

Adubação silicatada no controle de pragas na cultura do feijão-preto¹

Cristian Epifânio de Toledo², Rafaela de Sousa Ferreira², João Carlos Mohn Nogueira²,
Matheus Oliveira Magalhães³

Resumo: Diversas pragas atacam o feijoeiro e causam danos desde a semeadura até a fase de colheita das vagens, ou mesmo durante o armazenamento dos grãos. Neste contexto, objetivou-se avaliar a influência de diferentes dosagens de silício no controle de pragas do feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.). O experimento foi conduzido utilizando a cultivar BRS Esteio e como tratamentos, as dosagens de 0, 100, 200, 300, 400 e 500 kg ha⁻¹ de SiO₂, aplicados via solo. Foi avaliado a incidência das principais pragas do feijoeiro, pelo método de pano-de-batida. Os resultados obtidos permitiram observar que ocorreu a infestação de vaquinha, minadora, tripés, cigarrinha verde e mosca branca na parte aérea dos feijoeiros. A vaquinha, minadora e mosca branca ocorrendo do início da germinação até o florescimento. Já a cigarrinha e o tripses ocorrendo apenas no pré-florescimento. Analisando a influência da aplicação de SiO₂ no controle das pragas ao longo do ciclo da cultura constatou que os tratamentos promoveram diferentes níveis de controle das pragas no feijoeiro, não sendo possível determinar a real influência do silício no controle das principais pragas do feijoeiro.

Palavras Chaves: *Phaseolus vulgaris* L; Silicato de cálcio e magnésio; Insetos.

Silicate fertilizer for pest control in black bean crops

Abstract: Several pests attack the bean plant and cause damage from sowing to the pod harvesting stage, or even during grain storage. In this context, the objective was to evaluate the influence of different dosages of silicon on the control of black bean pests (*Phaseolus vulgaris* L.). The experiment was conducted using the cultivar BRS Esteio and as treatments, dosages of 0, 100, 200, 300, 400 and 500 kg ha⁻¹ of SiO₂, applied via soil. The incidence of the main bean pests was evaluated using the cloth-of-beating method. The results obtained made it possible to observe that the infestation of kitty, leafminer, tripods, green leafhopper and whitefly occurred in the aerial part of the bean plants. The cowbird, leafminer and whitefly occurring from the beginning of germination until flowering. Leafhoppers and thrips occur only in pre-flowering. Analyzing the influence of the application of SiO₂ on pest control throughout the crop cycle, it was found that the treatments pro

moted different levels of pest control on the bean plant, and it was not possible to determine the real influence of silicon on the control of the main bean pests.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L; Calcium and magnesium silicate; Insects.

¹Submetido em 04/02/2022;

²Universidade Estadual de Goiás, Instituto Acadêmico de Ciências Agrárias e Sustentabilidade, Unidade de Palmeiras de Goiás, Curso Agronomia, Palmeiras de Goiás, Goiás, Brasil; E-mail: cristian.toledo@ueg.br (Autor correspondente) - ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3312-6980>; rafaferrera2811@gmail.com; joao.nogueira@ueg.br - ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5597-7386>;

³Universidade Federal de Jataí, Programa de Pós-Graduação em Agronomia; Jataí, Goiás, Brasil; E-mail: magalhaesagro19@gmail.com - ORCID: <https://orcid.org/0009-0008-8459-0381>

1 Introdução

O feijão é um dos alimentos mais antigos e está descrito nos primeiros registros da história. Este possui grande importância social, principalmente para os brasileiros, pois compõe a base da dieta alimentar, por ser uma fonte proteica, além de apresentar uma grande quantidade de carboidratos e de ser rico em ferro (Tavares et al., 2013; Moraes; Menelau, 2017; Fidelis et al.; 2019). A espécie de feijoeiro mais cultivada no mundo é a *Phaseolus vulgaris* L., sendo o Brasil um dos maiores produtores mundial (3,1 milhões de ton; CONAB, 2020) e ao mesmo tempo consumidor (2,84 milhões de ton; Mordor Intelligence, 2020). O gênero *Phaseolus* é caracterizado por apresentar planta com crescimento mais compacto e ereto, maior tamanho de vagens e sementes e menor sensibilidade ao fotoperíodo (Buratto et al., 2009; Coelho, 2018).

O cultivo do feijão, igualmente ao cultivo de outras culturas, enfrenta problemas como a estiagem e incidência de pragas e doenças. Diversas pragas atacam o feijoeiro e causam danos desde a semeadura até quando os grãos estão secos nas vagens ou mesmo armazenados, bem como, ocorrendo praticamente em todas as estruturas da planta, como raízes, hastes, folhas, vagens e grãos (Rosolem e Marubayash, 1994; Tartarin et al., 2016).

Dentre as principais pragas que ocorrem na cultura do feijoeiro e causam a redução na produção, destacam-se a *Elasmopalpus lignosellus* (Lagarta elasmó), o *Smythurodes betae* (Pulgão da raiz), *Agrotis spp* (Lagarta rosca), *Diabrotica speciosa* (Vaquinhas), *Empoasca kraemeri* (Cigarrinha verde), *Bemisia argentifolii* (Mosca branca), *Polyphagotarsonemus latus* (Ácaro branco), *Liriomyza spp.* (Minadores), *Chrysodeixis includens* (Lagarta-Falsa-Medideira); *Caliothrips phaseoli* (Tripes), *Etiella zinckenella* (Broca da Vagem), *Acanthoscelides obtectus* (Carunchos) (Rosolem e Marubayash, 1994; Quintella, 2009; Tartarin et al., 2016; Ribeiro e Nunes, 2017).

O método mais empregado para o controle das pragas, por muitos anos, tem sido realizado via inseticidas químicos (Bardin et al., 2015). Contudo, o uso constante e muita das vezes indiscriminado de inseticidas tem tornado o controle de pragas mais difícil e complexo, tendo

em vista que os inseticidas também reduzem a população de inimigos naturais, bem como, proporcionam uma seleção natural das pragas, devido o desenvolvimento de resistência aos inseticidas.

Os problemas associados ao uso indiscriminado dos inseticidas têm proporcionado a adoção de métodos alternativos, a exemplo do Manejo Integrado de Pragas – MIP, bem como, outras técnicas isoladas, como o controle biológico natural (predadores, parasitóides e patógenos), plantas resistentes, controle cultural e físico (Moura et al. 2014; Sharma et al., 2015; Oliveira et al., 2017).

