

Silicato de potássio como fonte de nutriente e resistência do milho (*Zea mays* L.) a lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*

Potassium silicate as nutrient source and resistance of maize (*Zea mays* L.) to fall armyworm, *Spodoptera frugiperda*

DOI:10.34117/bjdv8n6-030

Recebimento dos originais: 21/04/2022

Aceitação para publicação: 31/05/2022

Josué Chaves Ferreira

Graduado em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual do Piauí, Campus Poeta Torquato Neto
Instituição: Universidade Estadual do Piauí - UESPI
Endereço: Rua João Cabral, 2231, Bairro Pirajá, Teresina CEP: 64002-150
E-mail: zechavesferreira@gmail.com

Eslane Reis Farias Mendes

Graduada em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual do Piauí, Campus Poeta Torquato Neto
Instituição: Universidade Estadual do Piauí - UESPI
Endereço: Rua João Cabral, 2231, Bairro Pirajá, Teresina CEP: 64002-150
E-mail: eslany_reisfarias11@hotmail.com

Daniel Gomes e Silva

Graduando em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual do Piauí, Campus Poeta Torquato Neto
Instituição: Universidade Estadual do Piauí - UESPI
Endereço: Rua João Cabral, 2231, Bairro Pirajá, Teresina CEP: 64002-150
E-mail: ds2254678@gmail.com

Thais Santiago de Sousa

Graduada em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual do Piauí, Campus Poeta Torquato Neto
Instituição: Universidade Estadual do Piauí - UESPI
Endereço: Rua João Cabral, 2231, Bairro Pirajá, Teresina CEP: 64002-150
E-mail: thais.sousa123@hotmail.com

Fabício Custódio de Moura Gonçalves

Doutor em Agronomia (Horticultura) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", UNESP, FCA, Botucatu
Instituição: Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP
Endereço: Faculdade de Ciências Agrônômicas - Campus de Botucatu Portaria II Rodovia Alcides Soares, Km3, Fazenda Experimental Lageado – Botucatu - SP
CEP: 18610-034
E-mail: fabricio.custodiogoncalves2021@gmail.com

Francineuma Ponciano de Arruda

Doutora em Agronomia Solos e Nutrição de Plantas pela Universidade Federal da Paraíba - UFPB, Campus II

Instituição: Universidade Estadual do Piauí - UESPI

Endereço: Rua João Cabral, 2231, Bairro Pirajá, Teresina CEP: 64002-150

E-mail: neuma.arruda@cca.uespi.br

RESUMO

A adubação com silício (Si) pode ser utilizada como fonte de nutriente e resistência a pragas, refletindo em benefício na produção do milho (*Zea mays* L.). No entanto, para potencializar o seu efeito deve-se adotar como critério a escolha da fonte, o método de aplicação e a dose de silício. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do método de aplicação e de diferentes doses de silicato de potássio (K_2SiO_3) sobre características de produção e resistência de plantas de milho a lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*). Adotou-se o delineamento em blocos casualizados e esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelos métodos de adubação (via foliar e solo) e as subparcelas por doses de K_2SiO_3 , iguais a 1,0, 2,0, 3,0, 4,0 e 0,0 (controle) $L\ ha^{-1}$. Determinou-se peso médio e produtividade de espigas, teor de clorofila, número e porcentagem de plantas danificadas, além do número de lagartas nas espigas e nível de dano foliar. Dos resultados, o K_2SiO_3 na dose de até 4 $L\ ha^{-1}$, aplicado via solo ou foliar, apesar de reduzir a quantidade de *S. frugiperda* em espigas de milho, no entanto, não influencia a produtividade de plantas de milho verde, BRS 3046. Conclui-se que, o incremento das doses de K_2SiO_3 tende atenuar danos de lagarta-do-cartucho (*S. frugiperda*) em espigas de milho verde, BRS 3046, nas condições edafoclimáticas do município, Teresina, PI.

Palavras-chave: silício, atenuação de estresse, monocotiledônea, produtividade, pragas.

ABSTRACT

Fertilization with silicon (Si) can be used as source of nutrients and resistance to pests, resulting in a benefit in the production of maize (*Zea mays* L.). However, to enhance its effect, the choice of source, application method and silicon dose should be adopted as criteria. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of the application method and different doses of potassium silicate on yield traits and resistance of maize plants to fall armyworm (*Spodoptera frugiperda*). A randomized block design and split-plot design was adopted, with four replications. The plots were constituted by fertilization methods (via foliar and soil) and the subplots by doses of potassium silicate (K_2SiO_3), equal to 1.0, 2.0, 3.0, 4.0 and 0.0 (control) $L\ ha^{-1}$. The mean weight and yield of ears, chlorophyll content, number and percentage of damaged plants, as well as the number of caterpillars on the ears and level of leaf damage were determined. From the results, K_2SiO_3 at dose of up to 4 $L\ ha^{-1}$, applied via soil or foliar, despite reducing the amount of *S. frugiperda* in maize cobs, however, it does not influence the productivity of green maize plants, BRS 3046. It is concluded that the increase in K_2SiO_3 doses tends to attenuate the damage of fall armyworm (*S. frugiperda*) in ears of green maize, BRS 3046, in the soil and climate conditions of municipality, Teresina, PI.

Keywords: silicon, stress attenuation, monocots, productivity, pests.

