



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS URUÇUÍ
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

GABRIELLA GUEDES AVELINO

**RESPOSTA DE CULTIVARES DE SOJA À SUPLEMENTAÇÃO DE SILÍCIO NO
CERRADO PIAUIENSE**

URUÇUÍ - PI

2023

GABRIELLA GUEDES AVELINO

RESPOSTA DE CULTIVARES DE SOJA À SUPLEMENTAÇÃO DE SILÍCIO NO
CERRADO PIAUIENSE

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Bacharelado em Engenharia
Agrônômica do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Uruçuí.

Orientador: Prof. Dr. Wallace de Sousa Leite.

URUÇUÍ - PI

2023

RESPOSTA DE CULTIVARES DE SOJA À SUPLEMENTAÇÃO DE SILÍCIO NO CERRADO PIAUIENSE

Gabriella Guedes Avelino¹
Wallace de Sousa Leite²

RESUMO

A suplementação de Silício (Si) na soja pode aprimorar seus componentes da produção e, consequentemente, aumentar a produtividade de grãos. Essa estratégia é particularmente valiosa para enfrentar variações climáticas, especialmente em áreas de cultivo de sequeiro. No entanto, pesquisas que explorem a relação entre diferentes cultivares de soja e a nutrição com Si no Cerrado ainda são limitadas. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo, avaliar os componentes de produção e a produtividade de grãos de diferentes cultivares de soja em resposta à suplementação de silício via foliar. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas 2x6, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por dois níveis de Si, ausência e presença do elemento, 0 e 8,4 g ha⁻¹ respectivamente, enquanto as subparcelas foram compostas por seis cultivares de soja: Olimpo IPRO, M8606 I2X, Domínio IPRO, Extrema IPRO, TMG 2379 IPRO e Ataque I2X. Foram analisados os seguintes caracteres: altura da planta, número de ramos, número de nós reprodutivos, número de vagens, número de grãos por vagem, massa de mil grãos e produtividade. A aplicação de Si promoveu melhoria no desempenho agrônomo das cultivares de soja utilizadas, impactando positivamente nos seus componentes de produção. A suplementação de Si demonstra ser benéfica para as cultivares M8606 I2X, Ataque I2X e Domínio IPRO, pois potencializa a produtividade de grãos, sendo estas cultivares responsivas ao fornecimento do elemento.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.); silício foliar; componentes de produção.

ABSTRACT

Silicon (Si) supplementation in soybeans can improve its production components and, consequently, increase grain productivity. This strategy is particularly valuable for coping with climate variations, especially in rainfed farming areas. However, research exploring the relationship between different soybean cultivars and Si nutrition in the Cerrado is still limited. Therefore, the present study aimed to evaluate the production components and grain productivity of different soybean cultivars in response to foliar silicon supplementation. The experiment was conducted in a randomized block design, in 2x6 split plots, with four replications. The plots consisted of two levels of Si, absence and presence of the element, 0 and 8.4 g ha⁻¹ respectively, while the subplots were composed of six soybean cultivars: Olimpo IPRO, M8606 I2X, Domínio IPRO, Extrema IPRO, TMG 2379 IPRO and I2X Attack. The following characters were analyzed: plant height, number of branches, number of reproductive nodes, number of pods, number of grains per pod, mass of one thousand grains and productivity. The application of Si promoted an improvement in the agronomic performance of the soybean cultivars used, positively impacting their production components. Si supplementation proves to

¹ Graduanda em Engenharia Agrônoma. Instituto Federal do Piauí - *campus* Uruçuí. gabi19guedes@gmail.com

² Doutor em Agronomia - produção vegetal, professor e coordenador de pesquisa e inovação, Instituto Federal do Piauí - *campus* Uruçuí. wallace.leite@ifpi.edu.br

be beneficial for the cultivars M8606 I2X, Attack I2X and Domínio IPRO, as it enhances grain productivity, with these cultivars being responsive to the supply of the element.

Keywords: *Glycine max* (L.); leaf silicon; production components.

Data de aprovação: 06/12/2023

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma planta oleaginosa e herbácea, pertencente à família Fabaceae, que apesar de geralmente não ser reconhecida como alimento básico, foi responsável por promover várias transformações na base da produção brasileira a partir do ano de 1960 (Nepomuceno; Farias; Neumaier, 2021). Sua importância é abrangente, incluindo a produção de alimentos, matéria-prima para derivados, como óleo e farelo, e seu uso nas indústrias de cosméticos, farmacêutica e veterinária (Aprosoja, 2021).

No Brasil, o complexo soja é um dos pilares do agronegócio, englobando mais de 243 mil produtores e cerca de 1,4 milhões de empregos (Aprosoja, 2021; Coelho et al., 2019). Na safra 2022/23, a produção nacional foi de 154.617,4 mil toneladas de grãos, com o país mantendo sua posição de líder mundial na produção de soja. No estado do Piauí, a safra atingiu um volume de produção de 3.549 mil toneladas de grãos, com uma produtividade média de 3.634 kg ha⁻¹. No cenário regional, o Piauí detém a terceira maior produção de soja, o que representa 23% da produção nordestina, ficando atrás dos estados da Bahia e Maranhão (Conab, 2023).

O silício (Si) não é um elemento essencial às plantas do ponto de vista fisiológico, mas é um elemento benéfico para o crescimento e desenvolvimento das plantas, bem como para fornecer proteção contra vários tipos de estresses abióticos e bióticos, sendo a absorção, transporte e acumulação do elemento favorável às plantas (Gaur et al., 2020).

As plantas absorvem este elemento sob a forma de ácido monossilícico (H₄SiO₄), requerendo energia para o processo, e o encontram em sua estrutura na forma de sílica amorfa (SiO₂.nH₂O) (Faquin, 2005). A aplicação do silício pode ocorrer via solo (Pereira Júnior et al., 2010) ou foliar (Moreira, et al., 2010), dependendo do fertilizante, porém é importante saber que ambos obtêm resultados positivos e satisfatórios. Além disso, o Si pode ser aplicado via fertirrigação (Ipni Canadá, 2011).