Uma possibilidade tecnológica que vem ganhando atenção no controle das pragas, é a utilização da adubação de silício (Si). O silício é absorvido pela planta na forma de ácido monossilícico H_4SiO_4 por fluxo de massa e se acumula principalmente nas áreas de máxima transpiração, sendo polimerizado formando uma dupla camada de silício cuticular, ocorrendo enrijecimento da parede, que passa a atuar como barreira física ao ataque de pragas e à penetração de patógenos (Ma e Yamaji, 2008; Korndörfer et al., 2011; Menegale et al., 2015; Alhousari e Greger, 2018; Leroy et al., 2019; Islam et al., 2020). Porém, doses altas de silício podem provocar danos fisiológicos ao desenvolvimento vegetal.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a influência de diferentes dosagens de silício aplicado como adubação de plantio, no controle de pragas do feijão preto (*Phaseolus vulgaris* L.).

2 Materiais e Métodos

O presente trabalho foi realizado na Universidade Estadual de Goiás na Unidade de Palmeiras de Goiás – Campus Oeste, localizado na cidade de mesmo codinome, da Região Centro-Oeste do Brasil e nas coordenadas 16°48'18" S e 49°55'33" W, com altitude de 596 m. O experimento foi implantado no início de setembro de 2018 na área de pesquisa irrigada da Universidade, constituída por sistema de irrigação por aspersão convencional, em um solo Latossolo vermelho escuro, recém-aberto para cultivo, após 8 anos de pousio.

O preparo do solo foi realizado de modo convencional, com aplicação de herbicida de ampla atuação e uma aração profunda e duas

gradagens, promovendo assim, a limpeza e incorporação da matéria orgânica da área, bem como, a descompactação e nivelamento do solo.

Para avaliar a influência da adubação de silicato de cálcio e magnésio (CaSiO_3 e MgSiO_3) no controle de pragas no feijoeiro, foi utilizado a cultivar BRS ESTEIO, uma cultivar de feijoeiro-comum com grãos pretos, indicada para cultivo em 21 Estados brasileiros, de ciclo normal (90 dias), alto potencial produtivo, grãos com excelentes qualidades culinárias e moderada resistência à antracnose. O plantio do feijão com a semeadura foi realizada com um espaçamento de 0,5 m entre linha com 12 a 14 plântulas por metro linear, buscando uma população de 240.000 a 260.000 plantas ha^{-1} . Ressaltasse, que

as sementes não receberam nenhum tipo de tratamento químico, físico ou biológico para controle de doenças ou pragas.

A adubação ocorreu conforme a necessidade da cultura (Carvalho e Silveira, 2023) e levando em consideração a fertilidade do solo (Tabela 1). Assim, incorporou-se ao solo 50 kg ha^{-1} de nitrogênio (N), 70 kg ha^{-1} de fosforo (P_2O_5) e 70 kg ha^{-1} de potássio (K_2O), juntamente com a dosagem de silício (SiO_2) correspondente ao tratamento específico, sendo aplicado no sulco de semeadura. A adubação de N e K_2O foram realizadas em duas aplicações, 50% no plantio e os outros 50% em cobertura, quando as plântulas possuíam 30 dias após emergência (DAE).

Tabela 1 Análise de solo da área do experimento do cultivo do feijão com diferentes doses de silício

pH	P	K	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	Areia	Silte	Argila
	----- mg dm^{-3} -----		----- $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ -----			----- g kg^{-1} -----		
5,1	1,2	21,3	1,7	0,3	0,0	240	130	630

Fonte: Laboratório Fétil Laboratório Agrônômico.

Os tratamentos foram compostos pela aplicação de 0, 100, 200, 300, 400 e 500 kg ha^{-1} de SiO_2 e repetidos em 4 blocos, distribuídos em delineamento de blocos casualizados (DBC). A fonte de silício utilizada foi o Silicato de Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), que apresenta 22% de silício em sua composição. Cada tratamento foi constituído de 3 fileiras em 1 metro de comprimento, sendo utilizado na avaliação apenas a linha central e 3 plantas centrais para configurar o valor médio de cada tratamento, evitando assim o efeito de bordadura. Vale ressaltar, que nenhum tipo de controle fitossanitário foi realizado ao longo do cultivo do feijão e as irrigações foram realizadas com base no balanço hídrico do solo, realizado considerando os dados climatológicos obtidos de uma estação instalada a 500 m da área.

A influência dos tratamentos no controle das pragas, foram verificadas por meio de avaliações realizadas de forma semanal, observando em toda planta a incidência das principais pragas do

feijoeiro. Esse levantamento da presença ou ausência das pragas foi realizado utilizando método do pano-de-batida (Boyer e Dumas, 1969; Guedes et al., 2006). As avaliações iniciaram no 15° DAE e foram finalizadas no 71° DAE, avaliando apenas as pragas que ocorrem durante o ciclo vegetativo. As pragas consideradas como principais neste trabalho foram as pragas da parte aérea da planta.

Os valores totais da incidência das pragas durante todo o ciclo da cultura, foram submetidos a análise de variância pelo Teste F a 5% de probabilidade e as variáveis com diferença significativa, submetidas a regressão linear e quadrática.

3 Resultados e Discussões

Os resultados obtidos permitiram observar que ocorreu a infestação de vaquinha, minadora, tripés, cigarrinha verde e mosca branca na parte aérea dos feijoeiros (Figura 1).