1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é um cereal de alta qualidade nutritiva, fundamental para agricultura brasileira, estando presente em todas as regiões do país (ECKERT et al., 2018; EMBRAPA, 2019; CONAB, 2021). Na região Nordeste, com exceção do Cerrado, o seu cultivo ocorre de forma pulverizada, em pequenas propriedades, sem assistência técnica, preparo do solo ou adubação adequada. Esses fatores associados às condições climáticas desfavoráveis a cultura, especialmente quanto ao clima mais seco e altas temperaturas (SANTOS et al., 2009), contribuem para a baixa produtividade da cultura.

Além dos fatores relacionados ao clima, manejo do solo e dos nutrientes, a produtividade do milho também é afetada por fatores bióticos, como o ataque de pragas (CAIXETA et al., 2010). Dos insetos-pragas que atacam a cultura do milho e compromete a capacidade produtiva, destaca-se a *Spodoptera frugiperda*, também conhecida como lagarta-do-cartucho, pela frequência de ocorrência e voracidade com que destrói a área foliar dessa cultura, reduzindo a produção de 15 a 34% (CRUZ et al., 2006). A importância da lagarta-do-cartucho deve-se não somente aos danos provocados, mas também à dificuldade de seu controle que se dá quase que exclusivamente por aplicações de inseticidas organofosforados, carbamatos e piretróides, conhecidos pela sua alta toxicidade e pelo impacto que provocam no ambiente, além do custo de produção (SOUZA et al., 2010).

A nutrição das plantas através da aplicação de fertilizantes surge como uma alternativa sustentável para manejar a ocorrência de pragas em sistemas de plantio de milho, seja por conferir às plantas maior tolerância ao ataque ou ainda, por contribuir para uma nutrição mais adequada. Nos últimos anos o silício (Si) tem-se revelado um elemento benéfico ao crescimento e resistência de plantas a diversas doenças e pragas (ETESAMI; JEONG, 2018; THORNE et al., 2020). O Si atua ainda como um importante componente na melhoria do estado nutricional e nas propriedades físicas e químicas do solo, auxiliando na manutenção dos nutrientes nas formas disponíveis para as plantas (YAGHUBI et al., 2019), refletindo no crescimento e produção de biomassa (ABBAS et al., 2017; MANIVANNAN; AHN, 2017).

Na cultura do milho, a adição do Si forma uma barreira de resistência mecânica ao ataque de pragas e maior lignificação dos tecidos, prejudicando a alimentação da *S. frugiperda*, conseqüentemente, diminuindo a infestação e os prejuízos (COSTA et al., 2009; SOUZA et al., 2015).

O Si aplicado via foliar pode ser responsável por efeitos protetores contra estresses bióticos, prevenindo o ataque de insetos (DEBONA et al., 2017; SOURI et al., 2021). Quando aplicado via solo, melhora a arquitetura da planta, além de proporcionar maior aproveitamento da água e rendimento das culturas (ZANÃO JÚNIOR, 2007; JÚNIOR et al., 2009). Para Marafon e Endres (2011), no caso dos insetos mastigadores, os efeitos do Si são bastante nítidos, pois o endurecimento dos tecidos provoca o desgaste das mandíbulas, impedindo ou dificultando a mastigação e a ingestão dos tecidos da planta.

Dessa forma, a adubação com fonte de Si pode contribuir para a diminuição da utilização de defensivos agrícolas e, conseqüentemente, redução dos custos de produção, além de elevar a fertilidade do solo e da planta, cujos benefícios podem ser evidenciados na produtividade e qualidade do milho. No entanto, para potencializar o efeito de Si na cultura do milho, deve-se adotar como critérios, a escolha da fonte, o método e a dosagem adequada.

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito do método de aplicação e de diferentes doses de K_2SiO_3 sobre características de produção e resistência de plantas de milho a lagarta-do-cartucho (*S. frugiperda*) em diferentes períodos, nas condições edafoclimáticas do município de Teresina, PI.

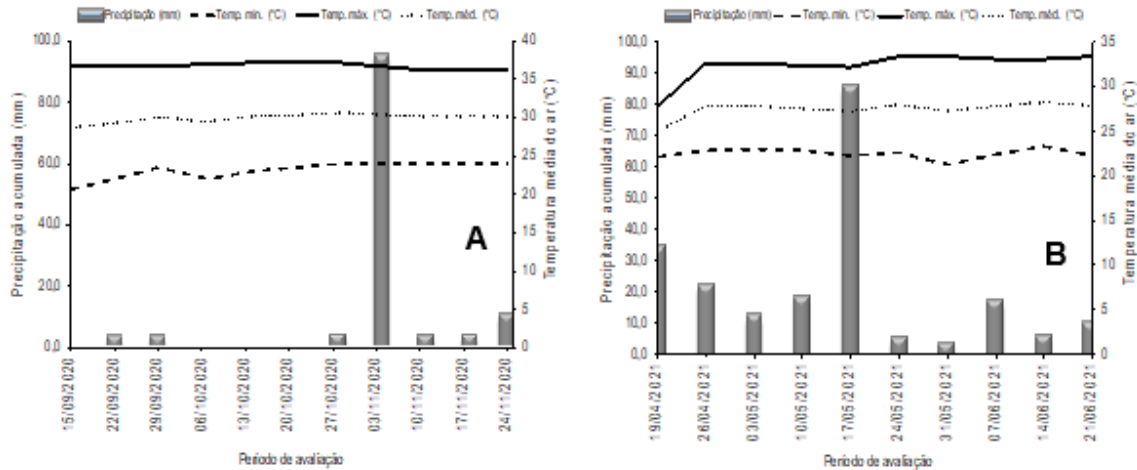
2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCAL E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Foram conduzidos dois experimentos consecutivos, ambos na área experimental do Colégio Técnico de Teresina (CTT) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), município de Teresina - PI (05°05' 2" S; 42°48'42" O e 72 m de altitude). O primeiro, ocorreu no período de setembro a novembro de 2020 e o segundo de abril a junho de 2021.