Estudos elucidaram que a aplicação de Si potencializa a resposta das culturas sob estresse abiótico, principalmente em condições de restrição hídrica (Leite et al., 2023; Merwad et al., 2018; Silva et al., 2019), pois aumenta o teor de clorofila (Ávila et., 2020), a capacidade

fotossintética (Ávila et al., 2021), reduz a transpiração (Santos et al., 2022) e aumenta a atividade antioxidante (Verma et al., 2019), no entanto, a maioria dos estudos sobre o Si destacam as plantas em situações de estresses, havendo pouca pesquisa que investigue a resposta das culturas anuais quando adequadamente nutridas e em condições de campo, sendo crucial expandir as investigações nesse aspecto (Souza Júnior et al., 2022).

A capacidade acumulativa de Si em algumas espécies de plantas varia significativamente, podendo assim serem divididas em dois grupos: acumuladoras e não acumuladoras. As ditas acumuladoras como é o caso das monocotiledôneas podem conter entre 10-15% de SiO₂, já as não acumuladoras como as dicotiledôneas apresentam teores menores que 0,5% de SiO₂ (FAQUIN, 2005).

A soja é uma cultura pertencente a um grupo de espécies de plantas não acumuladoras de Si, no entanto, a adubação via foliar pode contornar a deficiência desse nutriente pelas dicotiledôneas, fornecendo este elemento benéfico de forma mais eficiente. Estudos indicam que esse fornecimento via foliar, com o uso de pequenas quantidades do elemento, pode ser alternativa viável para as plantas, suprimindo a necessidade e/ou estimulando a absorção de Si e outros nutrientes (Faquin, 2005; Figueiredo et al., 2010; Sousa et al., 2010), devido a eficácia, praticidade, menores doses utilizadas e por ser adaptável aos pulverizadores normalmente utilizados por muitos produtores.

Sugere-se que a resposta da soja ao silício pode ser afetada por vários fatores, como diferentes cultivares, doses de aplicação e condições ambientais do local de cultivo. Assim, torna-se crucial realizar pesquisas para esclarecer de forma precisa a relevância da utilização comercial do Si na cultura da soja. Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo, avaliar os componentes de produção e a produtividade de grãos de diferentes cultivares de soja em resposta à suplementação de silício via foliar.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condição de sequeiro no ano agrícola 2022/2023, na Fazenda Escola do Instituto Federal do Piauí (IFPI) - *campus* Uruçuí, no município de Uruçuí - PI que, apresenta as coordenadas geográficas 7°16'32,7"S, 44°30'21,2"O e altitude de 378 m. O clima da região é Aw, característico de clima tropical e inverno seco (Köppen, 1936), a temperatura anual varia de 22 °C a 37 °C, e a pluviosidade média anual é de 1.069 mm.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas 2 x 6, com quatro repetições. As parcelas foram constituídas por duas doses de Si, ausência e presença do elemento, 0 e 8,4 g ha⁻¹ respectivamente, correspondente a uma

concentração de 70 mg L⁻¹ de Si com volume de calda de 120 L ha⁻¹, enquanto as subparcelas foram compostas por seis cultivares de soja, que estão descritas na Tabela 2. Cada subparcela (unidade experimental) foi composta por quatro linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,50 m. As duas linhas centrais foram consideradas úteis, desprezados 0,5 m em cada extremidade, totalizando 4 m² de parcela útil do experimento.

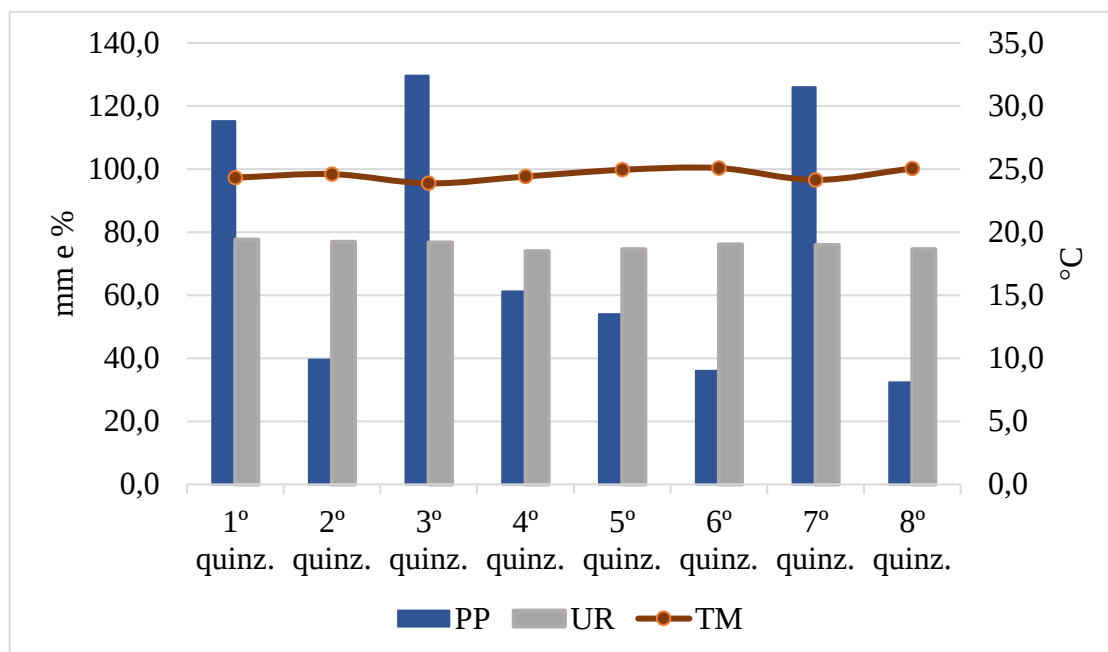
Tabela 02: Características agronômicas das cultivares de soja utilizadas no experimento.

Cultivares	Grupo de maturação	Hábito de crescimento	Ciclo de maturação (dias)	Massa de mil grãos (g)
Olimpo IPRO	8.0	Indeterminado	108	171
M8606 I2X	8.6	Determinado	123	160
Domínio IPRO	8.4	Indeterminado	116	181
Extrema IPRO	8.1	Indeterminado	110	181
TMG 2379				
IPRO	7.9	Semideterminado	108	141
Ataque I2X	8.1	Indeterminado	110	161

Fonte: Brasmax; Monsoy; TMG.

