

---

## Efeito do silício no cultivo de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.)

### *Effect of silicon on the chickpeas (Cicer arietinum L.) cultivation*

Alana Cristina Rodrigues da Costa<sup>1\*</sup>, Westefann dos Santos Sousa<sup>2</sup>, Thiago Souza Campos<sup>2</sup>,  
Wanderson Silva dos Santos<sup>1</sup>, Amanda Tavares da Silva<sup>1</sup>, Mariana Vieira Nascimento<sup>3</sup>,  
Adilson Pelá<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Goiás, Campus Sul, Unidade Universitária de Ipameri, Goiás, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, UNESP, São Paulo, Brasil

<sup>3</sup>Universidade Federal de Goiás, UFG, Goiânia, Brasil

\*Autor correspondente. E-mail: alanacrcosta12@gmail.com

Recebido: 10/08/2023; Aceito: 17/10/2023

---

#### RESUMO

A cultura de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) destaca-se no cenário mundial por sua relevância econômica, social e versatilidade. Assim, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes doses de silício em plantas de grão-de-bico. Os vasos foram dispostos em uma superfície elevada para não entrarem em contato com o solo. O cultivar utilizado de grão-de-bico foi o BRS Cícero. O experimento foi disposto em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0, 100, 150, 200 e 250 kg ha<sup>-1</sup> de silício) e oito repetições. As variáveis analisadas foram: índice relativo de clorofila, altura de plantas, diâmetro do caule, número de vagens por planta, área foliar e biomassa. As doses de silício influenciaram positivamente no índice de área foliar e nos teores de silício nas hastes e folhas. Sendo a dose de 122 kg ha<sup>-1</sup> a de melhor aproveitamento nas hastes e a dose de 139 kg ha<sup>-1</sup> para as folhas.

**Palavras-chave:** Adubação, Nutrientes, Cerrado.

#### ABSTRACT

The chickpea crop (*Cicer arietinum* L.) stands out worldwide due to its economic and social relevance and versatility. Thus, the objective was to evaluate the effect of different doses of silicon on chickpea plants. The pots were placed on an elevated surface so as not to encounter the ground. The chickpea cultivar used was BRS Cícero. The experiments were conducted in a completely randomized design, with five treatments (0, 100, 150, 200, and 250 kg ha<sup>-1</sup> of silicon) and eight replications. The variables analyzed were relative chlorophyll index, plant height, stem diameter, number of pods per plant, leaf area, and biomass. The silicon doses positively influenced the leaf area index and the silicon content in the stems and leaves. The dose of 122 kg ha<sup>-1</sup> is the best use for the stems, and the dose of 139 kg ha<sup>-1</sup> for the leaves.

**Keywords:** Fertilization, Nutrient, Thick.

---

#### INTRODUÇÃO

A cultura de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é fonte de proteínas, fibras e ferro, logo destaca-se no cenário mundial pelo apelo nutritivo, social, cultural e econômico. Constituindo-se assim, um importante produto

para o comércio in natura e de processados, podendo ser utilizado no consumo humano e animal, além dos seus benefícios como adubo verde e fixação de nitrogênio no solo.

A produção mundial de grão-de-bico cobriu aproximadamente 15 milhões de hectares, espalhados por 50 nações em 2021 o qual resultou na colheita total de 15 milhões de toneladas. Os principais países responsáveis por essa produção foram Índia, a Austrália e a Etiópia. No Brasil o cultivo do grão-de-bico é recente, no período entre 2013 a 2016 a área plantada era de 460 hectares, no entanto, houve um aumento expressivo na safra de 2017/2018, alcançando 9 mil hectares de cultivo, principalmente nos estados de Goiás, Bahia, Mato Grosso, Minas Gerais e Distrito Federal. A produtividade média da cultura nos solos brasileiros é de 2 mil kg ha<sup>-1</sup>, sendo insuficiente para atender à demanda de consumo interno de quase 12 mil toneladas anuais o que o torna dependente de importação (AVELAR, 2016; FAOSTAT, 2023).

