Resíduo	9	0.003	0.620	0.085	1.211	1.846
Média geral		31.775	8.157	3.891	7.430	23.391
CV (%)		11.402	9.653	7.471	14.820	5.808

ns = não significativo (ns)

Fonte: Autoria própria (2023).

Na Tabela 2 estão apresentados os valores médios para os tratamentos em cada componente do rendimento. E, foram encontrados resultados semelhantes ao deste estudo, em trabalhos de Pereira Júnior *et al.* (2010), os quais estudaram o efeito de doses de silício sobre a produtividade e características agrônomicas da soja, sendo que, os autores concluíram que as doses de silicato de potássio não proporcionaram mudanças significativas na produtividade de grãos, peso de mil sementes, número de sementes por legume e número de legumes por planta.

Tabela 2 – Médias de número de grãos por planta (NGP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de grãos por planta (MGP), massa de cem grãos (MCG) para a cultivar BRS Estilo, na qual foi aplicada quatro doses de silicato de potássio

Tratamento	NGP	NVP	NGV	MGP	MCG
0 mL p.c	32,29	8,17	3,98	7,58	23,52
10 mL p.c	32,00	8,46	3,80	7,62	23,80
15 mL p.c	33,48	8,07	4,13	7,55	22,58
20 mL p.c	29,34	7,93	3,70	6,95	23,68

*Não foram observadas diferenças entre as médias pelo teste F

Fonte: Autoria própria (2023).

No estudo de Teixeira *et al.* (2008), sobre fontes de silício em cultivares de feijão nas safras das águas e da seca, ao avaliar o efeito da aplicação de silício na incidência e severidade de doenças, no teor foliar de silício e nas características agrônomicas de genótipos de

feijoeiro comum, encontram-se resultados de que o rendimento de grãos e seus componentes (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso de cem grãos), não foram influenciados pela adubação silicatada.

No presente estudo, ao avaliar os componentes de rendimento da cultura do feijão, após a aplicação de silicato de potássio no período de floração, o objetivo foi verificar se haveriam efeitos negativos, causados por exemplo, por abortamento de flores, e consequentemente redução de produtividade, por redução do número de vagens por planta e grãos por vagem. Porém, não houve diferença significativa entre estas variáveis.

E, Toledo, Pires e Nogueira (2021), em seu estudo sobre a influência da aplicação de silício nas características agrônômicas do feijão preto, observam-se resultados diferentes, constatando que a aplicação de silício a 400 kg ha⁻¹, resultou em maior peso de 100 grãos, número de vagens por planta, biomassa e produtividade, concluindo ainda que a adubação com silício no cultivo do feijão preto, contribui para a melhoria das características agrônômicas e produtividade do cultivo.

No segundo experimento realizado, foi avaliada a taxa de sobrevivência dos insetos quando aplicadas diferentes doses de silicato de potássio de via foliar na fase vegetativa do feijoeiro (V3). Não houve diferença significativa entre as taxas de sobrevivência dos insetos em feijoeiro com diferentes doses de silicato de potássio, como nota-se na Tabela 3.

Tabela 3 – Quadrados médios da análise da variância, incluindo as fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e coeficiente de variação (CV), para a variável taxa de sobrevivência, em percentual, de *Diabrotica speciosa* em resposta a aplicação de silicato de potássio na cultivar de feijão BRS Estilo

FV	GL	Sobrevivência (%)
Blocos	3	70,8333
Tratamentos	3	62,50 ns
Resíduo	9	41,6667
Média geral	93,75	
CV (%)	6,89	

ns = não significativo

Fonte: Autoria própria (2023).

Assim, como apresentado na Tabela 4, os percentuais para taxa de sobrevivência média de insetos permaneceu em 93.75%, portanto, as doses de silicato de potássio utilizadas, 0 mL do produto comercial, 10 mL do produto comercial, 15 mL do produto comercial e 20 mL do produto comercial, não permitiram controlar o inseto alvo *D. speciosa*.