No período de condução da pesquisa, foi registrado temperatura média semanal em torno de 29,9 °C e 27,5 °C (mínima de 23,1 °C e 21,3 °C e máxima de 36,7 °C e 33,4 °C) e a precipitação acumulada de 103,5 mm e 185 mm (Figuras 1 A, B), respectivamente para o primeiro e segundo ensaio, por meio de uma estação meteorológica automática.

Figura 1 - Precipitação acumulada e temperatura média semanal correspondente ao período de setembro a novembro de 2020 (A) e abril a junho de 2021 (B).



Em ambos os cultivos foi utilizado o sistema de irrigação por aspersão convencional, com uma tubulação de distribuição contendo um aspersor para cada 04 (quatro) parcelas. As plantas foram irrigadas diariamente de acordo com a necessidade da cultura e as condições climáticas da região. A água utilizada para irrigação foi recalcada de um reservatório com capacidade para 100 m³, localizado a 50 m da área experimental, sendo proveniente de um poço tubular e classificada como e classificada como C₂S₁ (Água de moderada salinidade e baixo risco a sodicidade).

O solo da área experimental é classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Eutrófico (EMBRAPA, 2013), de textura arenosa e relevo suave ondulado, e apresentou, na camada de 0-20 cm de profundidade, as seguintes características químicas (Tabela 1).

Tabela 1 - Características químicas do solo da área experimental, CTT/UFPI, 2020 e 2021.

Ano	Análise química									
	pH	MO	P	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	H ⁺ +Al ⁺³	SB	CTC	V
	H ₂ O	dag kg ⁻¹	mg dm ⁻³	Cmol _c dm ⁻³			%			
2020	6,9	-	2,62	1,94	0,65	0,15	1,14	3,04	2,74	72,78
2021	5,9	2,1	23,00	1,50	0,40	0,07	1,10	1,97	3,07	64,17

Fonte: Laboratório de Análise de Solo UNITHAL – Tecnologia e Comércio de *Produtos Agropecuários* Ltda. MO: Matéria orgânica.

2.2 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento de blocos casualizados e parcelas subdivididas 2x5, com quatro repetições, totalizando 40 unidades experimentais. As parcelas foram constituídas por dois métodos de adubação, aplicação de K₂SiO₃ via

solo e foliar, e as subparcelas por quatro doses de K_2SiO_3 , 1,0, 2,0, 3,0 e 4,0 $L\ ha^{-1}$, e um controle (0,0 $L\ há^{-1}\ K_2SiO_3$). Cada unidade experimental foi composta por quatro fileiras de plantas, espaçadas 0,60m entre linhas e 0,30m entre covas, com 4,0 m de comprimento. Para a obtenção dos dados, foram utilizadas as duas fileiras centrais do milho, eliminando-se 1,0 m nas extremidades de cada fileira e as bordaduras, perfazendo uma área útil de 4,8 m^2 por parcela.

Para avaliar o efeito de K_2SiO_3 foi utilizado o híbrido triplo BRS 3046, conhecido popularmente como saboroso e recomendado para produção de milho verde na região Nordeste. É um híbrido de ciclo superprecoce, com florescimento masculino em torno de 60 dias, grãos dentados, espigas grandes, comprimento médio de 18 cm e bem empalhadas (EMBRAPA, 2018).

2.3 CONDUÇÃO E TRATOS CULTURAIS

A semeadura ocorreu manualmente, em ambos os experimentos, colocando-se duas sementes de milho por cova. O desbaste foi realizado 15 dias após à emergência - DAE, quando as plantas apresentavam de duas a três folhas totalmente expandidas, deixando-se a melhor planta por cova.

Por meio da correção do solo, elevou-se a saturação por base para 65%, aplicando-se 2,0 $t\ ha^{-1}$ de calcário dolomítico com 13% de MgO, 38% de CaO e poder reativo de neutralização total (PRNT) de 90%. Por ocasião do plantio foi realizada, em toda a área, uma adubação manual com NPK, de acordo com o resultado da análise do solo dos respectivos anos de cultivo (Tabela 1) e a necessidade da cultura, conforme Aquino et al. (1993), em plantas com folhas completamente desenvolvidas.

A partir da fonte de silício (K_2SiO_3), com teores de 12% Si e 15% de K_2O , foram estabelecidas as doses de 1,0 2,0 3,0 e 4,0 $L\ ha^{-1}$ de K_2SiO_3 aplicadas aos 15, 30, 45 e 60 dias após à emergência (DAE), quando as plantas atingiram o estágio fisiológico, respectivamente, V6 (seis folhas totalmente expandidas), V9 (nove folhas totalmente expandidas) e V12 (dose folhas totalmente expandidas). A aplicação em solo foi via cobertura e à aplicação foliar por meio de pulverizador pressurizado com CO_2 e volume de calda equivalente a 200 $L\ ha^{-1}$.