O grão-de-bico possui diversos nutrientes, sendo excelente contra problemas intestinais e câimbras. É um dos ingredientes essenciais na gastronomia Oriental, sendo utilizado em pratos típicos como o Hummus. A ingestão do grão é indicada por especialistas na área da saúde, por conter vários nutrientes essenciais ao bom funcionamento do organismo (AVELAR, 2016).

Apesar de ser considerada uma leguminosa de clima frio, o grão-de-bico se adapta bem a regiões de clima tropical e vem sendo uma alternativa na rotação de cultura, uma das grandes vantagens é a planta ser rústica, utilizar pouca água e ser altamente mecanizada (SNA, 2017). Por ser uma cultura em desenvolvimento no Brasil, o grão-de-bico contém poucas pesquisas sobre as recomendações mais adequadas dos nutrientes.

O uso do silício na nutrição apresenta vários benefícios às plantas, agindo na resistência à herbivoria de insetos fitófagos gerando um efeito favorável sobre o crescimento, desenvolvimento e produtividade de plantas e grãos, promovendo melhor estrutura reduzindo assim, o acamamento (NOGUEIRA *et al.*, 2018). Considerado um elemento benéfico às plantas, ou seja, ele se encontra onipresente e sua deficiência pode ser severa o suficiente para apresentar efeitos ou anormalidades no crescimento, desenvolvimento, reprodução ou viabilidade (LIMA FILHO, 2009). Entre as funções do silício, pode-se citar: resistência a pragas e doenças; resistência à toxicidade a metais (Fe, Mn, Al e Na); reduz a taxa de senescência foliar; maior utilização de P; melhora a taxa de fertilidade da planta; redução da transpiração excessiva; maior rigidez celular, melhorando a arquitetura foliar da planta e favorece a fotossíntese (PRADO, 2020).

Considerando-se o exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de silício no cultivo de grão-de-bico (*Cicer arietinum L.*).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local do experimento**

O experimento foi conduzido em Pires do Rio – Goiás, com coordenadas geográficas 17°17'33" S 48°16'19" W, possui aproximadamente 755 m de altitude. Os vasos foram dispostos em uma superfície elevada para que não ficassem em contato com o solo. O solo foi coletado na propriedade Fazenda Baú, localizada no município de Orizona-GO, na camada de 20-40 cm de um Latosolo Vermelho Distrófico (SANTOS *et al.*, 2018), no qual foi destorroado, homogeneizado e passado em peneira de 4 mm. Uma amostra foi submetida às análises químicas e físicas, conforme metodologias descritas em Silva (2009).

### **Cultivar**

A cultivar utilizada foi o Grão-de-bico BRS Cícero, esta que pertence ao grupo Kabuli, apresenta plantas de tamanho médio (cerca de 45 cm de altura), porte semi-ereto, flores brancas, tendo em cada vagem uma a duas

sementes grandes (320g 1000<sup>-1</sup> sementes), com formato meio arredondado e coloração creme e ciclo médio de 110 dias (GIORDANO *et al.*, 2005).

### **Delineamento experimental**

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0, 100, 150, 200 e 250 kg ha<sup>-1</sup> de silício) e oito repetições.

### **Condução do experimento**

Utilizou-se vasos com capacidade de 8 litros, a adubação silicatada foi realizada utilizando o produto Bugram Protect<sup>®</sup> nas doses de 0; 1,82 g vaso<sup>-1</sup>; 2,73 g vaso<sup>-1</sup>; 3,64 g vaso<sup>-1</sup>; 4,55 g vaso<sup>-1</sup> e a adubação de NPK foi feita utilizando 0,3g de KCl por litro de solo, 0,4g de ureia por litro de solo e 0,4g de STP por litro de solo. Foi aplicado calcário dolomítico PRNT 92% visando elevar a saturação por bases para 60%, o solo foi incubado por 30 dias.

O plantio foi realizado no dia primeiro de junho de 2020, em cada vaso semeou-se 10 sementes e oito dias após a emergência realizou-se o desbaste, deixando cinco plantas por vaso. Após 30 dias retirou-se uma planta de cada vaso para fazer as análises de altura, produção de biomassa e teor de silício na planta.