Considerando a taxa de herbivoria de *D. speciosa* em feijoeiro apresentada na Tabela 5, observa-se que não houve diferença significativa entre as diferentes doses de silicato de potássio.

Na literatura científica, são encontrados poucos relatos e estudos sobre o efeito da aplicação com diferentes doses de silicato de potássio via foliar, visando os danos de *D. speciosa*

Tabela 4 – Médias de taxa de sobrevivência de *Diabrotica speciosa* em feijão nos quais foram aplicados quatro doses de silicato de potássio no estágio V3 da cultivar BRS Estilo

Tratamento	Sobrevivência (%)
0 mL p.c	88,75
10 mL p.c	96,25
15 mL p.c	97,50
20 mL p.c	92,50

*Médias não diferem entre si pelo teste F

Fonte: Autoria própria (2023).

Tabela 5 – Quadrados médios da análise da variância, incluindo as fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e coeficiente de variação (CV), para a variável taxa de herbivoria de *Diabrotica speciosa* na cultivar de feijão BRS Estilo em resposta a aplicação de silicato de potássio

FV	GL	Herbivoria (%)
Blocos	3	4,077392
Tratamentos	3	4,071875 ns
Resíduo	9	1,894367
Média geral	3,2625	
CV (%)	42,187278	

ns = não significativo

Fonte: Autoria própria (2023).

na fase vegetativa e reprodutiva de *Phaseolus vulgaris*, sendo que, a fase vegetativa do feijoeiro é um dos períodos mais sensíveis ao ataque do inseto.

Peixoto *et al.* (2011), em seu estudo sobre o efeito do silício na preferência para oviposição de *Bemisia tabaci* em plantas de feijão, encontrou resultados semelhantes, avaliando a redução de oviposição e número de ninfas, sendo que não houve resposta entre cultivares de feijoeiro à aplicação de silício. No caso de *B. tabaci*, o silício aplicado em plantas de feijão induz a não preferência para oviposição e afeta o desenvolvimento de ninfas de *B. tabaci* biótipo B, em teste com chance de escolha. Em teste sem chance de escolha, o silício não afetou a oviposição e o desenvolvimento de ninfas de *B. tabaci* biótipo B em plantas de feijão. Além disso, os autores ressaltam que a ausência de resposta do silício para o teor de fenóis pode estar relacionada ao intervalo e/ou número de aplicações do indutor que, podendo ser necessária mais de uma aplicação para a síntese e acúmulo de substâncias que conferem resistência às plantas.

Deste modo, como apresentado na Tabela 6, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Porém, é válido destacar que no tratamento com 20 mL do produto comercial, obteve-se a menor taxa de herbivoria, com um percentual de 2.29%, sendo que no tratamento com 0 mL do produto comercial, obteve-se um percentual de taxa de herbivoria de 4.67%, havendo uma diferença em percentual de 2,38% da taxa de herbivoria de *D. speciosa* no feijoeiro, como observa-se na Figura 8.

Além disto, ao observar o coeficiente de variação (CV), para a taxa de herbivoria, apresentado na Tabela 5, nota-se um percentual elevado, de aproximadamente 42,19%. Valores de coeficiente de variação semelhantes a este, foram encontrados Furiatti (2009), em seu trabalho