A cultura foi mantida livre de ervas daninhas, por meio de duas capinas manuais. A colheita, de ambos os experimentos foram realizadas manualmente, com 60 dias após o plantio, quando 50% das espigas da área útil atingiram o estágio de grão leitoso (R3),

com cerca de 70 a 80% de umidade.

No estágio reprodutivo de enchimento de grãos (R2), avaliou-se o teor de clorofila por meio de um clorofilômetro (SPAD- 502), em três pontos (terço inferior - TI, terço médio - TM e terço superior - TS) de cada um dos lados da nervura central da folha diagnóstica, localizada na base da espiga de quatro plantas selecionadas aleatoriamente na área útil de cada parcela.

2.4 VARIÁVEIS ESTUDADAS

A incidência da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) e os níveis de danos das plantas de milho foram avaliados aos 15, 30, 45 e 60 DAE, examinando-se a 3ª folha a partir da última lançada, por meio de uma escala de notas que varia de acordo com o nível de ataque, utilizando-se uma escala visual de injúrias proposta por Davis e Williams (1989) (Tabela 2), sendo a nota de injúria obtida da média das notas atribuídas por dois avaliadores.

Tabela 2 - Escala visual de injúrias para atribuição de notas de danos causados pela lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda* em plantas de milho.

Notas	Descrição dos danos
0	Sem danos visíveis.
1	Pequenas pontuações (tipo alfinete ou raspagem) em poucas folhas.
2	Pequenos danos em forma de furos em poucas folhas.
3	Danos em forma de furos em várias folhas.
4	Danos em forma de furos em várias folhas e lesões em poucas folhas.
5	Lesões em várias folhas.
6	Grandes lesões em várias folhas.
7	Grandes lesões em várias folhas e porções comidas em poucas folhas.
8	Grandes lesões e grandes porções comidas em várias folhas.
9	Grandes lesões e grandes porções comidas na maioria das folhas.

Fonte: Davis e Williams (1989).

As avaliações foram realizadas quinzenalmente após à aplicação de K_2SiO_3 , totalizando 4 avaliações. Foram contados ainda, o número total de plantas na área útil de cada parcela e o número total de plantas atacadas, para determinação da porcentagem de plantas atacadas (PPA), e o número de lagartas encontradas nas plantas e nas espigas de milho.

Após à colheita foi avaliado a produtividade do milho verde (PROD, Mg ha⁻¹) por meio do peso médio das espigas empalhadas (PMEE) produzidas em cada parcela, extrapolando-se o resultado para produtividade por tratamento; e o número de lagartas-do-cartucho (NLC) encontradas nas espigas colhidas.

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade ($p < 0,05$), Sisvar® versão 5.8 (FERREIRA, 2019). Para o fator quantitativo relativo às doses de K_2SiO_3 foi feita a análise de regressão polinomial.

Os dados referentes à porcentagem de plantas danificadas foram transformados em arco-seno ($x/100$) e os dados de contagem, em $\sqrt{(x+1)}$ antes da análise, para atender as pressuposições de normalidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 INCIDÊNCIA E NÍVEL DE DANO DA LAGARTA-DO-CARTUCHO NA CULTURA DO MILHO

Os dados apresentados na tabela 3, revelam que à aplicação de silicato de potássio (K_2SiO_3), via solo e foliar, sobre a incidência da lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) na cultura do milho não apresentam interação significativa ($p < 0,05$) entre os fatores métodos, doses de K_2SiO_3 e período de avaliação, dias após à emergência das plantas (DAE) para os indicadores de incidência da lagarta-do-cartucho (NPD, PPD e NDF), em ambos os períodos de avaliação, 2020 e 2021. Houve efeito isolado ($p < 0,05$) do fator período de avaliação para NPD, PPD e NDF nos diferentes anos de avaliação (Tabela 3).

Tabela 3 - Valores médios, teste F e coeficiente de variação para número de plantas danificadas (NPD), porcentagem de plantas danificadas (PPD) e nível de dano foliar (NDF) causado pela lagarta-do-cartucho (*S. frugiperda*), em plantas de milho, BRS 3046, submetidas à aplicação de K_2SiO_3 , via solo e foliar, em diferentes dias após à emergência (DAE), nos anos de 2020 e 2021.