A irrigação foi realizada baseado em Nascimento *et al.* (1998), sendo de 0 - 15 dias utilizado 0,83 L/ vaso por semana; 16 - 42 dias foi irrigado com 1,39 L/ vaso duas vezes por semana; 43 - 85 a lâmina foi de 1,95 L/ vaso duas vezes por semana e depois de 85 dias a irrigação foi cessada.

Após 30 dias da emergência foi retirado uma planta de cada vaso e estas passaram por análises das folhas e hastes para avaliar o teor de silício, foram secas em estufa à 60°C com ventilação forçada por 48 h. Logo depois desse período, o material seco foi moído em moinho tipo Wiley, equipado com peneira de malhas com abertura de 1 mm e acondicionado em saquinhos de papel para análises de silício.

No florescimento foram realizadas as análises da clorofila utilizando o clorofiLOG e a medida do diâmetro do caule utilizando um paquímetro digital, além da medição de altura. A colheita foi realizada quando as plantas já estavam secas e o fruto maduro.

Para a realização das análises de silício as amostras foram pesadas e submetidas à digestão seca em forno mufla e a determinação espectrofotométrica do silício conforme metodologia descrita em Silva (2009).

### **Variáveis analisadas**

a) Índice relativo de clorofila: Foi realizada a leitura indireta do teor de clorofila das folhas de grão-de-bico, utilizando-se o índice SPAD, obtido com clorofilômetro portátil clorofiLOG CFL1030. As folhas analisadas foram coletadas do terço médio da planta.

b) Altura de plantas: realizou-se medições com régua graduada em centímetros, considerando o comprimento entre a região da superfície do solo e a inserção da folha +1, na fase R1.

c) Diâmetro do caule: Utilizando um paquímetro foi feita a medida do diâmetro do caule quando as plantas começarem o florescimento.

d) Número de vagens: Realizou-se a contagem das vagens quando as plantas estavam com as vagens bem formadas.

e) Área foliar: área foliar fotossinteticamente ativa (AFFA) de cada planta, foram determinadas por medidas lineares de cada folha (comprimento x largura x 0,75). A área foliar total foi o somatório das áreas foliares de todas as plantas amostradas.

f) Peso de grãos por planta: todos os grãos da planta foram pesados e feito a média de produção.

Peso total das vagens: As vagens foram pesadas em balança digital para se obter a média dos valores da variável.

g) Peso total de 100 grãos: A pesagem foi realizada em balança digital para se obter a média dos valores da variável.

h) Biomassa: Biomassa total da planta, determinada através da pesagem direta da planta seca, logo após a sua colheita.

i) Teor de silício na folha: Foram realizadas avaliações quando a planta estava com 30 dias após a emergência e posteriormente quando estavam na fase R4, utilizando a metodologia de Silva (2009).

j) Teor de silício nas hastes: Foram realizadas avaliações quando a planta estava com 30 dias após a emergência e posteriormente na fase R4, utilizando a metodologia de Silva (2009).

### Procedimentos estatísticos

Os dados foram submetidos a análise de variância e análise de regressão múltipla, utilizando o software R, versão 3.1.2 (R CORE TEAM, 2015).

## RESULTADOS

A altura de plantas não foi influenciada pela adubação com Si, mas o teor de silício nas hastes e folhas apresentaram diferenças significativas em relação às doses (Tabela 1).

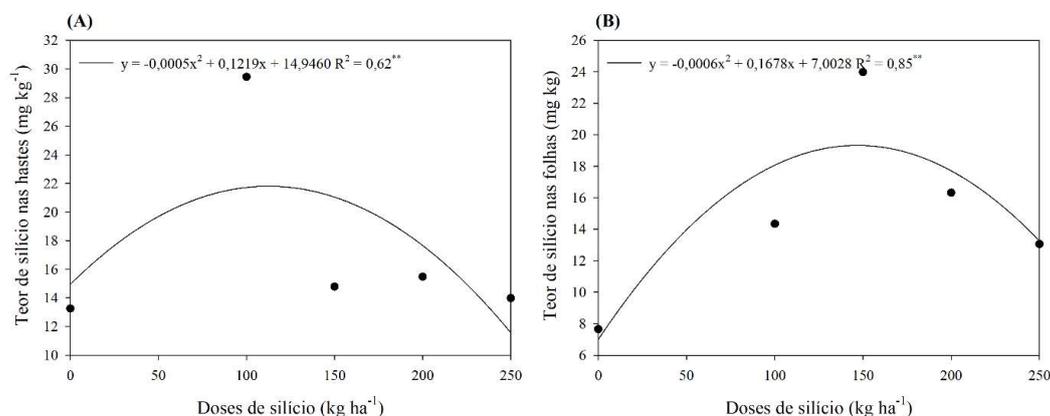
**Tabela 1.** Resumo da análise de variância, médias e regressão, altura de planta 30 dias (AP), teor de silício nas hastes (SH) e teor de silício nas folhas (SF) de plantas de grão de bico 30 dias após a emergência, em função das doses de silício. Pires do Rio - GO, 2020.