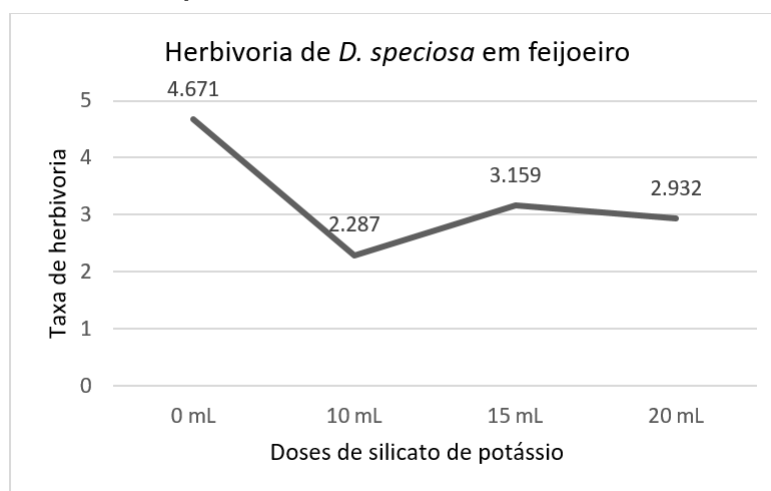
Tabela 6 – Médias de taxa de herbivoria de *Diabrotica speciosa* na cultivar de feijão BRS Estilo, nos quais foram aplicados quatro doses de silicato de potássio

Tratamento	Herbivoria (%)
0 mL p.c	4,67
10 mL p.c	2,29
15 mL p.c	3,16
20 mL p.c	2,93

*Médias não diferem entre si pelo teste F

Fonte: Autoria própria (2023).

Figura 8 – Taxa de herbivoria de *Diabrotica speciosa* em feijão nos quais foram aplicados quatro doses de silicato de potássio



Fonte: Autoria própria (2023).

sobre o efeito de genótipos de batata sobre *D. speciosa* em condições de campo, onde a taxa de herbivoria atingiu um CV de até 41,21%. E, este coeficiente de variação elevado, se dá por conta da variabilidade dos valores entorno da média, o que destaca a diferença dos percentuais de herbivoria, entre, por exemplo, o tratamento com 0 mL p.c e o tratamento com 10 mL p.c. Portanto, como sugestão, em estudos futuros, poderia ser aumentado o número de plantas avaliadas em cada tratamento.

Destaca-se ainda que, Moraes, Ferreira e Costa (2009), em estudos sobre indutores de resistência à mosca-branca *Bemisia tabaci* Biótipo B (GENN., 1889) (Hemiptera: *Aleyrodidae*) em soja, cultura pertencente à mesma família do feijoeiro, sendo testado a irrigação no solo com 250 mL de solução de ácido silícico a 1%, a aplicação de silício não afetou a preferência para oviposição da mosca-branca, porém causou maior mortalidade de ninfas

Mas, Naiverth e Simonetti (2015), encontraram resultados diferentes, em seu estudo sobre a incidência de pragas e produtividade da cultura do feijão submetida a adubação foliar com silício, e como fonte deste, utilizou-se o produto que contem em sua formulação 24,13% de óxido de potássio (K₂O) e 9,02% de silício. Onde, por exemplo, nas avaliações da área foliar afetada, observou-se uma diminuição com o aumento das doses, sendo que no tratamento de 0,8 L ha⁻¹, foi encontrada a menor taxa de área foliar afetada, sendo a taxa de herbivoria de

apenas 10,21%, e, no tratamento sem aplicação do produto, observou-se uma taxa de herbivoria de aproximadamente 28%.

Sendo um resultado semelhante ao de Lima e Tsai (1999), os quais trabalharam com o silício e constataram que ele pode estimular o crescimento e a produção vegetal por meio de uma série de ações, como aumentar a rigidez estrutural da planta, protegendo-a de fatores abióticos, reduzindo a incidência de pragas, o que contribui para aumentar produtividade.

Assim como, Smith (1969), em seu trabalho com batata inglesa, constatou que a aplicação de silício na forma de pó seco, reduziu a população da *Leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: *Chrysomelidae*). Além disto, Barker (1989), relatou em seu estudo que a preferência de *Listronotus bonariensis* foi afetada pela maior deposição de silicato de sódio em folhas de centeio.