Os dados médios referentes a precipitação (PP), umidade relativa do ar (UR) e temperatura média (TM) foram coletados por meio de uma estação meteorológica automática registrada no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) em Uruçuí-PI, desde o dia 14 de dezembro de 2022 até 10 de abril de 2023, período de execução do projeto e, encontram-se resumidos na Figura 1.

Figura 1 - Dados de precipitação, umidade e temperatura média registrados durante o período de condução do experimento.



Fonte: Avelino (2023); INMET (2023).

O solo da área experimental é classificado como Latossolo com textura franco-arenosa (Jacomine et al., 1986) apresentando 28% de argila e, para avaliação de seus atributos químicos e físicos foi realizado a análise de solo na camada de 0 a 0,20 m (Tabela 1).

Tabela 1 - Resultado da análise química do solo da área experimental.

pH	M.O	P*	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V
CaCl ²	g Kg	mg dm ⁻³	cmol dm ⁻³						%
4,9	18,6	10,5	2,48	0,13	2,7	1,22	4,05	6,53	62

* (Extrator Mehlich 1)

Para a instalação do experimento, o preparo do solo foi efetuado de forma convencional, a correção do mesmo foi realizada utilizando o calcário dolomítico PRNT 82,5%, na dose de 1,5 t ha⁻¹. Na adubação de plantio, foi aplicado 285 kg ha⁻¹ de NPK por meio do formulado 5-30-15, em cobertura foi realizada a aplicação de 45 kg ha⁻¹ de K₂O, usando o fertilizante cloreto de potássio, aos 30 dias após a semeadura - DAS (Seixas et al., 2020).

A adubação de micronutrientes foi realizada via aplicação foliar, com volume de calda de 120 L ha⁻¹, sendo três aplicações do produto MS-Florada (1% K₂O; 13 % Ca; 8% B) na dose 0,56 kg ha⁻¹, duas aplicações do produto Broadacre Mn (50% Mn) na dose 0,5 kg ha⁻¹, e uma aplicação do produto CMZ Infinity (Cu, Mo, Zn) na dose de 0,2 L ha⁻¹.

Antes da semeadura, as sementes foram tratadas com inseticida Terra Forte (Fipronil), na dose de 200 mL/100 kg de sementes, fungicida Certeza (Tiofanato Metílico + Fluazinam), na dose de 500 mL/100 kg de sementes. Após o tratamento das sementes, foi realizado a inoculação das mesmas, com o produto Rhizotrop 2 (*Bradyrhizobium japonicum*), na dose de 400mL/100 kg de sementes.

A semeadura foi realizada no dia 14 de dezembro de 2022, de forma manual, distribuindo 22 sementes por metro linear. O desbaste foi realizado 12 DAS, continuando uma densidade de 16 plantas por metro para todas as cultivares, exceto a M8606 I2X que foi estabelecida com 11 plantas por metro linear.

O controle de pragas e doenças foi realizado conforme necessidade apontada pelo monitoramento, sendo realizadas três aplicações do fungicida Teburaz (Azoxistrobina + Tebuconazol), na dose de 0,5 L ha⁻¹, uma aplicação do fungicida Milcozeb (Mancozebe), na dose de 1,5 kg ha⁻¹, três aplicações do inseticida Connect (Imidacloprido + Beta-ciflutrina), na dose de 0,96 L ha⁻¹, e uma aplicação do inseticida AutênticoBR (Acetamiprido), na dose de 0,3 kg ha⁻¹.

A fonte de silício utilizada no experimento foi o silicato de potássio, fornecido por meio do produto comercial Sifol (12% de Si e 15% de K₂O). A aplicação do elemento iniciou aos 44 DAS, posteriormente foram realizadas mais duas aplicações aos 55 e 65 DAS, respectivamente.

À medida em que as cultivares atingiam o estágio de maturação completa (R8) (Fehr; Caviness; Vorst, 1977), eram coletadas seis plantas da área útil para determinação da altura de plantas (AP), número de ramos (NR), número de nós reprodutivos (NNR), número de vagens por planta (NVP), vagens com 1 grão (VC1G), vagens com 2 grãos (VC2G), vagens com 3 grãos (VC3G), vagens com 4 grãos (VC4G), massa de mil grãos (MMG), em g, e produtividade de grãos (PG). Os valores de produtividade em kg ha⁻¹, foram obtidos após a realização da trilha mecanizada de todas as vagens por planta da parcela útil, e sua devida correção quanto ao teor de umidade dos grãos para 13%.

Os dados obtidos no experimento foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey (p<0,05). As análises estatísticas foram processadas utilizando-se o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2019).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância demonstra que houve resposta significativa (p<0,05) entre as cultivares para todas as variáveis, exceto para vagens com 3 grãos (VC3G) (Tabela 3). Para as variáveis altura de planta (AP), número de vagens por planta (NVP), vagens com 3 grãos

(VC3G), vagens com 4 grãos (VC4G), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PG), a suplementação de Si foi significativa.

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para as variáveis altura de plantas (AP), número de ramos (NR), número de nós reprodutivos (NRR), número de vagens por planta (NVP), vagens com 1 grão (VC1G), vagens com 2 grãos (VC2G), vagens com 3 grãos (VC3G), vagens com 4 grãos (VC4G), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PG) de diferentes cultivares de soja em função da aplicação de Si via foliar. Uruçuí, PI, 2023.

Fonte de Variação	GL	QUADRADO MÉDIO				
		AP	NR	NRR	NVP	VC1G
Silício (Si)	1	898,73**	0,03 ns	14,96 ns	112,24*	2,56 ns
Cultivar (C)	5	148,57**	8,88**	85,66**	108,75**	4,02*
Si x C	5	20,93 ns	0,55 ns	5,60 ns	7,53 ns	0,38 ns
Erro	36	28,55	0,52	6,75	24,94	1,15
C.V (%)		8,09	23,63	15,67	18,02	36,31
Média geral		66,06	3,05	16,58	27,71	2,96
		VC2G	VC3G	VC4G	MMG	PG
Silício (Si)		0,17 ns	83,21**	5,33**	0,00025*	2042988,90**
Cultivar (C)		66,54**	10,50 ns	5,75**	0,00224**	1517790,58**
Si x C		5,24 ns	0,53 ns	0,99 ns	0,00003 ns	58268,37 ns
Erro		6,25	6,85	0,55	0,00005	7456,2
C.V (%)		22,3	21,26	56,47	4,88	10,29
Média geral		11,21	12,32	1,32	0,14	2653,12

C.V: coeficiente de variação. **: significativo a 1%. *: significativo a 5%. ns: não significativo pelo teste F (5%).
Fonte: Avelino (2023).