Fator de Variação	Quadrados Médios		
	AP (cm)	SH (mg kg <sup>-1</sup> )	SF (mg kg <sup>-1</sup> )
Doses	17,5375 <sup>ns</sup>	709,013 <sup>**</sup>	550,181 <sup>**</sup>
Resíduo	10,0500	10,2071	7,97195
CV (%)	9,18	22,84	18,74
Doses	Médias		
0	32,75	13,256	7,656
100	34,37	29,442	14,342
150	36,75	4,785	23,975
200	35,00	8,471	6,322
250	33,87	13,985	23,056
Modelo	Regressão		
Linear	ns	**	*
Quadrática	ns	*	*

Nota: ns = não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade, \* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

A melhor curva de ajuste para as variáveis teor de silício nas hastes (SH) e teor de silício nas folhas (SF) foi a polinomial quadrática. Essas variáveis foram favorecidas até a dose de máximo efeito equivalente a 122 e 139 kg ha<sup>-1</sup>, com incrementos de 22,37 mg kg<sup>-1</sup> para SH e 18,73 mg kg<sup>-1</sup> para SF, respectivamente (Figuras 1A e

1B), podendo ser notado que é possível que a planta desenvolva um mecanismo de defesa e não absorva o Si para não ocorrer transporte excessivo para as folhas.



**Figura 1.** Regressão para as variáveis teor de silício nas hastes (A) e teor de silício nas folhas (B) de plantas de grão de bico 30 dias após a emergência, em função das doses de silício.

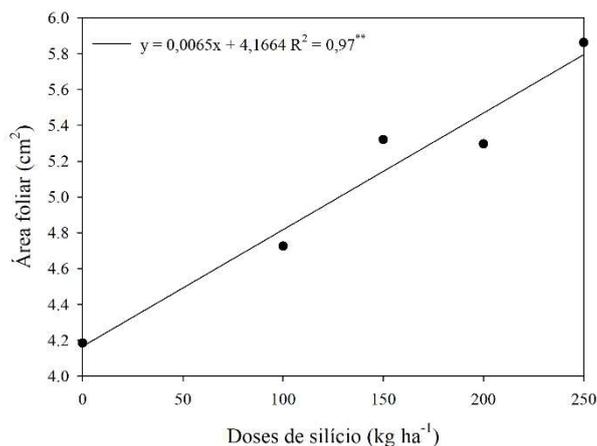
A adubação silicatada não interferiu significativamente na biomassa seca total (Tabela 2).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância, médias e regressão para biomassa seca total (BST), altura de planta (AP), área foliar (AF), diâmetro do caule (DIA) de plantas de grão de bico em função das doses de silício. Pires do Rio - GO, 2020.

Fator de Variação	Quadrados Médios			
	BST (g)	AP (cm)	AF (cm <sup>2</sup> )	DIA (mm)
Doses	8,85000 <sup>ns</sup>	4,68125 <sup>ns</sup>	3,29185 <sup>*</sup>	0,35860 <sup>ns</sup>
Resíduo	26,6428	5,88102	0,86746	0,17789
CV (%)	32,36	6,92	18,34	9,36
Doses	Médias			
0	15,50	34,84	4,185	4,33
100	17,12	35,46	4,726	4,71
150	14,37	34,59	5,321	4,57
200	16,37	34,21	5,297	4,23
250	16,37	36,15	5,863	4,67
Modelo	Regressão			
Linear	ns	ns	**	ns
Quadrática	ns	ns	ns	ns

Nota: ns = não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade, \* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

A área foliar apresentou um ajuste linear da função conforme aumentava-se os níveis das doses de silício aplicado. É possível observar que para cada incremento unitário aplicado do elemento Si (kg ha<sup>-1</sup>), obteve-se um ganho de 0,0065 cm<sup>2</sup> para AF (Figura 2).