No geral, nestas condições experimentais, os dados referentes ao efeito de silicato de potássio com aplicação foliar no controle de *Diabrotica speciosa* no feijoeiro, observados a nível de estufa, não foram como o esperado, porém, por se tratar de uma pesquisa relativamente nova, tem-se a possibilidade de expandir estudos sobre a ação benéfica do silício no controle de pragas, uma vez destacada a importância da diversificação de métodos alternativos para controle de pragas e doenças. Além disto, pode-se alterar a metodologia utilizada, aumentando o número e intervalo de aplicação e testar outras fontes de silício, visando encontrar uma resposta mais significativa.

5 CONCLUSÕES

A aplicação via foliar das doses de silicato de potássio (0 mL p.c, 10 mL p.c, 15 mL p.c e 20 mL p.c) no estágio R5 da cultivar BRS Estilo não altera o número de grãos por planta (NGP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de grãos por planta (MGP) e massa de cem grãos (MCG), em um experimento conduzido em vasos em casa de vegetação.

Além disso, a aplicação via foliar das doses de silicato de potássio (0 mL p.c, 10 mL p.c, 15 mL p.c e 20 mL p.c) na cultivar BRS Estilo no estágio V3 não teve impacto na taxa de sobrevivência e na taxa de herbivoria por adultos de *D. speciosa* liberados 48 horas após a aplicação do produto.

REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, G. M. d. **Desfolha no feijoeiro causada por *Diabrotica speciosa* incluindo medidas protetivas**. 2021. Tese (TCC em Agronomia) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano Campus Urutaí, Urutaí - Goiás, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/2000>.
- ASSIS, F. A. *et al.* Efeitos da terra diatomácea sobre *diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: *Chrysomelidae*) em batata inglesa. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 3, p. 482–486, jun. 2011. ISSN 1413-7054. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542011000300007&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 02 fev. 2023.
- BARKER, G. M. Grass Host Preferences of *Listronotus bonariensis* (Coleoptera: *Curculionidae*). **Journal of Economic Entomology**, v. 82, n. 6, p. 1807–1816, dez. 1989. ISSN 1938-291X, 0022-0493. Disponível em: <http://academic.oup.com/jee/article/82/6/1807/2215316/> Grass-Host-Preferences-of-Listronotus-bonariensis. Acesso em: 08 jan. 2023.
- BRUMMER, Y.; KAVIANI, M.; TOSH, S. M. Structural and functional characteristics of dietary fibre in beans, lentils, peas and chickpeas. **Food Research International**, v. 67, p. 117–125, jan. 2015. ISSN 09639969. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S096399691400698X>. Acesso em: 11 nov. 2021.
- CABRAL, P. D. S. *et al.* Diversidade genética de acessos de feijão comum por caracteres agronômicos. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 4, p. 898–905, dez. 2011. ISSN 1806-6690. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902011000400011&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 10 nov. 2021.
- CAMARGO, M. S. d. *et al.* Absorção de silício, produtividade e incidência de *diatraea saccharalis* em cultivares de cana-de-açúcar. **Bragantia**, v. 69, n. 4, p. 937–944, dez. 2010. ISSN 0006-8705. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052010000400020&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 22 nov. 2021.
- CLIMATE. **Dados climáticos para cidades mundiais**. 2021. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/parana/pato-branco-4106/>. Acesso em: 29 nov. 2021.
- CONAB, C. N. d. A. **Conjuntura agropecuária do feijão**. [S.l.], 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/150709162014conjunturaagropecuariadofeijao-junho2015.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- COSTA, E. N. *et al.* Characterization of Antibiosis to *diabrotica speciosa* (Coleoptera: *Chrysomelidae*) in Brazilian Maize Landraces. **Journal of Economic Entomology**, v. 111, n. 1, p. 454–462, fev. 2018. ISSN 0022-0493, 1938-291X. Disponível em: <https://academic.oup.com/jee/article/111/1/454/4797549>. Acesso em: 12 nov. 2021.
- CRUZ, C. D. Programa Genes: Aplicativo Computacional em Estatística Aplicada à Genética (GENES - Software for Experimental Statistics in Genetics). **Genetics and Molecular Biology**, v. 21, n. 1, p. 135–138, mar. 1998. ISSN 1415-4757. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-47571998000100022&lng=en&tlng=en. Acesso em: 29 nov. 2021.