A aplicação de Si dentro da mesma cultivar promoveu aumento na AP para as cultivares M8606 I2X, Extrema IPRO, TMG 2379 IPRO e Ataque I2X (Figura 2). Já entre as cultivares dentro do mesmo nível de Si, não houve diferença estatística, exceto para a cultivar Olimpo IPRO que apresentou altura de 61,5 cm. A altura de plantas é um importante indicador para o manejo da cultura e possui relevância para o momento da colheita, seu porte é influenciado pelas condições ambientais, como também pelas características genéticas da cultivar (Nepomuceno; Farias; Neumaier, 2021).

No presente trabalho, a maioria das cultivares não apresentaram aumentos significativos quanto a AP, no entanto é possível observar incrementos nos valores quando o Si é aplicado. Em um estudo realizado por Pereira Júnior et al. (2010) com silício via solo em diferentes doses (0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450 e 500 kg ha⁻¹) seus resultados foram significativos quanto a AP à medida que ocorreu o aumento das doses.

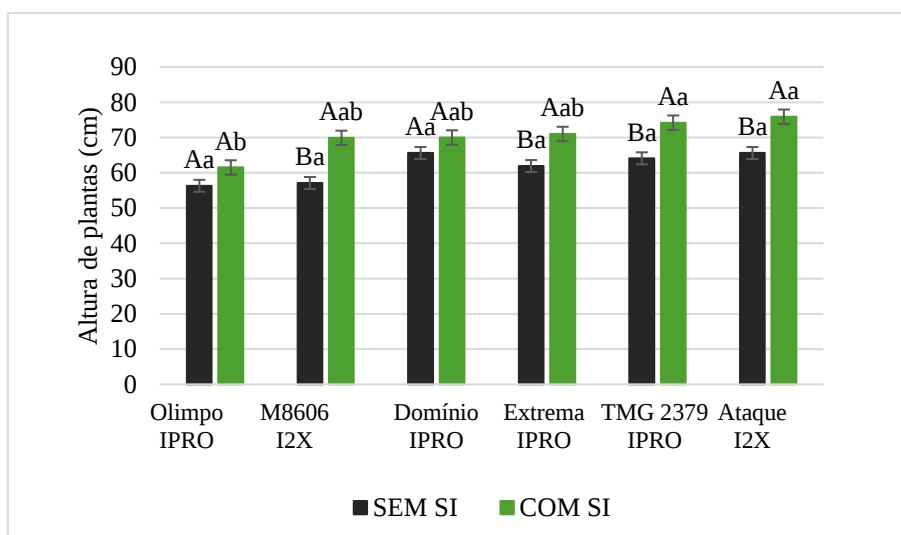


Figura 2 - Altura de plantas (AP) de diferentes cultivares de soja com e sem a aplicação de Si via foliar. Letras maiúsculas mostram diferenças entre os níveis de Si dentro da mesma cultivar; Letras minúsculas mostram diferenças entre cultivares dentro do mesmo nível de Si, por meio do teste de Tukey ($p < 0,05$). As barras representam a média e o erro padrão da média ($n = 4$).
Fonte: Avelino (2023).

Para o NR a aplicação entre os níveis de Si dentro da mesma cultivar não promoveu alteração significativas nas cultivares (Figura 3). Quando submetidas ao mesmo nível de Si, as cultivares M8606 I2X e Ataque I2X obtiveram os melhores resultados na ausência de Si, enquanto, a cultivar M8606 I2X obteve maior resultado na condição com Si. Em razão da alta plasticidade fenotípica da soja, em que a planta consegue remodelar sua morfologia e componentes do rendimento, para adaptar-se a condição exigida pelo arranjo de plantas, as mesmas podem emitir maior quantidade de ramos, sendo esse importante componente na formação da produtividade (Balbinot Junior et al., 2015).

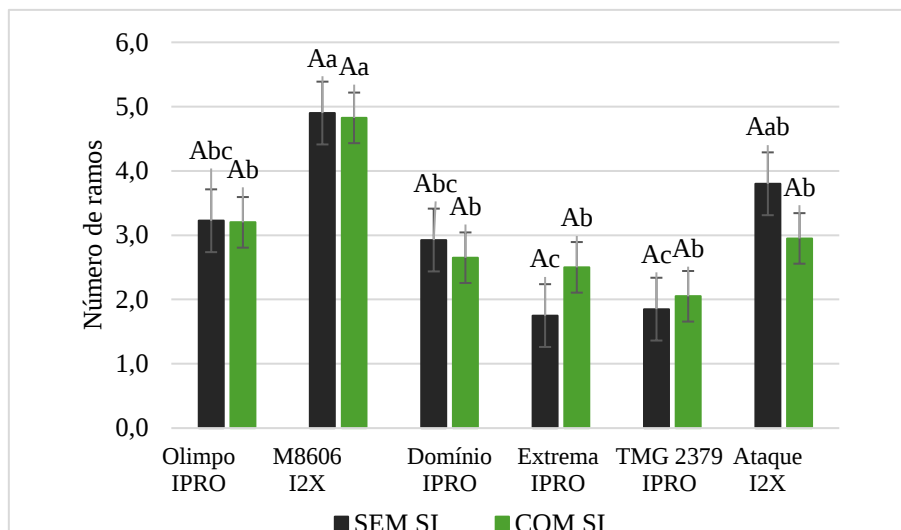


Figura 3 - Número de ramos (NR) de diferentes cultivares de soja com e sem a aplicação de Si via foliar. Letras maiúsculas mostram diferenças entre os níveis de Si dentro da mesma cultivar; Letras minúsculas mostram diferenças entre cultivares dentro do mesmo nível de Si, por meio do teste de Tukey ($p < 0,05$). As barras representam a média e o erro padrão da média ($n = 4$).
Fonte: Avelino (2023).