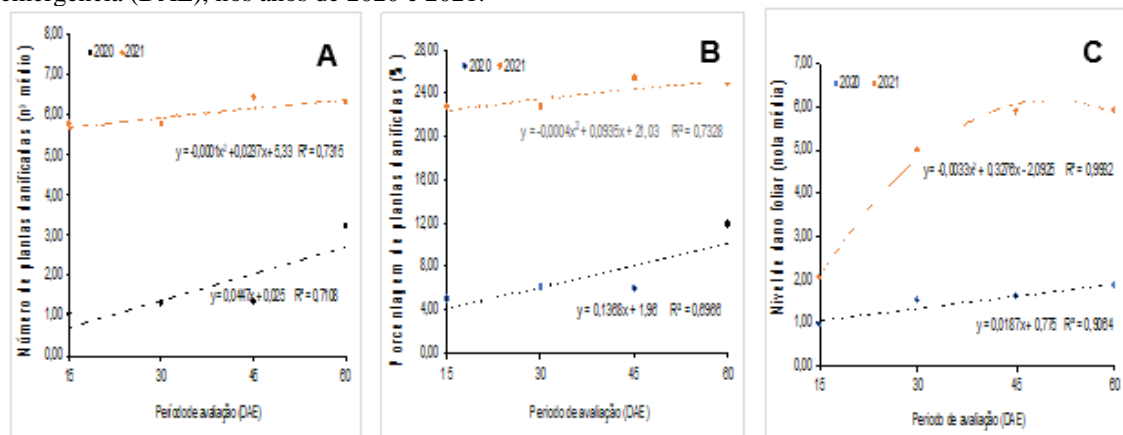
Métodos de aplicação/ doses de K_2SiO_3 - MAD (L ha ⁻¹)	NPD		PPD		NDF	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021
	---- Nº médio ----		----- % -----		--- Nota média ---	
Foliar / 0,0	1,31a	5,63a	5,66a	22,04a	1,56a	4,81a
Foliar / 1,0	1,81a	6,50a	5,96a	25,54a	1,94a	4,56a
Foliar / 2,0	1,69a	6,50a	6,70a	25,99a	1,31a	4,75a
Foliar / 3,0	1,88a	7,25a	8,99a	28,76a	1,06a	4,88a
Foliar / 4,0	2,38a	6,00a	8,92a	23,31a	1,44a	4,31a
Solo / 0,0	1,12a	5,63a	5,17a	21,88a	1,13a	4,81a
Solo / 1,0	1,75a	6,00a	8,06a	23,48a	1,44a	5,00a
Solo / 2,0	1,75a	5,25a	8,03a	21,30a	1,38a	4,56a
Solo / 3,0	1,56a	5,75a	6,52a	23,09a	1,44a	4,63a

Solo / 4,0	1,75a	5,75a	6,86a	22,75a	2,06a	4,63a
Teste F	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Dias após à emergência (DAE)						
15 (V3)	1,00	5,73	4,88	22,62	0,95	2,03
30 (V6)	1,28	5,73	5,96	22,62	1,50	4,98
45 (V9)	1,30	6,38	5,72	25,20	1,60	5,88
60 (R1)	3,23	6,28	11,80	24,81	1,85	5,90
Teste F	**	**	**	**	**	**
MAD x DAE	**	ns	**	ns	ns	ns
CV ₁ (%)	38,74	18,12	38,74	23,98	34,07	10,69
CV ₂ (%)	22,47	4,44	27,57	5,84	18,96	5,53

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV₁ – coeficiente de variação da parcela; CV₂ – coeficiente de variação das subparcelas. ns, * e ** - não significativo e significativo, respectivamente, a 5 e 1% de probabilidade.

Os valores médios de NPD, PPD e NDF tendem a aumentar de acordo com fase fenológica da cultura, independente das doses de K₂SiO₃ e do método de aplicação, via solo ou foliar, em ambos experimentos, sendo que os valores obtidos para essas variáveis se ajustaram ao modelo de regressão linear (Y = ax+b) em 2020, com coeficientes de determinação (R²) acima de 70%, e ao modelo de regressão polinomial de segundo grau (Y = ax²+bx+c) em 2021, com R² acima 73%, sendo o maior nível de dano (5,9), referente às injúrias visualmente identificadas nas folhas de milho, aos 49,8 dias após à emergência. Para NPD, PPD e NDF, houve diferença significativa entres os períodos de avaliação, com valores médios maiores no ano de 2021 (Figuras 2 A, B, C).

Figura 2 - Número de plantas danificadas, porcentagem de plantas danificadas e nível de dano foliar causado pela lagarta-do-cartucho (*S. frugiperda*) em milho, BRS 3046, em função de diferentes dias após à emergência (DAE), nos anos de 2020 e 2021.



Quanto ao nível de danos em folhas (NDF) de milho, verifica-se que, apesar de não haver diferença estatística entre os tratamentos, à aplicação via foliar de 4,0 L ha⁻¹ de K₂SiO₃, tende a apresentar menor nível de danos (4,31) (Tabela 3; Figura 2 C). Malfato e Mourão (2014) relatam que o K₂SiO₃ interfere positivamente na área foliar, reduzindo os danos causados pelo ataque da lagarta-do-cartucho.

Para o número de plantas danificadas (NPD) houve interação significativa (p<0,05) entre as doses de K₂SiO₃, aplicadas via foliar e solo, e o período de avaliação, apenas no ano de 2020 (Figura 2 B). Certamente em função das diferentes condições climáticas em que foi cultivado o BRS 3046 durante os períodos de 2020 e 2021, especialmente com relação a precipitação e a temperatura (Figura 1). Dos resultados, observa-se que apesar do NPD aumentar linearmente com o período de avaliação (Figura 2 B), e da interação significativa com as doses de K₂SiO₃, via foliar e solo, houve diferença (p<0,05) entre as doses de K₂SiO₃ apenas a partir dos 60 DAE (Tabela 4), onde a dose de 4,0 L ha⁻¹ aplicado via foliar e solo eleva os valores de número de plantas danificadas.