EMYGDIO, B. M. *et al.* Diversidade genética em cultivares locais e comerciais de feijão baseada em marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 10, p. 1165–1171, out. 2003. ISSN 0100-204X. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2003001000005&lng=pt&lng=pt. Acesso em: 27 nov. 2021.

FAOSTAT. **Crops and livestock products**. [S.l.], 2019. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>. Acesso em: 01 nov. 2021.

FENG, J. M. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 50, n. 1, p. 11–18, fev. 2004. ISSN 0038-0768, 1747-0765. Disponível em: <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00380768.2004.10408447>. Acesso em: 13 abr. 2023.

FERNANDES, A. L. T. *et al.* Utilização do silício no controle de pragas e doenças do cafeeiro irrigado. n. FAZU em Revista, p. 11–52, 2010. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/277794891_UTILIZACAO_DO_SILICIO_NO_CONTROLE_DE_PRAGAS_E_DOENCAS_DO_CAFEIRO_IRRIGADO.

FERNÁNDEZ, F. d. C.; GEPTS, P. L.; LÓPEZ, M. G. **Etapas de desarrollo de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Cali, Colombia: [s.n.], 1986. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Disponível em: <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/69566>. Acesso em: 12 jan. 2023.

FREITAS, F. d. O. Evidências genético-arqueológicas sobre a origem do feijão comum no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 7, p. 1199–1203, jul. 2006. ISSN 0100-204X. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-204X2006000700018&lng=pt&lng=pt. Acesso em: 27 nov. 2021.

FURIATTI, R. Efeito de genótipos de batata sobre *diabrotica speciosa* (Coleoptera: *Chrysomelidae*) em condições de campo. **Revista Acadêmica: Ciência Animal**, v. 7, n. 1, p. 101, jan. 2009. ISSN 1981-4178, 0103-989X. Disponível em: <https://periodicos.pucpr.br/index.php/cienciaanimal/article/view/9008>. Acesso em: 08 mar. 2022.

JASTROMBEK, J. M. **Crescimento inicial de cultivares de feijão comum com uso de produtos alternativos**. 2016. Tese (Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia) — Universidade Federal de Santa Catarina, Curibanos, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/171617/TCC\%20Jessiane\%20Mary\%20Jastrombek.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 09 nov. 2021.

LIMA, O. F.; TSAI, S. M. Supressão de patógenos em solos induzida por agentes abióticos: o caso do silício. v. 87, p. 8–12, 1999. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001077965>. Acesso em: 10 fev. 2023.

MARSARO JUNIOR, A. L. **Manejo Integrado de Pragas Agrícolas: Notas de Aula**. Universidade Federal de Viçosa: [s.n.], 2013. Disponível em: <https://dokumen.tips/download/link/apostila-mip-manejo-integrado-de-pragas.html>. Acesso em: 12 jan. 2023.

MARTÍNEZ-MARTÍNEZ, V. *et al.* Leaf and canopy reflectance spectrometry applied to the estimation of angular leaf spot disease severity of common bean crops. **PLOS ONE**, v. 13, n. 4, p. e0196072, abr. 2018. ISSN 1932-6203. Disponível em: <https://dx.plos.org/10.1371/journal.pone.0196072>. Acesso em: 10 nov. 2021.

MILANEZ, J. M. **Técnicas de criação e bioecologia de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: *Chrysomelidae*)**. 1995. Tese (Tese de Doutorado) — Universidade de São Paulo,

Piracicaba - SP, 1995. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11146/tde-20210104-172543/en.php>. Acesso em: 10 out. 2021.

MORAES, J. C.; FERREIRA, R. S.; COSTA, R. R. Indutores de resistência à mosca-branca *bemisia tabaci* Biótipo B (GENN., 1889) (Hemiptera: *Aleyrodidae*) em soja. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 5, p. 1260–1264, out. 2009. ISSN 1413-7054. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542009000500009&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 10 jul. 2021.