Para a variável NNR (Figura 4), a aplicação de Si não promoveu alteração no comportamento das cultivares em comparação a ausência do elemento. Entre as cultivares, dentro do mesmo nível de Si, as cultivares Olimpo, M8606 I2X e Ataque I2X, apresentaram melhor resposta quando não houve o fornecimento de Si, enquanto, a M8606 I2X obteve desempenho superior as demais quando o Si foi fornecido.

De acordo com Thomas (2018), a cultura da soja apresenta uma característica quanto ao tipo de crescimento, podendo ser diferenciada em determinada, que após o início do estágio fenológico R1 (florescimento), cresce pouco e não apresenta ramificações, cessando a produção de nós. O tipo indeterminado, é caracterizado pela produção de nós no caule principal e seu crescimento permanece após o início do estágio R1. E ainda o tipo semideterminado que é um meio termo, entre o determinado e indeterminado. Assim, o número de nós está intrinsecamente relacionado com o todos os estádios seguintes da planta, sendo um fator determinante para produtividade.

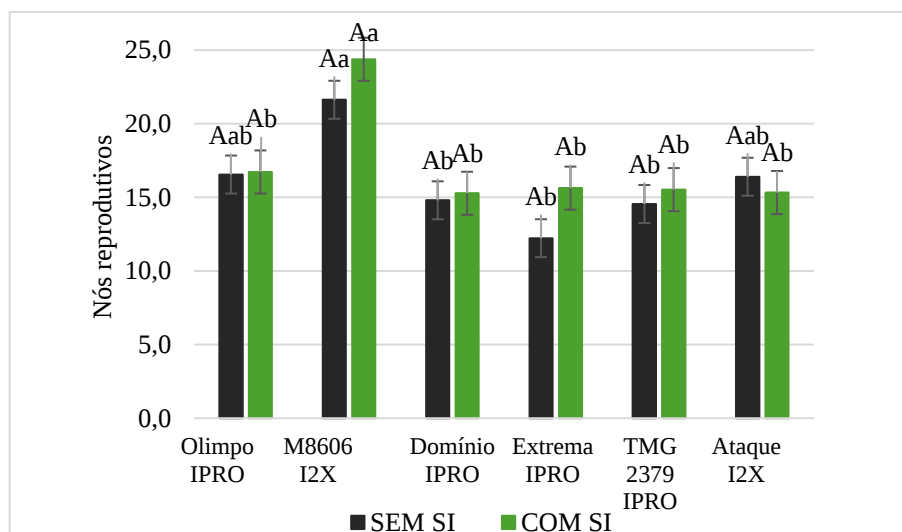


Figura 4 - Números de nós reprodutivos (NNR) de diferentes cultivares de soja com e sem a aplicação de Si via foliar. Letras maiúsculas mostram diferenças entre os níveis de Si dentro da mesma cultivar; Letras minúsculas mostram diferenças entre cultivares dentro do mesmo nível de Si, por meio do teste de Tukey ($p < 0,05$). As barras representam a média e o erro padrão da média ($n = 4$).

Fonte: Avelino (2023).

Para a variável NVP (Figura 5) entre os níveis de Si dentro da mesma cultivar a suplementação de Si não influenciou no desempenho das cultivares em comparação a ausência do elemento. Entre as cultivares dentro do mesmo nível de Si, não houve diferença estatística quanto ao uso do elemento, no entanto, a cultivar Extrema IPRO que na ausência de Si, obteve menor resultado quando comparada as demais, teve o seu NVP aumentado na presença do Si, apresentando desempenho semelhante ao observado pelas demais cultivares. O número de vagens por planta é um dos principais componentes de produção da soja, indicador intermediário de produtividade, visto que é determinado pelo florescimento por planta e a quantidade destas que se expressam até vagens (Mauad et al., 2010).

No trabalho realizado por Felisberto et al. (2021) com a finalidade de avaliar a eficiência de aplicação de diferentes fontes de silício em soja, foi possível observar na variável NVP que a aplicação do Si na cultura provocou um aumento linear no número de vagens por planta, sendo esse em média de 27 vagens.

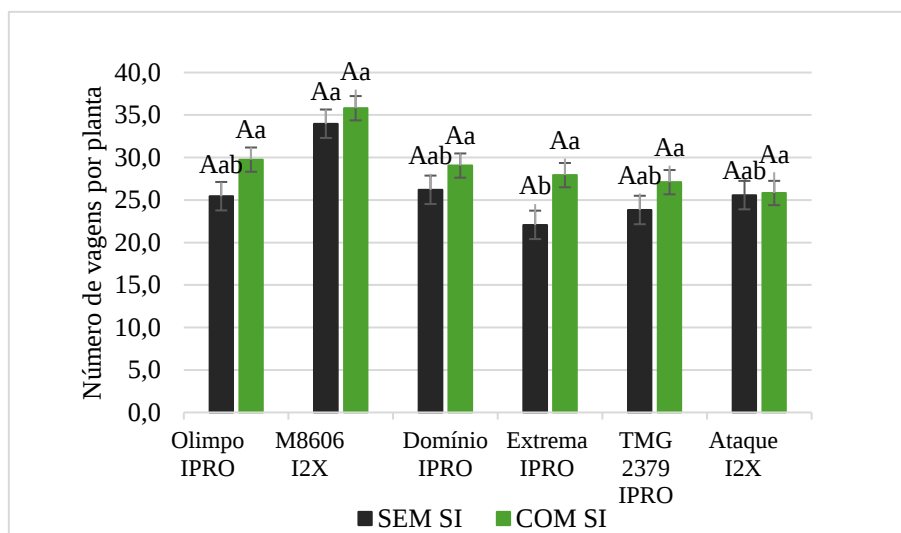


Figura 5 - Número de vagens por planta (NVP) de diferentes cultivares de soja com e sem a aplicação de Si via foliar. Letras maiúsculas mostram diferenças entre os níveis de Si dentro da mesma cultivar; Letras minúsculas mostram diferenças entre cultivares dentro do mesmo nível de Si, por meio do teste de Tukey ($p < 0,05$). As barras representam a média e o erro padrão da média ($n = 4$).

Fonte: Avelino (2023).