Tabela 4 - Número de plantas danificadas (NPD) e porcentagem de plantas danificadas (PPD) de milho, BRS 3046, em função das doses de K₂SiO₃ (1,0, 2,0, 3,0, 4,0 e 0,0 (controle) L ha⁻¹), aplicadas via solo e foliar, dias após à emergência (DAE), em 2020.

Método e doses de K ₂ SiO ₃ (L ha ⁻¹)	NPD (Nº médio)				PPD (%)			
	Dias após à emergência (DAE)							
	15	30	45	60	15	30	45	60
Foliar / 0,0	0,50a	1,00a	0,75a	3,00b	2,21bc	5,23a	3,06a	12,15bc
Foliar / 1,0	0,50a	1,25a	1,50a	4,00ab	1,93c	4,04a	6,10a	11,77bcd
Foliar / 2,0	1,75a	1,25a	1,25a	2,50b	7,51a	4,45a	4,45a	10,43bcd
Foliar / 3,0	1,25a	1,00a	1,00a	4,25ab	5,13ab	7,36a	7,35a	16,14ab
Foliar / 4,0	0,75a	0,75a	0,75a	7,25a	4,44abc	4,57a	4,57a	22,13a
Solo / 0,0	0,50a	1,25a	1,25a	1,50b	3,14abc	5,14a	6,42a	6,02cd
Solo / 1,0	1,25a	1,75a	1,75a	2,25b	6,89a	9,06a	7,13a	9,17bcd
Solo / 2,0	1,50a	1,50a	1,50a	2,50b	7,65a	7,65a	6,12a	10,71bcd
Solo / 3,0	1,00a	1,75a	1,75a	1,75b	4,94abc	7,05a	7,01a	7,13d
Solo / 4,0	1,00a	1,24a	1,50a	3,25ab	5,00ab	5,09a	5,02a	12,37bc

Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Apesar da PPD aumentar linearmente com o período de avaliação (Figura 2 B), houve diferença (p<0,05) entre as doses de K₂SiO₃ apenas aos 15 e 60 DAE (Tabela 4). As plantas que receberam a dose de 2,0 L ha⁻¹ via foliar apresentam maior porcentagem de danos aos 15 DAE. Aos 60 DAE, a maior porcentagem de plantas danificadas ocorreu com a dose de 4,0 L ha⁻¹ de K₂SiO₃ aplicado via foliar, que diferiu das demais doses independentes da forma de aplicação, exceto da dose 3,0 L ha⁻¹ (Tabela 4).

3.2 COMPONENTES DE PRODUÇÃO DO MILHO VERDE

Na tabela 5, os valores médios de componentes de produção da cultura de milho, BRS 3046, demonstram que não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre os fatores método de aplicação (parcelas) e doses de K_2SiO_3 (subparcelas) para as variáveis teor de clorofila (TC), peso médio de espigas (PME), produtividade (PROD) e número de lagartas em espigas (NLE). No entanto, observa-se efeito isolado ($p < 0,05$) das doses de K_2SiO_3 sobre o teor de clorofila no ano 2020 e número de lagarta em espigas no ano de 2021, apresentando valores médios superiores.

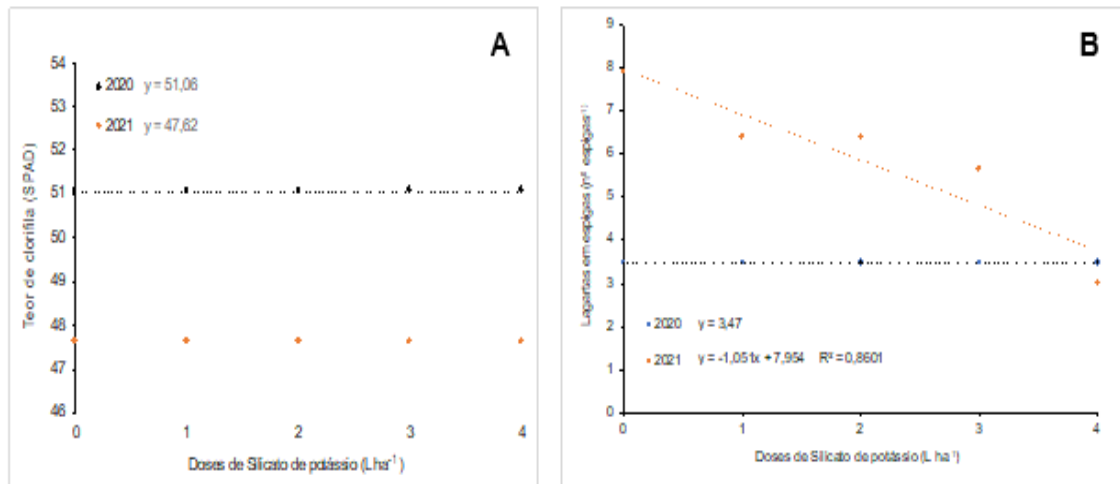
Tabela 5 - Valores médios, teste F e coeficiente de variação para teor de clorofila (TC), peso médio de espigas (PME), produtividade (PROD) e número de lagarta-do-cartucho (*S. frugiperda*) em espigas (NLE) de milho, BRS 3046, em função das doses de K_2SiO_3 (DSP) aplicadas via solo e foliar, nos anos de 2020 e 2021.