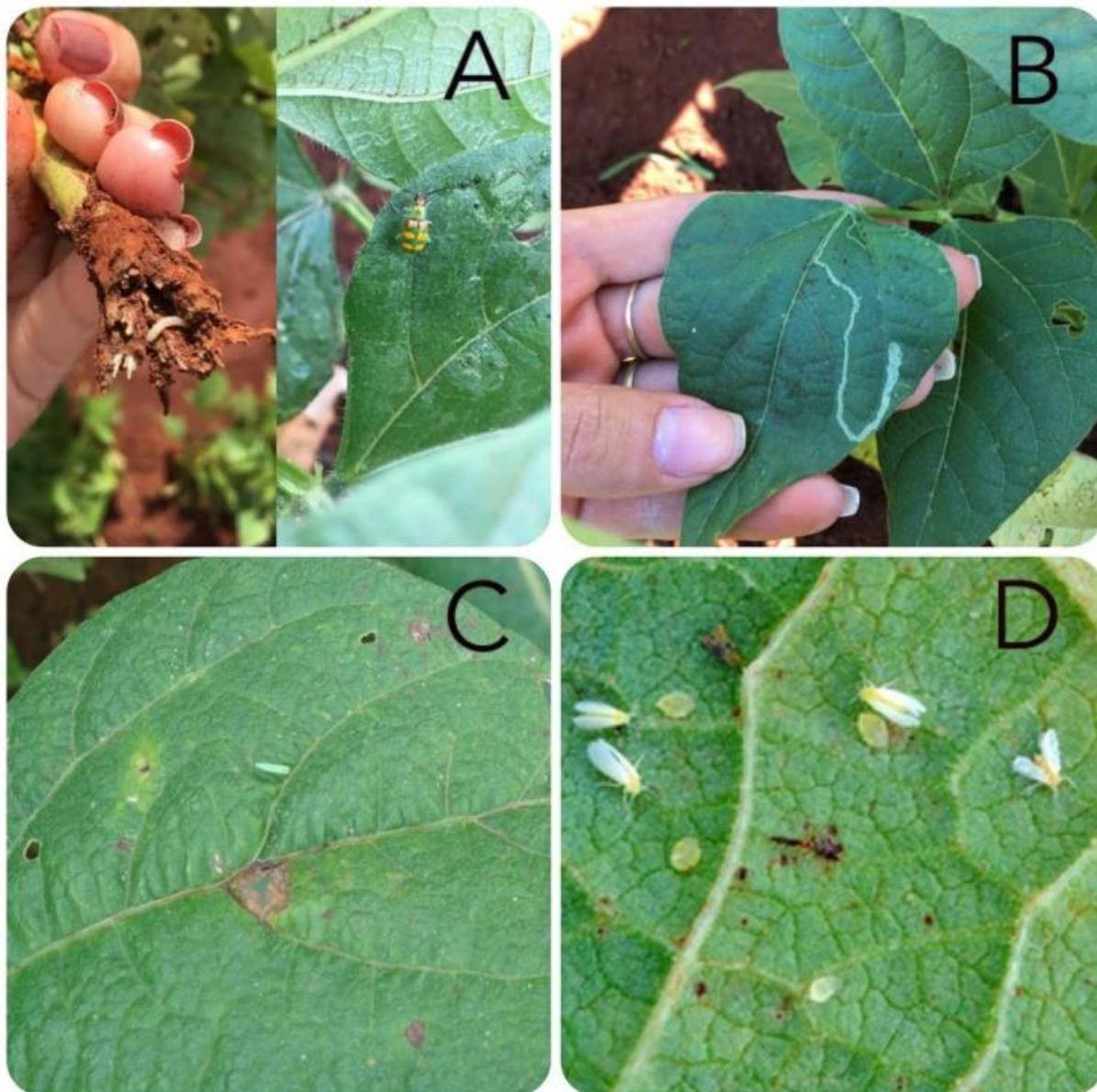


Figura 1 Ilustração com exemplares das principais pragas na cultura do feijoeiro encontradas no presente trabalho: fase larval (a esquerda) e adulto (a direita) da Vaquinha (*Diabrotica speciosa*) (A); Minadora (*Liriomyza spp.*) (B); Cigarrinha Verde (*Empoasca kraemeri*) (C); e Mosca Branca (*Bemisia argentifolii*) (D).

Analisando de formar individual, observa-se que a vaquinha (Figura 2) ocorreu uma alta incidência em todos os tratamentos, principalmente nos primeiro 45 dias de cultivo. De forma discreta, o tratamento 500 kg ha^{-1} de SiO_2 foi o que obteve uma menor incidência da praga ao longo do cultivo do feijão, não sendo mais contabilizado a vaquinha na 5ª semana de avaliação (43 DAE). Já os tratamentos 200, 300 e 400 kg ha^{-1} de SiO_2 foram os que demonstram o pior desempenho no controle da vaquinha, não

ocorrendo a presença do inseto apenas na 7ª semana de avaliação (57 DAE).

Em relação ao Minador, nota-se que a incidência nas três primeiras semanas de avaliação (36 DAE) ocorreu de forma mais intensa em todos os tratamentos e a partir da 6ª semana de avaliação não foi mais detectado a praga em questão. Os tratamentos 0, 100, 200 e 500 kg ha^{-1} de SiO_2 tiveram desempenho parecido, com pico de incidência da praga em 75% das plantas avaliadas (Figura 3). Contudo, o tratamento 200 kg ha^{-1} de SiO_2 apresentou ligeira

vantagem no controle do minador, quando comparados aos demais tratamento. Após o pico de incidência da praga na 1ª avaliação (15 DAE) com 78% de incidência, houve uma redução linear na incidência da praga para 25% na 3ª avaliação (36 DAE), fato não ocorrido nos demais

tratamento. Os tratamentos 300 e 400 foram os que demonstraram o pior desempenho no controle de minador, tendo o pico de incidência da praga em 100% das plantas avaliadas, ocorrido em mais de uma avaliação.

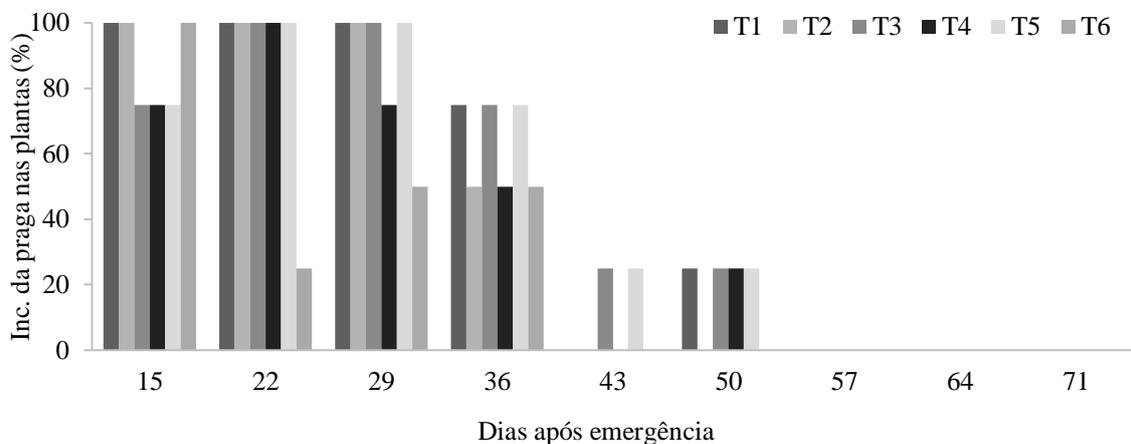


Figura 2 Incidência de Vaquinha (*Diabrotica speciosa*) na cultura do feijoeiro cultivado com diferentes doses de silício (0 - T1, 100 - T2, 200 - T3, 300 - T4, 400 - T5 e 500 kg ha⁻¹ de SiO₂ - T6) aplicado via solo.