**Figura 2.** Regressão para a variável área foliar de plantas de grão de bico em função das doses de silício.

A altura de plantas e o diâmetro do caule não apresentaram diferenças significativas a 5% de probabilidade, constando assim que o silício não influenciou estas variáveis (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância, médias e regressão para clorofila (CLO), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), peso médio de 100 grãos (P100G) de plantas de grão de bico em função das doses de silício. Pires do Rio – GO, 2020.

Fator de Variação	Quadrados Médios			
	CLO	NVP (n°)	NGV (n°)	P100G (g)
Doses	17,6869 <sup>ns</sup>	0,80451 <sup>ns</sup>	0,07153 <sup>ns</sup>	589,338 <sup>ns</sup>
Resíduo	31,9612	1,87547	0,10644	518,250
CV (%)	12,19	59,92	42,10	56,32
Doses	Médias			
0	45,180	1,82	0,67	39,020
100	46,627	2,42	0,75	40,068
150	44,675	2,53	0,90	36,575
200	48,402	2,09	0,83	54,669
250	46,967	2,55	0,70	31,772
Modelo	Regressão			
Linear	ns	ns	ns	ns
Quadrática	ns	ns	ns	ns

Nota: ns = não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade, \* e \*\* significativo a 5 e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

## DISCUSSÃO

Coelho *et al.* (2019) verificaram que a aplicação de doses de silício em dois cultivares de soja não apresentou diferenças significativas nos teores de silício nas folhas. Diferentemente dos resultados deste trabalho, já que houve diferença significativa entre as diferentes doses aplicadas. O silício é um elemento imóvel na planta,

ou seja, após ele ser absorvido e depositado ele não se movimenta mais, assim partes mais velhas tendem a ter mais o elemento presente.

Devido ao silício ser classificado apenas como elemento benéfico, era esperado que estes resultados acontecessem, principalmente pela ausência de condições adversas ao desenvolvimento das plantas, situação em que o elemento poderia ser útil. Resultados semelhantes foram verificados por Ávila (2010), em que o silício não influenciou na produção de matéria seca do arroz, mas elevou positivamente o teor de  $\text{NO}_3^-$  na raiz, síntese de clorofila, folha e o número de panículas por planta. Gubert e Delai (2011) constataram em seu trabalho com plantas de milho jovens, que o silício pode ser avaliado como um instigador de crescimento e armazenamento de biomassa na parte aérea, fazendo com que as plantas apresentassem maior desenvolvimento.

De acordo com alguns estudos sobre os efeitos do silício, o aumento do diâmetro do colmo ocorre, pois há uma diminuição da evapotranspiração, causando um aumento na pressão celular e a deposição do silício na parede celular, aumentando a resistência do colmo (EIPSTEIN, 1994).

O Si não é um elemento essencial e também não ocorreram situações em que ele pudesse beneficiar a cultura, pois ele se expressa mais em situações de estresses bióticos e abióticos. Conforme constatado neste trabalho, o mesmo foi observado em Silva *et al.* (2019), em que pôde-se verificar que o silício não aumentou a altura e o diâmetro do caule na cultura de girassol. Carvalho *et al.* (2009) constataram em seu trabalho que, em relação ao efeito do Si, a aplicação desse elemento em diferentes doses não influenciou a altura da planta e o diâmetro do caule das plantas de girassol.

No entanto, Pereira Junior *et al.* (2010) observaram que o aumento das doses de silício houve um aumento significativo na altura de plantas na cultura da soja, onde, com a dose de  $450 \text{ kg ha}^{-1}$  de Si obteve um acréscimo de 20%. Resultados semelhantes também foram encontrados por Navas *et al.* (2016), em que os tratamentos com aplicação de silício via foliar, as mudas de *Eucalyptus urograndis* apresentaram incremento superior em altura em relação à testemunha e maior acúmulo do elemento para a menor dose testada.