Doses de K_2SiO_3 (DSP) (L ha ⁻¹)	TC		PME		PROD		NLE	
	2020	2021	2020	2021	2020	2021	2020	2021
	---- SPAD ----		----- g -----		-- Mg ha ⁻¹ --		-- n° espiga ⁻¹ --	
0,0	52,60	46,80	267,50	295,20	13,50	14,90	3,75	7,88
1,0	49,80	48,50	261,20	280,70	13,10	14,20	3,12	6,38
2,0	49,10	46,50	263,70	277,10	13,20	13,90	3,12	6,37
3,0	52,10	46,60	243,70	281,50	12,20	14,20	3,12	5,63
4,0	51,70	49,70	276,20	304,60	13,90	15,30	4,25	3,00
Teste F	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
Método de aplicação (MA)								
Foliar	52,50a	48,80a	277,00a	299,60a	13,90a	14,98a	3,45a	4,90a
Solo	49,50a	46,40a	248,00a	276,10a	12,40a	13,80a	3,50a	6,80a
Teste F	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
DSP x MA	Ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV ₁ (%)	5,32	14,39	26,93	15,00	25,83	15,00	47,79	40,57
CV ₂ (%)	6,53	15,52	15,51	12,70	15,40	12,68	54,19	50,84

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV₁ – coeficiente de variação da parcela; CV₂ – coeficiente de variação da subparcelas. ns, * e ** - não significativo e significativo, respectivamente, a 5 e 1% de probabilidade.

Os dados obtidos para o teor de clorofila não se ajustaram a nenhum modelo de regressão linear ou polinomial (Figura 3 A), não sendo possível identificar a melhor dose a ser utilizada a partir dessa informação. Todavia, verifica-se que o teor médio de clorofila observado, tanto em 2020 (51,07) quanto em 2021 (47,62), está acima do nível crítico para o milho, com variação de 45 – 48, que é definido como o teor a partir do qual não mais haveria resposta à adubação (OLIVEIRA, 2020) (Figura 3 A).

Figura 3 - Teor de clorofila e número de lagarta-do-cartucho (*S. frugiperda*) por espiga de milho, BRS 3046, em função das doses de K_2SiO_3 nos anos de 2020 e 2021.



Com relação ao número de lagartas por espiga (NLE), observa-se que os valores médios diminuíram com o aumento das doses de K_2SiO_3 , no ano de 2021, diferente das doses de K_2SiO_3 em 2020 (Tabela 5 e Figura 3 B). Os dados obtidos para NLE se ajustaram ao modelo de regressão linear ($Y = ax+b$) com coeficiente de determinação (R^2) acima de 85% (Figura 3 B), evidenciando com isso a ação benéfica do K_2SiO_3 sobre a incidência de lagartas na espiga do milho, à medida que aumenta a dose. Zelin et al. (2011), observaram redução do número de lagartas na cultura da soja, com o aumento das doses de K_2SiO_3 .

Em geral, nas condições experimentais do presente estudo, os dados referentes ao efeito de K_2SiO_3 sobre a produção e indução de resistência de plantas de milho a lagarta-do-cartucho, *S. frugiperda*, observados a nível de campo são ainda contraditórios, dificultando um diagnóstico preciso quanto aos benefícios desse nutriente em cultivos comerciais. Silva (2009), afirma que discutir o efeito do Si em condição de campo é muito difícil, uma vez que inúmeros fatores podem influenciar na sua ação. Enquanto a aplicação via solo, ocorre variabilidade na solubilidade de vários silicatos, interferindo na concentração de Si em solução, na dependência das condições de cultivo (EPSTEIN; BLOOM, 2005).

4 CONCLUSÃO

Conclui-se que, incremento das doses de silicato de potássio (K_2SiO_3), via solo ou foliar, reduz a incidência de lagarta-do-cartucho (*Spodoptera frugiperda*) em espigas de

milho verde, no entanto, não influencia a produtividade de plantas de milho verde, BRS 3046, nas condições edafoclimáticas do município de Teresina, PI.

REFERÊNCIAS

ABBAS, T.; SATTAR, A.; IJAZ, M.; AATIF, M.; KHALID, S.; SHER, A. Exogenous silicon application alleviates salt stress in okra. *Horticulture, Environmental, and Biotechnology*, v. 58, n. 4, p. 342–349, 2017.

AQUINO, A. B.; AQUINO, B. F.; HERNANDEZ, F. F. F.; HOLANDA, F. J. M.; FREIRE, J.M.; CRISÓSTOMO, L. A.; COSTA, R. I.; UCHÔA, S. C. P.; FERNANDES, V. L. B. *Recomendações de adubação e calagem para o estado do Ceará*. Fortaleza: UFC, p.248. 1993.

CAIXETA, D. F.; FAGAN, E. B.; SILVA, C. P. L.; MARTINS, K. V.; ALVES, V. A. B.; SILVA, R. B.; GONÇALVES, L. A. Crescimento da plântula de milho à aplicação de inseticida na semente sob diferentes disponibilidades hídricas. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia (FVZA)*, v. 17, n. 1, p. 78-87, 2010.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira – Grãos. *Monitoramento agrícola - Safra 2021/22*, v. 9, n.3. Brasília, DF: CONAB, 2021. 100p.