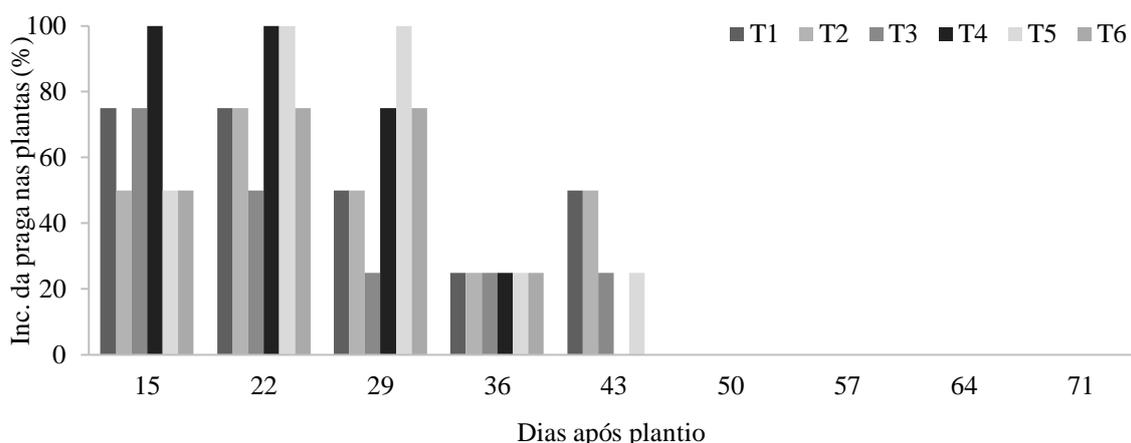


Figura 3 Incidência de Minador (*Liriomyza spp.*), na cultura do feijoeiro cultivado com diferentes doses de silício (0 - T1, 100 - T2, 200 - T3, 300 - T4, 400 - T5 e 500 kg ha⁻¹ de SiO₂ - T6) aplicado via solo.

A cigarrinha verde, inseto que tem os adultos com coloração verde, medem cerca de três mm e vivem, em média, 60 dias (Quintella, 2009), foram encontradas no presente trabalho apenas no meio do ciclo vegetativo, na 5ª semana de avaliação (43 DAE), persistindo sua incidência por apenas duas semanas, de forma geral (Figura 4). Pode-se observar a presença da praga em maior número (75% de incidência) no tratamento 400 kg ha⁻¹ de SiO₂, na avaliação seguinte a incidência reduziu para 25%, ficando igual aos

tratamentos com 0, 100, 200, e 500 kg ha⁻¹ de SiO₂. O tratamento com 300 kg ha⁻¹ de SiO₂, como o de 400 kg ha⁻¹ de SiO₂, demonstrou uma incidência mais elevada que os demais tratamentos na também na 5ª semana de avaliação (43 DAE). Contudo, na avaliação seguinte não proporcionou uma redução como o tratamento com 400 kg ha⁻¹ de SiO₂.

Na Figura 5, pode-se observar que na 1ª semana de avaliação já ocorreu a incidência da mosca branca (21 DAE). Nos tratamentos sem

adubação de SiO₂, ocorreu o maior valor de incidência, chegando a 100% de presença. O tratamento com 500 kg ha⁻¹ de SiO₂, apesar de não ter tido incidência da praga na 1ª semana de avaliação, na 2ª avaliação, com 29 DAE, a incidência da praga foi intensa, chegando à presença da praga em 100% das plantas avaliadas, e diminuindo os valores de forma gradativa. A praga deixou de incidir em todos os tratamentos após 57 DAE.

O tripses como mostra a Figura 6, sua presença nas plantas de feijão ocorreu com 29 DAE em todos os tratamentos, chegando a uma incidência de 75% nos tratamentos com 0, 100, 200 e 400 kg ha⁻¹ de SiO₂. De forma geral, após 43 DAE a presença da praga no feijoeiro reduziu a 0, exceto no tratamento com 200 kg ha⁻¹ de SiO₂, que reduziu a incidência para 25% na 5 e 6ª avaliação (43 e 50 DAE, respectivamente) e apenas a partir da 7ª avaliação (57 DAE) a incidência cessou.

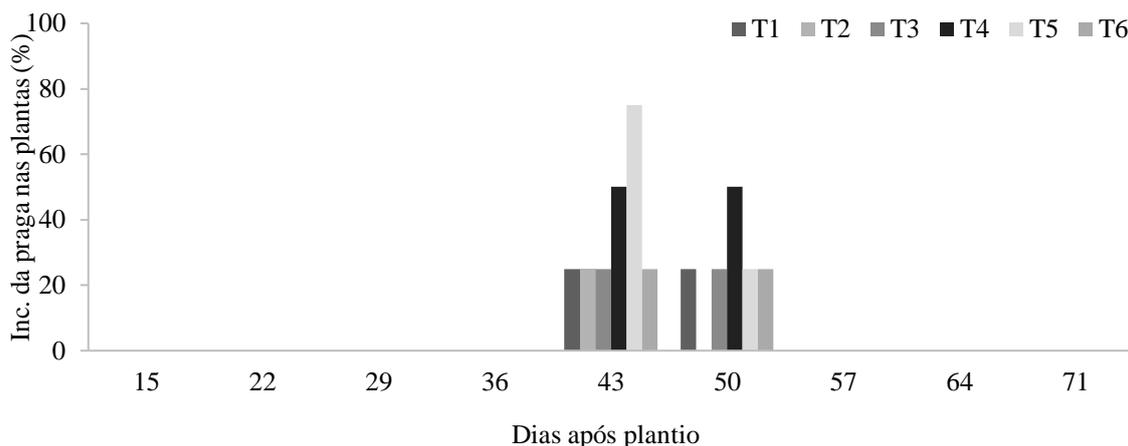


Figura 4 Incidência de Cigarrinha Verde (*Empoasca kraemeri*) na cultura do feijoeiro tratado com diferentes doses de silício (0 - T1, 100 - T2, 200 - T3, 300 - T4, 400 - T5 e 500 kg ha⁻¹ de SiO₂ - T6) aplicado via solo.

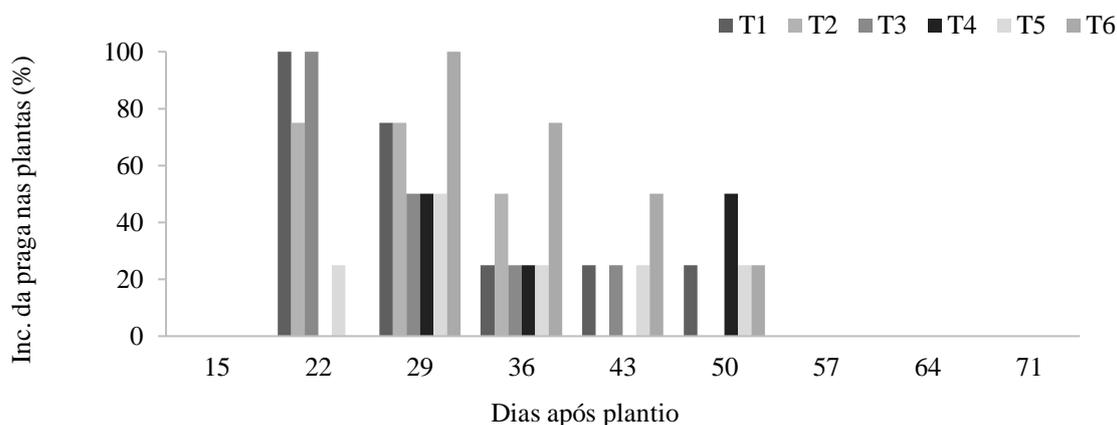


Figura 5 Incidência de Mosca Branca (*Bemisia argentifolii*) na cultura do feijoeiro tratado com diferentes doses de silício (0 - T1, 100 - T2, 200 - T3, 300 - T4, 400 - T5 e 500 kg ha⁻¹ de SiO₂ - T6) aplicado via solo.