NAIVERTH, L. E.; SIMONETTI, A. P. M. M. Incidência de pragas e produtividade da cultura do feijão submetida a adubação foliar com silício. v. 5, n. Revista Thêma et Scientia, p. 167–173, 2015. Disponível em: <http://www.themaetscientia.fag.edu.br/index.php/RTES/article/view/245>. Acesso em: 10 set. 2021.

PEIXOTO, M. L. **Influência do silício e acibenzolar-s-methyl na indução de resistência à mosca-branca *Bemisia tabaci* biótipo b (GENN.) e no desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2010. Tese (Dissertação de Mestrado) — Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2010. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/jspui/handle/1/2640>. Acesso em: 10 nov. 2021.

PEIXOTO, M. L. *et al.* 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, jun. 2011. ISSN 1413-7054. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542011000300006&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 10 nov. 2021.

PEREIRA JÚNIOR, P. *et al.* Efeito de doses de silício sobre a produtividade e características agronômicas da soja [*glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 908–913, ago. 2010. ISSN 1413-7054. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542010000400016&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 01 set. 2023.

QUINTELA, E. D. Manejo Integrado de Pragas do Feijoeiro. v. 46, n. Embrapa Arroz e Feijão, p. 28, 2001. ISSN 1678-9636. Santo Antônio do Goiás. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1344498/2767895/manejo-integrado-de-pragas-do-feijoeiro.pdf/c8bb5013-3bf8-4579-a9ea-64570cb70e90>. Acesso em: 08 jan. 2023.

RAMÍREZ-CÁRDENASI, L.; LEONEL, A. J.; COSTA, N. M. B. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 28, n. 1, p. 200–213, mar. 2008. ISSN 0101-2061. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612008000100029&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt. Acesso em: 01 jan. 2022.

REZENDE, J. A. M.; ROSSETTO, C. J.; MIRANDA, M. A. C. d. Comportamento de populações paternas e F1 de soja em relação a *colaspis* sp. e *diabrotica speciosa* (Germar, 1824). **Bragantia**, v. 39, n. 1, p. 15–20, 1980. ISSN 0006-8705. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87051980000100003&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 08 fev. 2023.

ROLDO, A. **Técnica de criação massal de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Coleoptera: *Chrysomelidae*)**. 2015. Tese (Trabalho de Conclusão de Curso em Agronomia) — Universidade Federal da Fronteira Sul, Erechim, 2015. Disponível em: <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/319/1/ROLDO.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2021.

RUZICKI, M. **Interação *Diabrotica speciosa* e *Phaseolus vulgaris*: preferência alimentar e tabela de vida**. 2015. Tese (Dissertação de Mestrado) — Universidade Estadual do Centro-Oeste, Unicentro-PR, Guarapuava - PR, 2015. Disponível em: http://www.unicentroagronomia.com/imagens/noticias/dissertacao_final_marielli.pdf. Acesso em: 25 out. 2021.

SANTOS, E. C. B. d. **Respostas morfogênicas de genótipos de feijão comum e controle alternativo de *Diabrotica speciosa* (Germar, 1824) (Col.: *Chrysomelidae*)**. 2020. Tese (Tese de Doutorado) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, 2020. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5144>. Acesso em: 12 nov. 2021.

SCHMILDT, E. *et al.* Influência de desfolhas artificiais para simular perdas na produção do feijoeiro (*phaseolus vulgaris* L. Cv. Xamego). **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 77, n. 3, p. 457–463, set. 2010. ISSN 1808-1657, 0020-3653. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1808-16572010000300457&lng=pt. Acesso em: 10 fev. 2023.

SCHNEIDER, C. A.; RASBAND, W. S.; ELICEIRI, K. W. NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. p. 671, 2012. ISSN 671–675. *Nature Methods*. Disponível em: nature.com/articles/nmeth.2089. Acesso em: 30 nov. 2021.