Os resultados obtidos para as variáveis VC1G, VC2G, VC3G e VC4G (Tabela 4), demonstram que, entre os níveis de Si dentro da mesma cultivar, apenas as cultivares Domínio IPRO e Extrema IPRO foram influenciadas estatisticamente para a variável VC4G, não havendo, portanto, diferença entre as demais variáveis. Já entre as cultivares dentro do mesmo nível de Si, para a variável VC1G, apenas a cultivar Ataque I2X apresentou menor resultado quando comparado as demais na presença do elemento. Na variável VC2G, as cultivares Olimpo IPRO, M8606 I2X e TMG 2379 IPRO, obtiveram os melhores resultados estatisticamente quando suplementadas com Si.

Para a variável VC3G, não houve diferença estatística para as cultivares quando suplementadas ou não pelo Si. Já para as VC4G, as cultivares Domínio IPRO e Extrema IPRO apresentaram os melhores resultados quando na presença do elemento. O número de grãos por vagens na cultura da soja, sofre maior influência da genética, do que do ambiente, e esse fator está diretamente relacionado com o rendimento da cultura, uma vez que mais grãos por vagem geralmente resultam em maior produtividade (Tejo; Fernandes; Buratto, 2019).

Tabela 4 - Médias dos caracteres vagens com 1 grão, 2 grãos, 3 grãos e 4 grãos em diferentes cultivares de soja com e sem a aplicação de Si via foliar.

Cultivares	VC1G		VC2G		VC3G		VC4G	
	COM SI	SEM SI	COM SI	SEM SI	COM SI	SEM SI	COM SI	SEM SI
Olimpo								
IPRO	3,8 Aa	3,7 Aa	12,6 Aab	11,8 Ab	12,5 Aa	9,4 Aa	0,8 Ac	0,5 Aa
M8606								
I2X	3,2 Aab	3,2 Aa	15,7 Aa	17,5 Aa	15,4 Aa	12,4 Aa	1,0 Ac	0,8 Aa
Domínio								
IPRO	2,5 Aab	3,5 Aa	10,3 Ab	10,0 Ab	13,5 Aa	10,5 Aa	3,2 Aa	1,8 Ba
Extrema								
IPRO	2,5 Aab	3,4 Aa	9,0 Ab	8,6 Ab	13,0 Aa	10,9 Aa	3,0 Aab	1,3 Ba
TMG								
2379								
IPRO	3,0 Aab	3,4 Aa	11,3 Aab	9,3 Ab	12,6 Aa	10,7 Aa	0,4 Ac	0,3 Aa
Ataque								
I2X	1,3 Ab	2,0 Aa	8,1 Ab	10,4 Ab	14,8 Aa	12,2 Aa	1,6 Abc	1,2 Aa

Letras maiúsculas mostram diferenças entre os níveis de Si dentro da mesma cultivar; Letras minúsculas mostram diferenças entre cultivares dentro do mesmo nível de Si, por meio do teste de Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: Avelino (2023).

Para a variável MMG (Figura 6) entre os níveis de Si dentro da mesma cultivar, a Domínio IPRO apresentou diferença estatística, sendo que a utilização do elemento promoveu menor MMG a cultivar. Já entre as cultivares dentro do mesmo nível de Si, a cultivar Olimpo IPRO apresentou o melhor desempenho em comparação as demais cultivares, independente do fornecimento ou não de Si. Já a cultivar M8606 I2X, apresentou os menores valores em ambas as condições de Si. A MMG é um importante componente quanto a qualidade de grãos e sementes, além de ser um parâmetro utilizado na estipulação de sementes necessárias para o momento do plantio (Onetta; Ruffato, 2018; Gabbi; Martins; Gerhardt, 2019).

Moreira et al. (2010) ao avaliar a reposta da cultura da soja a aplicação de silício foliar observou que três aplicações do elemento não apresentaram grande efeito sob a variável MMG, ou seja, a aplicação do elemento não necessariamente promove o aumento na MMG. Semelhante, Coelho et al. (2019), em seu estudo, observou que plantas de soja com maior número de grãos apresentaram os menores valores de MMG.

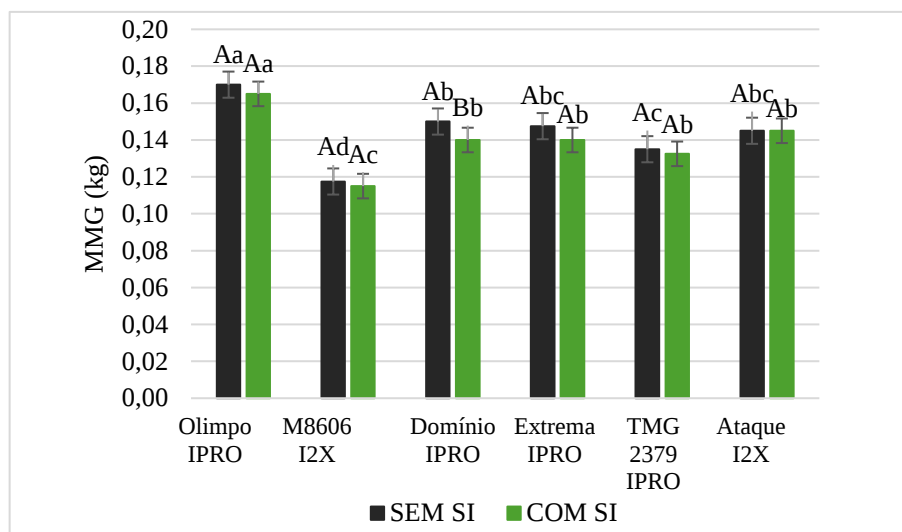


Figura 6 - Massa de mil grãos (MMG) de diferentes cultivares de soja com e sem a aplicação de Si via foliar. Letras maiúsculas mostram diferenças entre os níveis de Si dentro da mesma cultivar; Letras minúsculas mostram diferenças entre cultivares dentro do mesmo nível de Si, por meio do teste de Tukey ($p < 0,05$). As barras representam a média e o erro padrão da média ($n = 4$).

Fonte: Avelino (2023).

A suplementação de Si dentro da mesma cultivar promoveu aumento na PG das cultivares M8606 I2X, Domínio IPRO e Ataque I2X em comparação ao não fornecimento do elemento (Figura 7). Já entre as cultivares dentro do mesmo nível de Si, na presença do elemento, apenas a cultivar M8606 I2X apresentou menor valor para a variável analisada.