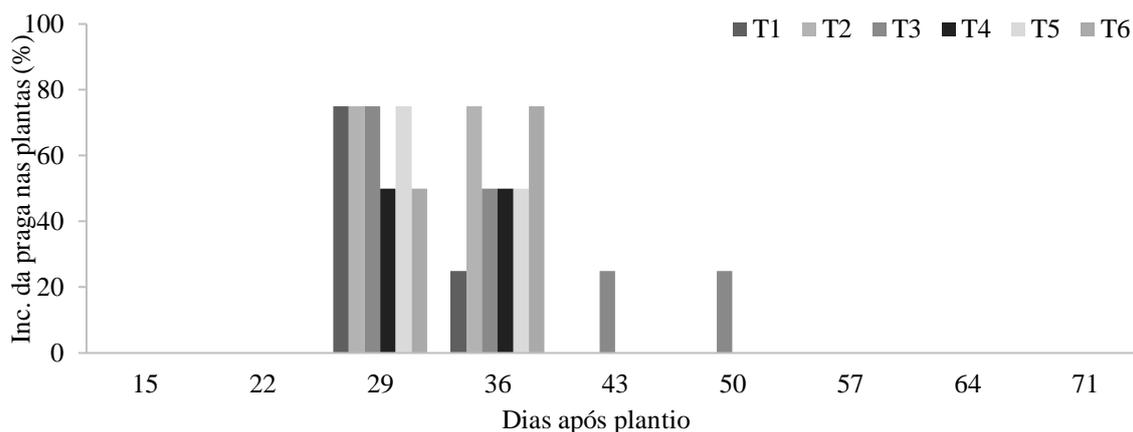


Figura 6 Incidência de Tripes (*Caliothrips phaseoli*) na cultura do feijoeiro tratado com diferentes doses de silício (0 - T1, 100 - T2, 200 - T3, 300 - T4, 400 - T5 e 500 kg ha⁻¹ de SiO₂ - T6) aplicado via solo.

Além das pragas consideradas como principais neste trabalho, teve a presença de outros insetos como Indiamim (*Lagria villosa*), Percevejo Vermelho (*Crinocerus sanctus*) e Percevejo da Soja (*Edessa meditabunda*), mas nada em grande escala, não chegando a 2 indivíduos por pano de batida, e conseqüentemente, não atingindo o nível de controle (Figuras 7 e 8). Vale ressaltar, que esses insetos apesar de estarem cada vez mais presentes nos cultivos de feijão e com aumentado considerável da sua população, os mesmos ainda, normalmente, são considerados como praga secundária do feijão, que em grande quantidade pode ser prejudicial, mas em pequena quantidade não precisa de controle (Ribeiro, Nunes 2017; Canale et al., 2020).



Figura 7 Pragas presentes no experimento do decorrer do ciclo vegetativo do feijão: A – Percevejo vermelho (*Crinocerus sanctus*) e B - Indiamim (*Lagria villosa*).



Figura 8 Percevejos presentes na cultura do feijão durante o ciclo vegetativo em suas duas fases, ninf e adulto: Ninf (A) e fase adulta (B) do Percevejo da Soja (*Edessa meditabunda*).

Durante a pesquisa também foi registrado a presença de inimigos naturais como joaninhas (*Coccinellidae*) e aranha (Figura 9) e insetos polinizadores na época de floração (Figura 10). No caso, dos inimigos naturais, quanto maior o número de indivíduos e a diversidade, maior o potencial de controle, principalmente, de pragas secundárias, da ressurgência, do aumentarem o nível de dano econômico e do potencial uso no controle biológico natural (FERNANDES et al., 2010). Nesse sentido, Almeida et al., (2018) destacam que os inimigos naturais como as joaninhas apresentam eficiência no controle da praga *L. coffeella*, auxiliando a manter a população abaixo do nível de dano econômico.

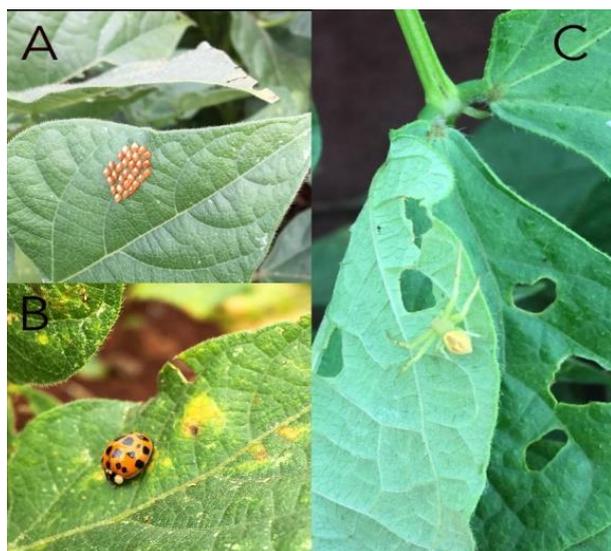


Figura 9 Imagem referente aos inimigos naturais que teve presença durante o ciclo vegetativo na cultura do feijão, nota-se a presença dos ovulações de joaninhas (*Coccinellidae*) (A), a joaninha em sua fase adulta (B) e presença de aranhas (C).



Figura 10 Presença de insetos realizando a polinização nas flores na cultura do feijoeiro.

A análise estatística do quantitativo de pragas ocorridas ao longo do ciclo do feijão, demonstrou a ocorrência de diferenças estatística com 5% de probabilidade entre os tratamentos nas cinco pragas identificadas, vaquinha, minadora, cigarrinha verde, mosca branca e tripses. Na análise de regressão (Figura 11) observa-se que em todas as pragas identificadas no presente trabalho, o melhor ajuste que correlaciona o quantitativo de pragas e as dosagens de SiO_2 foi o modelo quadrático, gerando um maior coeficiente de correlação/determinação (R^2). Apesar de não existir um valor mínimo aceitável

para o R^2 pela NBR 14653, mas assumindo um valode de 0,5 a 0,7 como uma correlação boa ou moderada, observa-se que apenas o controle da vaquinha e da mosca branca pelos tratamentos ficaram dentro dessa faixa. Sugerindo que a influência dos tratamentos no controle de cada praga ao longo do ciclo da cultura, observa-se que os tratamentos promoveram diferentes níveis de controle das pragas no feijoeiro, bem como, tendências distintas.