SEFFRIN, R. d. C. A. d. S. *et al.* Atividade inseticida de meliáceas sobre *Diabrotica speciosa* (Col., Chrysomelidae). **Ciência Rural**, v. 38, n. 7, p. 1805–1809, out. 2008. ISSN 0103-8478. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000700001&lng=pt&lng=pt.

SEFFRIN, R. d. C. A. d. S. *et al.* Comportamento alimentar de adultos de *diabrotica speciosa* na presença de extratos aquosos de *meliaceae*. **Ciência Rural**, v. 38, n. 8, p. 2115–2118, nov. 2008. ISSN 0103-8478. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782008000800004&lng=pt&lng=pt. Acesso em: 11 fev. 2023.

SILVA, H. T. d.; COSTA, A. O. **Caracterização botânica de espécies silvestres do gênero *Phaseolus* L. (Leguminosae)**. Santo Antônio de Goiás, GO: [s.n.], 2003. (156). ISBN 1678-9644. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAF/21629/1/doc_156.pdf. Acesso em: 20 nov. 2021.

SILVA, O. F. d.; WANDER, A. E. **O Feijão-Comum no Brasil Passado, Presente e Futuro**. [S.l.], 2013. 61 p. ISSN 1678-9644. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/961699/1/seriedocumentos287.pdf>. Acesso em: 20 out. 2021.

SMITH, B. C. Effects of sílica on the survival of *coleomegilla maculata lengi* (Coleoptera: Coccinellidae) and *leptinotarsa decemlineata* Say (Coleoptera: Chrysomelidae). **The Canadian Entomologist**, v. 101, n. 5, p. 460–462, maio 1969. ISSN 0008-347X, 1918-3240. Disponível em: https://www.cambridge.org/core/product/identifier/S0008347X00062556/type/journal_article. Acesso em: 10 jan. 2023.

SWIFT, T. **Cardigan (Folklore Album)**. Republic Records, 2020. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=K-a8s8OLBSE>. Acesso em: 02 mai. 2023.

TAIZ, L. *et al.* **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. ISBN 978-85-8271-367-9. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788582713679/>.

TEIXEIRA, I. R. *et al.* Fontes de silício em cultivares de feijão nas safras das águas e da seca. v. 39, n. 4, p. 562–568, 2008. ISSN 1806-6690. Fortaleza, CE. Disponível em: <http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/388>. Acesso em: 01 fev. 2023.

TOLEDO, C. E.; PIRES, G. J.; NOGUEIRA, J. C. M. Influence of silicon application on black bean agronomic characteristics. **Journal of Plant Nutrition**, v. 44, n. 14, p. 2138–2145, ago. 2021. ISSN 0190-4167, 1532-4087. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01904167.2021.1881544>. Acesso em: 03 fev. 2023.

VEDOVATTO, F. **Silício no controle de *Colletotrichum lindemuthianum* em feijoeiro**. 2017. Tese (Dissertação de Mestrado) — Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/11642/Vedovatto\%2c\%20Felipe.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 04 nov. 2021.

ZANETTI, R. Notas de Aula, **Conceitos Básicos do Manejo Integrado de Pragas**. Departamento de Entomologia-UFLA, Lavras-MG: [s.n.], 2018. Disponível em: <https://silos.ufla.br/silo/tips/download/figura-2-modelo-do-efeito-da-injuria-provocada-por-insetos-sobre-a-producao>. Acesso em: 10 fev. 2023.

ÁVILA, C. J.; BITENCOURT, D. R.; SILVA, I. F. d. Biology, Reproductive Capacity, and Foliar Consumption of *diabrotica speciosa* (Germar) (Coleoptera: *Chrysomelidae*) in Different Host Plants. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 5, p. 353, abr. 2019. ISSN 1916-9760, 1916-9752. Disponível em: <http://www.ccsenet.org/journal/index.php/jas/article/view/0/39111>. Acesso em: 22 nov. 2021.