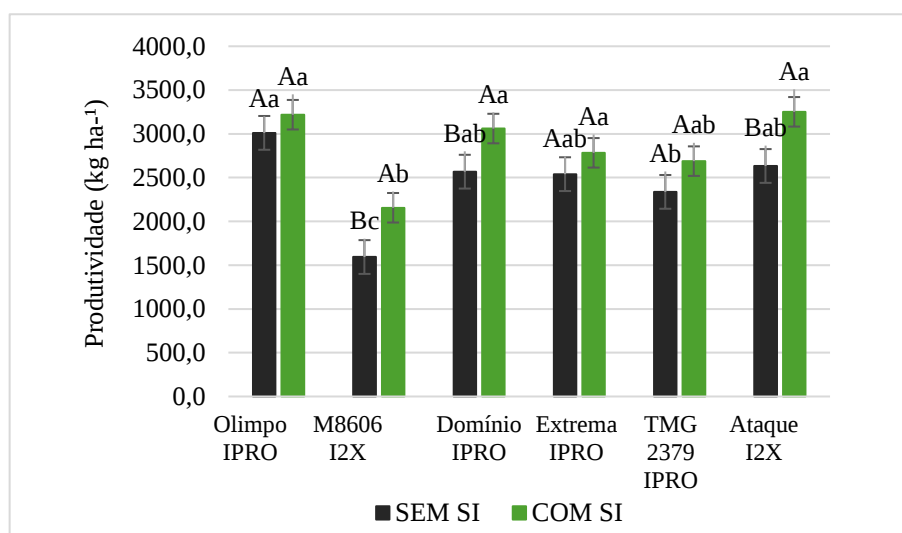


Figura 7 - Produtividade de grãos (PG) de diferentes cultivares de soja com e sem a aplicação de Si via foliar. Letras maiúsculas mostram diferenças entre os níveis de Si dentro da mesma cultivar; Letras minúsculas mostram diferenças entre cultivares dentro do mesmo nível de Si, por meio do teste de Tukey ($p < 0,05$). As barras representam a média e o erro padrão da média ($n = 4$).

Fonte: Avelino (2023).

Os incrementos na produtividade de grãos das cultivares que apresentaram os melhores resultados, em valores absolutos, foram de 10,3, 9,4 e 8,2, sacas ha^{-1} , para as cultivares Ataque I2X, M8606 I2X e Domínio IPRO, respectivamente, quando nutridas com Si. No trabalho desenvolvido por de Souza Júnior et al. (2022) o incremento de produtividade atingiu cerca de 22%, demonstrando que a aplicação de Si potencializa o rendimento da cultura. De acordo com Felisberto et al. (2021), apesar de se utilizar diferentes fontes de Si, a eficácia do elemento promove aumento na produção de grãos de soja. Por sua vez, Moreira et al. (2010) observou que uso de Si, via foliar, afetou diretamente no incremento de produção em kg ha^{-1} , sendo que, plantas submetidas a três aplicações do elemento proporcionaram um incremento médio de 19 sacas ha^{-1} .

De acordo com a Conab (2023), a média nacional de produtividade de grãos na safra 2022/2023 foi de 3.508 kg ha^{-1} , dentre as cultivares quando nutridas com Si, a que mais se aproximou dessa média foi a Ataque I2X, apresentando uma produtividade de 3.251,4 kg ha^{-1} , no entanto, quando o Si não foi fornecido, essa produtividade apresentou um valor de 2.632,8 kg ha^{-1} .

4. CONCLUSÃO

A aplicação de silício pode contribuir no desempenho de cultivares de soja potencializando seus componentes de produção. A suplementação de Si aumenta a produtividade de grãos das cultivares de soja M8606 I2X, Ataque I2X e Domínio IPRO. A cultivar Olimpo IPRO apresenta desempenho produtivo elevado independente da nutrição com Si.

5. AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero expressar minha profunda gratidão a Deus, cuja sabedoria e força me mantiveram ao longo dessa jornada. A minha família e amigos, palavras não são suficientes para expressar minha gratidão, sem seus apoios nada disso seria possível. Ao meu orientador Prof. Dr. Wallace de Sousa Leite, agradeço imensamente pela orientação, paciência e confiança depositada. Expresso ainda minha gratidão ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e Programa Institucional de Bolsas de Iniciação em Desenvolvimento Tecnológico e Inovação – PIBITI, por confiarem no projeto e pelo suporte financeiro. Ao Instituto Federal do Piauí – *campus* Uruçuí, agradeço o papel fundamental no meu aprendizado durante todos esses anos. Por fim, agradeço a todos que contribuíram de alguma forma para o sucesso deste projeto.

REFERÊNCIAS

- A Soja. APROSOJA - **Associação Brasileira de Produtores de Soja**, 2021. Disponível em: <https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/> Acesso em: 14 set. 2023.
- AVILA, R. G., MAGALHÃES, P. C., DA SILVA, E. M., DE SOUZA, K. R. D., CAMPOS, C. N., DE ALVARENGA, A. A., & DE SOUZA, T. C. **Application of silicon to irrigated and water deficit sorghum plants increases yield via the regulation of primary, antioxidant, and osmoregulatory metabolism**. *Agricultural Water Management*, v. 255, p. 107004, 2021.
- AVILA, R.G., MAGALHAES, P.C., DA SILVA, E.M., GOMES JÚNIOR, C.C., DE PAULA LANA, U.G., DE ALVARENGA, A.A., DE SOUZA, T.C. **Silicon supplementation improves tolerance to water deficiency in sorghum plants by increasing root system growth and improving photosynthesis**. *Silicon*, v. 12, n. 11, p. 2545-2554, 2020.
- BALBINOT JUNIOR, A. A. et al. **Densidade de plantas na cultura da soja**. 2015.
- COELHO, P. H. M. et al. Crescimento e produtividade de dois cultivares de soja em função de doses de silício. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 3, p. 60-65, 2019.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 12 - décimo segundo levantamento, ago. 2023.
- DE SOUZA JÚNIOR, J. P. et al. Foliar application of innovative sources of silicon in soybean, cotton, and maize. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 22, n. 3, p. 3200-3211, 2022.
- EPSTEIN, E. silicon in plants: facts vs. concepts. in: **silicon in agriculture**. v.8, p.1-15, 2001. disponível em: <[https://doi.org/10.1016/s0928-3420\(01\)80005-7](https://doi.org/10.1016/s0928-3420(01)80005-7)> acesso em 07 nov. 2023.
- ETESAMI, H.; JEONG, B. R.; RIZWAN, M. The use of silicon in stressed agriculture management: action mechanisms and future prospects. **Metalloids in plants: advances and future prospects**, p. 381-431, 2020.
- FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. 2005.
- FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; VORST, J. J. Response of Indeterminate and Determinate Soybean Cultivars to Defoliation and Half-plant Cut-off 1. **Crop Science**, v. 17, n. 6, p. 913-917, 1977.
- FELISBERTO, G. et al. Are nanosilica, potassium silicate and new soluble sources of silicon effective for silicon foliar application to soybean and rice plants?. **Silicon**, v. 13, p. 3217-3228, 2021.
- FERREIRA, D. F. (2019). SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, [S.l.], 37, 529-535.
- FIGUEIREDO, F. C. et al. Pulverização foliar e fertirrigação com silício nos atributos físico-químicos de qualidade e índices de coloração do morango. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 5, p. 1306-1311, 2010.
- GABBI, R.; MARTINS, A.; GERHARDT, S. DETERMINAÇÃO DO PESO DE MIL GRÃOS DA CULTIVAR TORNADO. **Feira Regional de Matemática**, v. 3, n. 3, 2019.