O tratamento com aplicação de 500 kg ha^{-1} de SiO_2 foi o que promoveu maior controle da vaquinha e do minador, comparado aos demais tratamentos. Contudo, os tratamentos sem a aplicação de SiO_2 , e com aplicação de 100, 200 e 400 kg ha^{-1} de SiO_2 não demonstram diferença significativa no controle da vaquinha. Bem como, os tratamentos sem a aplicação de SiO_2 , e com aplicação de 100, 300 e 400 kg ha^{-1} de SiO_2 não demonstram diferença significativa no controle do minador, apenas os tratamentos com aplicação de 200 e 500 kg ha^{-1} proporcionaram um controle do minador de forma significativa, quando comparado aos demais tratamentos.

A cigarrinha verde, o maior controle foi exercido pelo tratamento de 100 kg ha^{-1} de SiO_2 , contudo, os tratamentos com a aplicação de SiO_2 de 300 e 400 kg ha^{-1} de SiO_2 resultaram no menor controle. Já os tratamentos com a aplicação de 200 e 500 kg ha^{-1} de SiO_2 não resultaram controle estatisticamente diferente do tratamento sem aplicação de SiO_2 . Na avaliação da mosca branca constata-se que o tratamento com aplicação de 300 kg ha^{-1} de SiO_2 foi o que resultou no maior controle da praga. Contudo, o tratamento com aplicação de 300 kg ha^{-1} de SiO_2 diferenciou estatisticamente apenas do tratamento sem aplicação de SiO_2 , sugerindo um efeito positivo dos tratamentos com aplicação de SiO_2 no controle da mosca branca em feijão. No controle da tripses o melhor resultado foi obtido no tratamento com a aplicação de 300 kg ha^{-1} de SiO_2 , sendo este tratamento estatisticamente igual ao tratamento sem aplicação de SiO_2 e com a aplicação de 300, 400 e 500 kg ha^{-1} de SiO_2 .

Apesar de ocorrer diferença estatística entre os tratamentos sem e com aplicação de SiO_2 no controle das pragas selecionadas do feijoeiro, o presente trabalho evidência a existência de limitações no controle das pragas com aplicação de dosagens inferiores a 500 kg ha^{-1} de SiO_2 no feijoeiro. O maior controle das pragas foi obtido

com aplicação de dosagem específica, não ocorrendo uma tendência de aumento no controle das pragas com o aumento das dosagens de SiO₂,

ou uma tendência de controle igual estatisticamente com a aplicação de SiO₂ e superior ao tratamento sem a aplicação de SiO₂.

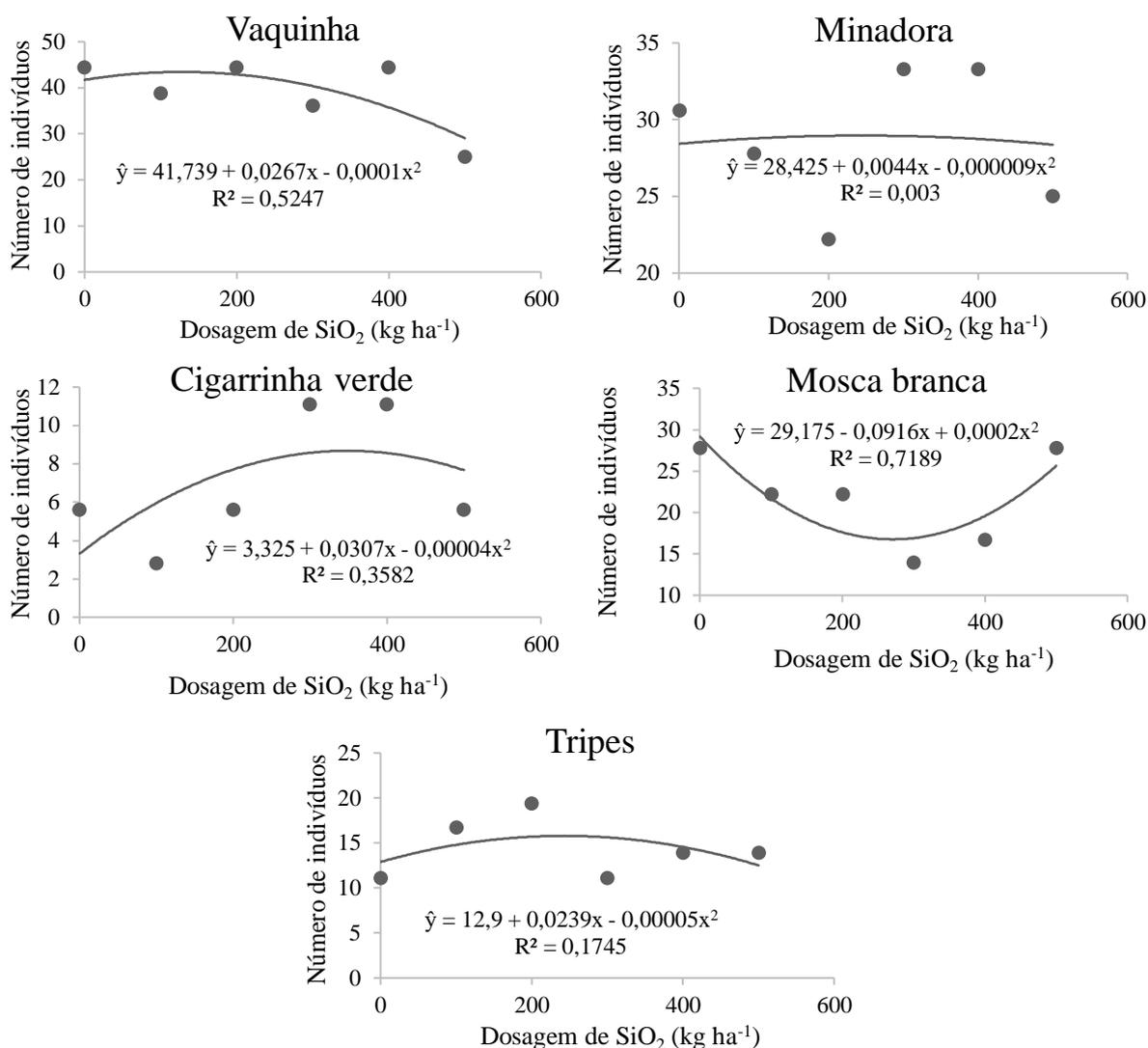


Figura 11 Análise de regressão do quantitativo de pragas ocorridas ao longo do ciclo do feijoeiro relacionado o controle da praga com os tratamentos.