Observa-se na tabela 3, que a variável de clorofila não obteve diferença significativa entre as diferentes doses aplicadas. O nitrogênio, após a sua metabolização, encontra-se na planta quase todo na forma orgânica (90%), e assim apresentando como função principal a estrutural, como constituinte de compostos orgânicos como a clorofila, sendo assim é normal que o silício não tenha obtido resultados diferentes entre as doses (PRADO, 2020). Steiner *et al.* (2018) observaram em seu trabalho que a adubação silicatada resultou num aumento de 49% e 85% nos níveis de clorofila em cultivares de soja. Borges (2018) observou em sua tese que o Si aumentou a quantidade de clorofila a, b e total nas folhas na cultura de sorgo.

Segundo Miranda *et al.* (2018), o acúmulo de silício nos estômatos leva a formação de uma dupla camada de sílica cuticular, onde há redução da transpiração, e isso faz com que a necessidade de água utilizada pelas plantas seja menor. Além dos benefícios proporcionados pela adubação silicatada, pode-se obter maiores teores de clorofila, altura e diâmetro do colmo.

Quanto ao número de vagens, número de grãos, peso de 100 grãos não houve interações significativas entre as doses de Si. Corroborando com Cappellesso *et al.* (2016) que verificaram em seu trabalho, que não obteve resultados significativos com estas variáveis em relação à adubação com silício na cultura da soja. Diferindo dos resultados encontrados por Fernandes *et al.* (2020) que observaram que o silício incrementou número e peso de vagens de amendoim, ao avaliarem a aplicação de Si via foliar e solo.

De acordo com várias pesquisas o silício atua na melhora da estrutura da planta, e na fotossíntese, sendo assim, conforme entra mais luz no dossel da planta a mesma tende a aumentar a área foliar, já que possui mais passagens de luz para realizar a fotossíntese. Segundo Araújo (2017) em relação à área foliar do feijão-caupi, foi

observado que com a aplicação de silício foi proporcionado um aumento de 22,77% e relação às outras plantas que não foram adubadas com o elemento.

## CONCLUSÃO

As plantas de grãos de bico são responsivas a aplicação do silício. Recomenda-se a dose de 150 kg ha<sup>-1</sup> para melhor aproveitamento do Si devido a eficiência de absorção.

Há potencial no uso do silício na produção grão de bico, visto que o nutriente indica contribuir na resistência de estresses bióticos (patógenos e pragas) e abióticos (altas ou baixas temperaturas, seca e inundação).

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, E. D. **Silício como atenuador do estresse hídrico em feijão caupi por meio do mecanismo antioxidante e desempenho agrônômico**. 2017. 102 f. Dissertação (Pós-Graduação em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, 2017.

AVELAR, R. I. S. **Produção e qualidade de sementes de grão-de-bico em diferentes épocas de plantio e colheita no Norte de Minas Gerais**. 2016. 103 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Federal de Minas Gerais, Montes Claros, 2016.

ÁVILA, F. W.; BALIZA, D. P.; FAQUIN, V.; ARAÚJO, J. L.; RAMOS, S. J. Interação entre silício e nitrogênio em arroz cultivado sob solução nutritiva. **Revista Ciências Agrônômicas**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 184-190, 2010.

BORGES, L. P. **Brassinosteroide e silício nas culturas do milho e sorgo**. 2018. 110 f. Tese (Doutorado em Ciências Agrárias – Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano. Rio Verde, 2018.

CAPPELLESSO, D. H.; SIMONETTI, A. P. M. M.; MONTIEL, C. B.; WENDLER, E. **Uso de silício na soja: parâmetros produtivos e incidência de percevejos** In: Anais da X Seagro- Agronomia – FAG, 2016, Cascavel-Paraná. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/upload/revista/seagro/58348ed1ccbda.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2020.

CARVALHO, M. P.; ZANÃO JÚNIOR, L. A.; GROSSI, J. A. S.; BARBOSA, J. G. Silício melhora produção e qualidade do girassol ornamental em vaso. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2394-2399, 2009.