COSTA, R. R.; MORAES, J. C.; COSTA, R. R. Interação silício imidacloprid no comportamento biológico e alimentar de *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de trigo. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, p. 455-460, 2009.

CRUZ, I.; VIANA, P. A.; WAQUIL, J. M. *Pragas da fase vegetativa e reprodutiva*. 2006. Disponível em: <<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/prvegetativa.htm>>. Acesso: 25 jan. 2022.

DAVIS, F. M.; WILLIAMS, W. P. Methods used to screen maize for and to determine mechanisms of resistance to the southwestern corn borer and fall armyworm. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON METHODOLOGIES FOR DEVELOPING HOST PLANT RESISTANCE TO MAIZE INSECT, 1989, México. *Proceedings...* México, p. 101-108. 1989.

DEBONA, D.; RODRIGUES, A.; DATNOFF, L. E. Silicon's Role in Abiotic and Biotic Plant Stresses. *Annual Review of Phytopathology*, v. 55, p. 85–107, 2017.

ECKERT, C. T.; FRIGO, E. P.; ALBRECHT, L. P.; ALBRECHT, A. J. P.; CHRIST, D.; SANTOS, W. G.; EGEWARTH, V. A. Maize ethanol production in Brazil: characteristics and perspectives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 82, p. 3907-3912, 2018.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 3. ed., Ver. e Ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Híbrido BRS 3046 amplia mercado do milho verde*. 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/31597511/hibrido-brs-3046-amplia-mercado-do-milho-verde>>. Acesso: 05 dez. 2021.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. SÉRIE DESAFIOS DO AGRONEGÓCIO BRASILEIRO (NT2) Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos. 2019. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/195075/1/Milho-caracterizacao.pdf>>. Acesso: 24 jan. 2020.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. *Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas*. Tradução: Maria Edna Tenório Nunes. Londrina: Planta, 2005, 403p.

ETESAMI, H.; JEONG, B. R. Silicon (Si): Review and future prospects on the action mechanisms in alleviating biotic and abiotic stresses in plants. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, v. 147, p. 881–896, 2018.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.

JÚNIOR, L.A.Z.; FONTES, R.L.F.; ÁVILA, V.T. Aplicação do silício para aumentar a resistência do arroz à mancha-parda. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 44, n. 2, p. 203-206, 2009.

MALFATO, R. A.; MOURÃO, A. P. M. Influência da adubação com silicato de potássio nos danos causados por *Spodoptera frugiperda* e na produtividade da cultura do milho. In: ENCONTRO CIENTÍFICO CULTURAL INTERINSTITUCIONAL, 12., 2014, ambiente virtual. *Anais [...]*. Ambiente virtual: FAG e Dom Bosco, p.1-8. 2014.

MANIVANNAN, A.; AHN, Y. K. Silicon regulates potential genes involved in major physiological processes in plants to combat stress. *Frontiers in Plant Science*, v. 8, p.1346, 2017.

MARAFON, A. C.; ENDRES, L. *Adubação silicatada em cana-de-açúcar*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. 48p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 165).

OLIVEIRA, D. W. N. *Fertilização silicatada com microssílica pode ser usada para controlar o psilídeo de concha em florestas de eucalipto?*. 2020. 32 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2020.

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T.; DO C. C. A. S., M. Adubação orgânica na cultura do milho no Brejo paraibano. *Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia*, v. 6, n. 2, 2009.

SILVA, A. C. A. *Efeito do silício aplicado no solo e em pulverização foliar na incidência da lagarta do cartucho na cultura do milho*. 2009. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Proteção de Plantas) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 2009.

SOURI, Z.; KHANNA, K.; KARIMI, N.; AHMAD, P. Silicon and plants: current knowledge and future prospects. *Journal Plant Growth Regulation*, v. 40, n. 3 p. 906–925, 2021.

SOUZA, M. M.; SILVA, A. R. S.; SILVA, L. R. T.; MEDEIROS, C. C.; MACEDO, L. P. M. Efeito do silício na mortalidade de lagartas de *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith, 1797) (Lepidoptera: Noctuidae), ao final do segundo instar. In: CONGRESSO DE PESQUISA E INOVAÇÃO DA REDE NORTE E NORDESTE DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA. 5., 2010, Maceió. *Anais [...]*. Maceió: IFAL, 2010.

SOUZA, J. P. F.; MARTINS, G. L. M.; PEREIRA, A. C.; BINOTTI, F. F. S.; MARUYAMA, W. I. Efeito de silicato de cálcio e magnésio no crescimento inicial de milho transgênico. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 2, n. 3, p. 13-17, 2015.

THORNE, J. H.; CHOE, H.; BOYNTON, R. M.; LEE, D. K. Open space networks can guide urban renewal in a megacity. *Environmental Research Letters*, v. 15, n. 9, p. 094080, 2020.

YAGHUBI, K.; VAFAEE, Y.; GHADERI, N.; JAVADI, T. Potassium silicate improves salinity resistant and affects fruit quality in two strawberry cultivars grown under salt stress. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v. 50, n. 12, p.1439-1451, 2019.

ZANÃO JÚNIOR, L.A. Resistência do arroz à mancha parda mediada por silício e manganês. 2007. 125 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Curso de Pós-graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, 2007.

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*, v. 4, n. 1, p.171-180, 2011.