A aplicação de SiO₂ via solo se mostrou uma alternativa potencial no controle de pragas do feijão, requerendo mais estudos de dosagens, momento de aplicação, via de aplicação entre outras pesquisas. Já visto que os trabalhos relativos ao emprego de SiO₂ no cultivo do feijão são ainda raros e pouco conclusivos, especialmente aqueles que procuram esclarecer a relação da nutrição com os problemas ocasionados pelas pragas incidentes na cultura.

O silício tem como função a proteção mecânica dos tecidos vegetais, proporcionando a

redução significativa de algumas pragas em diferentes culturas. Vários autores mencionam o efeito do silício na redução das populações de insetos/praga como delfacídeos, gorgulhos, lagartas, pulgões e tripés, verificadas em várias culturas (Carvalho *et al.*, 1999; Silva *et al.*, 2010; Ferreira *et al.* 2011; Korndörfer *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2014).

Na soja, a adubação silicata proporcionou redução no ataque de lagartas desfolhadoras (Zelin *et al.*, 2011) e percevejos (Bussolaro *et al.*, 2011). Goussain *et al.* (2002) observaram o

aumento da mortalidade de *Spodoptera frugiperda* (lagarta-do-cartucho) em plantas de milho quando tratadas com silício, resultados similares encontrado por Antunes *et al.* (2010) em cultivo de girassóis e Silva *et al.*, (2014) em algodoeiro.

A aplicação de silício, e conseqüentemente a maior absorção desse elemento pelas plantas, promove o aumento da espessura da parede celular das células epidérmicas e maior acúmulo de lignina, diminuindo assim, a preferência de insetos-praga por essas plantas (Ranger *et al.*, 2009). Esse acúmulo e a polimerização de silicato nas células proporciona uma resistência mecânica da planta à alimentação dos insetos/pragas e/ou à penetração do aparelho bucal no tecido vegetal (Antunes *et al.*, 2010).

Antunes *et al.* (2010) verificaram que a rigidez foliar provoca um desgaste na mandíbula dos insetos mastigadores, podendo levar ao aumento da mortalidade de insetos com esse tipo de aparelho bucal. Desta forma, a preferência por folhas tenras é maior. Já Ferreira *et al.* (2011) colocam que essa maior resistência mecânica influencia negativa nos processos biológicos dos insetos, como o mau desenvolvimento de larvas e ninfas. Além de reduzir a oviposição em plantas que apresentem dificuldade de acesso.

Adubação silicatada também tem sido relacionado ao controle de pragas de forma indireta, devido proporcionar melhores condições química no solo. Raij; Camargo (1973) e Korndörfer *et al.* (2011) verificaram que os silicatos quando aplicados como corretivo no solo possuem comportamento similar ao dos carbonatos de cálcio e magnésio, elevando o pH e neutralizar o Al trocável. Ainda devido esse comportamento semelhante ao dos carbonatos, os silicatos competem pelos sítios de troca com fósforo adsorvido nas argilas, removendo estes nutrientes para a solução do solo, tornando-os mais assimiláveis pelas plantas. Efeito muito importante, principalmente em solos com predominância argilosa, como os solos do bioma Cerrado.

4 Conclusão

As principais pragas do feijoeiro identificado no trabalho foram vaquinha, minadora, cigarrinha verde, mosca branca e tripses. Com a vaquinha, minadora e mosca branca

ocorrendo do início da germinação até o florescimento. Já a cigarrinha e o tripses ocorrendo apenas no pré-florescimento.

Analisando a influência da aplicação de SiO₂ no controle das pragas ao longo do ciclo da cultura constatou que os tratamentos promoveram diferentes níveis de controle das pragas no feijoeiro. Contudo, os resultados são pouco conclusivos quanto a melhor dosagem de silício para uma praga específica ou geral, bem como, a real influência do silício no controle das principais pragas do feijoeiro.

Referencias

- Alhousari, F.; Greger, M. Silicon and mechanisms of plant resistance to insect pests. **Plants**, v. 7, n. 33, p. 1–11, 2018. <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91225-9.00004-2>
- Almeida, A.; Jahel, I. S.; Ribeiro, P. F.; Carvalho, A. M. X.; Pereira, M. R. Influência de fragmentos de mata na incidência do bicho mineiro (*Leucoptera coffeella*) em cafezais. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018. <https://cadernos.agroecologia.org.br/cadernos/article/view/1896>
- Antunes, C. S.; Moraes, J. C., Antonio, A.; Silva, V. F. Influência da aplicação de silício na ocorrência de lagartas (Lepidoptera) e de seus inimigos naturais chaves em milho (*Zea mays* L.) e em girassol (*Helianthus annuus* L.). **Bioscience Journal**, v. 26, n. 4, p. 619–625, 2010. <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7131/5137>
- Bardin, M.; Ajouz, S.; Comby, M.; Lopez-Ferber, M.; Graillet, B.; Siegwart, M.; Nicot, P. C. Is the efficacy of biological control against plant diseases likely to be more durable than that of chemical pesticides? **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 566, 2015. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00566>
- Boyer, W. P.; Dumas, B. A. **Plant shaking methods for soybean insect survey in Arkansas**. In: _____. Survey methods for some economic insects. United State: Department of Agriculture, Agricultural Research Service, 1969. p. 92–94.
- Buratto, J. S.; Moda Cirino, V.; Scholz, M. B. S.; Langame, D. E. M.; Fonseca Junior, N. S.; Preté, C. E. C. Variabilidade genética e efeito do ambiente para o teor de proteína em grãos de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n.