COELHO, P. H.M.; BENETT, K. S.S.; ARRUDA, N.; BENETT, C.G.S.; NASCIMENTO, M. V. Crescimento e produtividade de dois cultivares de soja em função de doses de silício. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 6, n. 3, p.60-65, 2019.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 91, p. 11-17, 1994.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **FAOSTAT Database**, 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#search/PULSES> Acesso 20 out. 2023.

FERNANDES, S.; SILVA, G. P.; PRADO, R. M.; ROSSATO, D. R. Aplicação de silício aumenta a produtividade de grãos de amendoim. **South American Sciences**, [s. l.], v. 1, n. 1, p. e2046-e2046, 2020. Disponível em: <https://www.southamericansciences.com.br/index.php/sas/article/view/46>. Acesso em: 10 nov. 2020.

GIORDANO, L. B.; NASCIMENTO, W. M. **Cícero Grão-de-bico. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária** (EMBRAPA), Brasília, DF, 2005. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/159264/1/digitalizar0185.pdf>. Acesso em: 20 out. 2020.

GUBERT, D. W.; DELAI, R. M. Efeitos provocados pela aplicação de óxido de ferro, óxido de silício e óxido de magnésio em plantas de milho jovens. **Revista Thêma et Scientia**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 164-171, 2011. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/upload/arquivo/1362060811.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2021.

LIMA FILHO, O. F.; História e o uso do silicato de sódio na agricultura. **Embrapa Agropecuária Oeste Dourados**, MS 2009. 1ª edição (2009): online. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/696871/1/LIVROSILICATO2009online.pdf> acesso em 10 de fevereiro de 2021.

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

NASCIMENTO, W.M.; PESSOA, H. B. S. V.; GIORDANO, L. B. Cultivo de Grão-de-Bico (*Cicer arietinum* L.). *In: Hortaliças leguminosas*. Brasília-DF: Embrapa, 1998. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/765566/cultivo-do-grao-de-bico-cicer-arietinum-l>. Acesso em: 10 fev. 2021.

NAVAS, R.; NUNES, J. M. C.; JUNIOR, J. B. V. Aplicação de ferro e silício na produção de mudas de eucalipto. **Revista Agrarian**, Dourados, v.9, n.32, p. 137-136, 2016.

NOGUEIRA, A. M.; JESUS, K. A.; JUNIOR, J. C. L.; BEZERRA, C. E. S. Efeito do silício no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: noctuidae) na cultura do arroz. **Connection Line**, [s. l.], n. 19, p. 52-62, 2018. Disponível em: <https://www.periodicos.univag.com.br/index.php/CONNECTIONLINE/article/viewFile/1195/1370>. Acesso em: 17 fev. 2021.

PEREIRA JÚNIOR, P.; REZENDE, P. M.; MALFITANO, S. C.; LIMA, R. K.; CORRÊA, L. V. T.; CARVALHO, E. R. (2010). Efeito de doses de silício sobre a produtividade e características agrônômicas da soja [*Glycine max* (L.) Merrill]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 908-913, 2010.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. 2. ed. Unesp. Editora Unesp. 2020.

R CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2015.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAUJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 590 p.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. Ed. Distrito Federal: Brasília, 2009. 627 p.

SILVA, P. M., SIMONETTI, A. P. M. M., PERES, D. M., PASSOS, F. D. A., SOUZA PINTO, J.; JUNIOR, E. O. C. Uso de silício líquido em girassol. In: **13ª Seagro** [Anais...] p. 21-24, Cascavel-PR, 2019. Disponível em: <https://www.fag.edu.br/upload/revista/seagro/5d0a7db356e01.pdf>. Acesso em: 10 de novembro de 2020.

SNA. Cultivo de grão-de-bico cresce 1400% no Brasil. **Sociedade Nacional de Agricultura** (SNA), 2018. Disponível em: <https://www.sna.agr.br/cultivo-de-grao-de-bico-avanca-no-pais-e-cresce-13-00-em-um-ano/>. Acesso em: 24 de junho de 2019.

STEINER, F., ZUFFO, A. M., BUSH, A., SANTOS, D. M. D. S. Adubação silicatada potencializa a formação de nódulos e a fixação biológica de nitrogênio em soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 48, n. 3, p. 212-221, 2018.