GAUR, S.; KUMAR, J.; KUMAR, D.; CHAUHAN, D. K.; PRASAD, S. M.; SRIVASTAVA, P. K. Fascinating impact of silicon and silicon transporters in plants: **a review. ecotoxicology and environmental safety**, [s. l.], v. 202, n. march, p. 110885, 2020. doi: 10.1016/j.ecoenv.2020.110885. disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2020.110885>. acesso em 07 nov. 2023.

GAZZONI, D. L. A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 3, p. 16-18, 2018.

Instituto Nacional de Meteorologia - INMET. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/>>. Acesso em 07 jul. 2023.

JACOMINE, P. K. T. et al. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Piauí**. 1986.

KOPPEN, W. Das geographische System de Klimate. **Handbuch der klimatologie**, 1936.

LEITE, W. S.; MIRANDA, R. S.; ROCHA, M. M.; DUTRA, A. F., SANTOS, A. S., SILVA, A. C., ... & ALCÂNTARA NETO, F. Silicon alleviates drought damage by increasing antioxidant and photosynthetic performance in cowpea. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 209, p. 1-16, 2023.

MAUAD, M. et al. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Agrarian**, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.

MERWAD, A. R. M.; DESOKY, E. S. M.; RADY, M. M. Response of water deficitstressed *Vigna unguiculata* performances to silicon, proline or methionine foliar application. **Scientia Horticulturae**, v. 228, n. 132-144, 2018.

MOREIRA, A.R.; FAGAN,E.B.; MARTINS, K.V.; SOUZA, C.E.E. Resposta da cultura de soja a aplicação de silício foliar. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.3, p.413-423, maio/jun 2010. Disponível em <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/7122>> Acesso em: 07 nov. 2023

NEPOMUCENO, L. A.; FARIAS, B. R. J.; NEUMAIER, N. **Características da soja - Portal Embrapa**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/pre-producao/caracteristicas-da-especie-e-relacoes-com-o-ambiente/caracteristicas-da-soja>>. Acesso em: 13 set. 2023.

ONETTA, J. de S. et al. **Propriedades físicas de grãos de soja em diferentes safras**. 2018.

PEREIRA JÚNIOR, P.; REZENDE, P.M.; MALFITANO, S.C.; LIMA, R.K.; CORRÊA, L.V.C.; CARVALHO, E.R. Efeito de doses de silício sobre a produtividade e características agronômicas da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.4, p.908-913, jul/ago 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/cagro/v34n4/v34n4a16.pdf>> Acesso em 07 nov. 2023.

SANTOS, A. R., MELO, Y. L., DE OLIVEIRA, L. F., CAVALCANTE, I. E., DE SOUZA FERRAZ, R. L., DA SILVA SÁ, F. V., ... & DE MELO, A. Exogenous Silicon and Proline Modulate Osmoprotection and Antioxidant Activity in Cowpea Under Drought Stress. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, p. 1-8, 2022.

SEIXAS, C. D. S. et al. **Tecnologias de produção de soja**. 2020.

SILÍCIO: UM ELEMENTO BENÉFICO E IMPORTANTE PARA AS PLANTAS.

International Plant Nutrition Institute (IPNI) Canadá, Piracicaba/SP, n.134,jun/2011.

Disponível em <<http://www.ipni.net/publication/ia>

[brasil.nsf/0/66D3EE234A3DA5CD83257A8F005E858A/\\$FILE/Page14-20-134.pdf](http://brasil.nsf/0/66D3EE234A3DA5CD83257A8F005E858A/$FILE/Page14-20-134.pdf)> Acesso em 07 nov. 2023

SILVA, D. C. D.; MELO, A. S. D.; MELO, Y. L.; ANDRADE, W. L. D.; LIMA, L. M. D.; SANTOS, A. R. Silicon foliar application attenuates the effects of water suppression on cowpea cultivars. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 43, p. 1-10, 2019.

SILVA, L. L. et al. O papel do estado no processo de ocupação das áreas de cerrado entre as décadas de 60 e 80. **Caminhos de Geografia**, v. 1, n. 2, p. 24-36, 2000.

SOUSA, J. V. et al. Silicato de potássio via foliar no milho: fotossíntese, crescimento e produtividade. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 4, p. 502-513, 2010.

TEJO, D. P.; FERNANDES, CH dos S.; BURATTO, J. S. Soja: fenologia, morfologia e fatores que interferem na produtividade. **Revista científica eletrônica de Agronomia da FAEF**, v. 35, n. 1, p. 1-9, 2019.

THOMAS, A. L. **Soja: tipos de crescimento da planta**. 2018.

VERMA, K.K.; LIU, X.H.; WU, K.C.; SINGH, R.K.; SONG, Q.Q.; MALVIYA, M.K.; SONG, X.P.; SINGH, P.; VERMA, C.L.; LI, Y.R. **The impact of silicon on photosynthetic and biochemical responses of sugarcane under different soil moisture levels**. Silicon, 2019.