- 4, p. 593–597, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1807-86212009000400007>
- Bussolaro, I.; Zelin, E.; Simoneti, A. P. M. M. Aplicação de silício no controle de percevejos e produtividade da soja. **Cultivando o Saber**, v. 4, n. 3, p. 9–19, 2011. https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/592dc07950c20.pdf
- Carvalho, S. P.; Moraes, J. C.; C, J. G. Efeito do silício na resistência do sorgo (*Sorghum bicolor*) ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 28, n. 3, p. 505–510, 1999. <https://doi.org/10.1590/S0301-80591999000300017>
- Carvalho, M. C. S.; Silveira, P. M. **Cultivo do feijão: Adubação**. Embrapa, 2023.
- Canale, M. C.; Ribeiro, L. P.; Castilhos, R. V.; Wordell Filho, J. A. **Pragas e doenças do feijão: diagnose, danos e estratégias de manejo**. Florianópolis: Epagri, 2020. 93p. (Epagri. Boletim Técnico 197)
- Coelho, J. D. Produção de grãos – Feijão, Milho e Soja. **Caderno Setorial Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE**, n. 51, p. 1–14, 2018. https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1019/1/2018_CDS_33.pdf
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries históricas**. <https://www.conab.gov>
- Ferreira, R. S.; Moraes, J. C.; Antunes, C. S. Silicon influence on resistance induction against *Bemisia tabaci* biotype B (Genn.) (Hemiptera: Aleyrodidae) and on vegetative development in two soybean cultivars. **Entomologia Neotropical**, v. 40, n. 4, p. 495–500, 2011. <https://www.scielo.br/j/ne/a/CvHdhTM6GkRjZfDfSXGkbVp/?format=pdf&lang=en>
- Fernandes, F. L.; Picanço, M. C.; Fernandes, M. E. S.; Xavier, V. M.; Martins, J. C.; Silva, V. F. Controle biológico natural de pragas e interações ecológicas com predadores e parasitóides em feijoeiro. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 1, p. 6–14, 2010. <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7027/4657>
- Fidelis, R. R.; Salgado, F. H. M.; Alexandrino, C. M. S.; Tavares, T. C. O.; Campestrini, R. Determinação do teor de proteína em genótipos de feijão comum cultivados em diferentes níveis de nitrogênio. **Ambiência**, v. 15, n. 1, p. 161–172, 2019. <https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/3920/pdf>
- Guedes, J. V. C.; Farias, J. R.; Guareschi, A.; Roggia, S.; Lorentz, L. H. Capacidade de coleta de dois métodos de amostragem de inseto-praga da soja em diferentes espaçamentos entre linhas. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1299–1302, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782006000400040>
- Goussain, M. M. et al. Efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento biológico da lagarta-do-cartucho *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 2, p. 305–310, 2002. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2002000200019>
- Korndörfer, A. P.; Grisoto, E.; Vendramin, J. D. Induction of insect plant resistance to the spittlebug *Mahanarva fimbriolata* Stal (Hemiptera: Cercopidae) in sugarcane by silicon application. **Neotropical Entomology**, Londrina, v. 40, n. 3, p. 387–392, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2011000300013>
- Leroy, N.; Tombeur, F.; Walgraffe, Y.; Cornélis, J. T.; Verheggen, F. J.; Silicon and plant natural defenses against insect pests: Impact on plant volatile organic compounds and cascade effects on multitrophic interactions. **Plants**, v. 8, n. 11, p. 1–11, 2019. <https://doi.org/10.3390/plants8110444>
- Islam W; Tayyab M; Khalil F; Hua Z; Huang Z; Chen H. Y. Silicon-mediated plant defense against pathogens and insect pests. **Pesticide Biochemistry and Physiology**, v. 168, p. 1–91, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.pestbp.2020.104641>
- Ma, J. F.; Yamaji, N. Functions and transport of silicon in plants. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v. 65, n. 1, p. 3049–3057, 2008. <https://doi.org/10.1080/15592324.2023.2198848>
- Menegale, M. L. C.; Castro, G. S. A.; Mancuso, M. A. C. Silício: interação com o sistema solo-planta. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 4, n. especial, p. 435–454, 2015. <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130412/1/CPAF-AP-2015-Silicio-interacao-com-o-sistema-solo-planta.pdf>
- Moraes, E. S.; Menelau, A. S. Análise do mercado de feijão comum. **Revista de Política Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 81–92, 2017.

- <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1245/pdf>
- Mordor Intelligence/EMIS - ISI Emerging Markets Group Company. Global Dry Beans Market (2020–2025). <https://www.emis.com/pt>
- Moura, A. P.; Michereff Filho, M.; Guimarães, J. A. **Manejo integrado de pragas do tomateiro para processamento industrial**. Embrapa Hortaliças. 2014. (Circular Técnica 129) <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105986/1/12-05-CT-129.pdf>
- Oliveira, I. S.; Lucena, R. F. P.; Freire, E. M. X. Percepção ambiental de agricultores de região semiárida sobre os anfíbios anuros e biocontrole de insetos pragas em sistemas irrigados e não irrigados, às margens do rio São Francisco, Brasil. **Gaia Scientia**, v. 11, n. 1, p. 269–296, 2017. <https://doi.org/10.22478/ufpb.1981-1268.2017v11n1.31658>
- Raij, B; Camargo, M. S. DE. Sílica solúvel em solos. **Bragantia**, Campinas, v. 32, p. 223–236, 1973. <https://doi.org/10.1590/S0006-87051973000100011>
- Quintella, E. D. **Manual de identificação de insetos e outros invertebrados pragas do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. 68p. <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1031725/manual-de-identificacao-de-insetos-e-outros-invertebrados-pragas-do-feijoeiro>
- Ranger, C. M. et al. Influence of silicon on resistance of *Zinnia elegans* to *Myzus persicae* (Hemiptera: Aphididae). **Environmental Entomology**, v. 38, n. 1, p. 129–136, 2009. <https://doi.org/10.1603/022.038.0116>
- Ribeiro, V. N.; Nunes, J. Avaliação de pragas agrícolas na cultura do feijão. **Revista Thêma et Scientia**, v. 7, n. 2E, p. 257–268, 2017. <https://themaetscientia.fag.edu.br/index.php/RTES/article/view/875>
- Rosolem, C. A.; Marubayashi, O. M. Seja o doutor do seu feijoeiro. **Informações Agronômicas**, n. 68, p. 1–14, 1994. <https://www.npct.com.br/npctweb/npct.nsf/article/BRS-3143>
- Sharma, K. K.; Singh, U. S.; Sharma, P.; Kumae, A. Sharma, L. Seed treatments for sustainable sustainable agriculture: a review. **Journal of Applied and Natural Science**, v. 7, n. 1, p. 521–539, 2015. <https://doi.org/10.31018/jans.v7i1.641>
- Silva, A. A.; Alvarenga, R.; Moraes, J. C.; Alcantra E. Biologia de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro de fibra colorida tratado com silício. **Entomologia Brasileira**. v. 7, n. 1, p. 65–68, 2014. <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v7i1.365>
- Silva, V. F.; M., J. C.; M , B. A. Influence of silicon on the development, productivity and infestation by insect pests in potato crops. **Ciência Agrotecnologia**, v. 34, n. 6, p. 1465–1469, 2010. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000600016>
- Tartarin, B. B. G.; Barros, W. S.; Souza, L. C. D. Principais pragas na cultura do feijoeiro comum. **Revista Conexão Eletrônica**, v. 13, n. 1, p. 1–18, 2016. <https://revistaconexao.aems.edu.br/edicoes-anteriores/2016/ciencias-exatas-e-da-terra-engenharias-e-ciencias-agrarias-5/?page=12&offset=55>
- Tavares, C. J.; Jakelaitis, A.; Rezende, B. P. M.; Cunha, P. C. R. da. Fitossociologia de plantas daninhas na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 1, p. 27–32, 2013. <https://doi.org/10.5039/agraria.v8i1a1849>
- Zelin, E.; Bussolaro, 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, p. 171–180, 2011. <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/328>