

INFLUÊNCIA DA APLICAÇÃO DE SILÍCIO FOLIAR NO DESENVOLVIMENTO E NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DE GRÃO DE BICO

EXAMPLE OF CONSTRUCTION AND FORMATTING OF A SCIENTIFIC ARTICLE

Alisson Teixeira de Santana¹, Luciana Morais de Freitas²

1 Aluno do Curso de Agronomia

2 Professora Doutora do Curso de Agronomia

Resumo

Introdução: O grão-de-bico (*Cicer arietinum*) é uma cultura de importância no mercado mundial, ocupa o terceiro lugar de maior destaque no mercado de grãos, sendo responsável por 20% da produção global de leguminosas. Uma cultura originária da Turquia, que se difundiu na Índia e em outros países da Europa. Hoje, a Índia é o maior país produtor dessa leguminosa, com mais de 90% da produção mundial. Os principais países produtores desta leguminosa são: Índia, Austrália, Etiópia, Turquia, Mianmar e Rússia. O Brasil produz internamente, com produtividade média 2 mil kg ha⁻¹, devido a produção ser pequena é dependente de importação, os principais estados que produzem essa cultura são: Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Bahia e Minas Gerais. O cultivo do grão-de-bico se dá na estação seca. Para que o produtor consiga uma boa produtividade de grão-de-bico é necessário que haja sucesso nos diversos fatores de produção como carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) dentre outros, os elementos químicos também são importantes para o melhoramento das plantas, um desses elementos é o silício, que foi objeto deste estudo. **Objetivo:** avaliar os efeitos da aplicação de silício foliar no desenvolvimento e produção de grão-de-bico em sistema de sequeiro e assim observar se o silício influencia ou não no índice de área foliar e os teores de silício nas hastes e folhas.

Palavras-chave: Grão-de-bico; Desenvolvimento; Produção; Silício foliar.

Abstract

Introduction: Chickpeas (*Cicer arietinum*) are an important crop on the world market, occupying the third most prominent place in the grains market, being responsible for 20% of global legume production. A culture originating in Türkiye, which spread to India and other European countries. Today, India is the largest producing country of this legume, with more than 90% of global production. The main producing countries of this legume are: India, Australia, Ethiopia, Turkey, Myanmar and Russia. Brazil produces it internally, with an average productivity of 2 thousand kg ha⁻¹, due to the small production and dependence on imports, the main states that produce this crop are: Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Bahia and Minas Gerais. Chickpea cultivation takes place in the dry season. For the producer to achieve good chickpea productivity, it is necessary to have success in the various production factors such as carbon (C), hydrogen (H), oxygen (O) among others, chemical elements are also important for the plant breeding, one of these elements is silicon, which was the subject of this study. **Objective:** to evaluate the effects of leaf silicon application on the development and production of chickpeas in a rainfed system and thus observe whether or not silicon influences the leaf area index and the silicon content in the stems and leaves.

Keywords: Chickpea; Development; Production; Leaf silicon.

Contato: alisson.santana@souicesp.com.br

Introdução

O grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) é considerada a terceira cultura leguminosa mais importante no mundo, por ser fonte de proteínas, fibras e ferro, tem se destacado no cenário mundial sendo visto como fator relevante nas questões econômicas, sociais e versatilidade (COSTA, 2021; COSTA, *et. al.* 2023).

Trata-se de uma Leguminosa de clima frio, que se adapta em regiões de clima tropical, o grão-de-bico vem sendo uma alternativa de safrinha, pela rotação de cultura e por apresentar grandes vantagens no que se refere a pouca utilização de água e ser altamente mecanizada (SNA, 2017, apud: COSTA, *et. al.* 2023).

Dados apontam que o grão-de-bico é responsável por 20% da produção global de leguminosas (FAO, apud: MODOR INTELLIGENCE, 2024). Em 2021, o plantio foi de aproximadamente, 15 milhões de hectares, o que resultou na colheita de 15 milhões de toneladas, sendo que os principais produtores desta cultura foram os países: Índia, Austrália, Etiópia, Turquia, Mianmar e Rússia. A Índia é o maior produtor de grão-de-bico, com uma área cultivada de aproximadamente 10,9 milhões de hectares (FAO, apud: MODOR INTELLIGENCE, 2024).

A estimativa do tamanho do mercado de grão-de-bico para 2024 é de US\$ 9,44 bilhões, deverá atingir US\$ 11,02 bilhões até 2029 (FAO, apud: MODOR INTELLIGENCE, 2024).

No Brasil o cultivo de grão-de-bico ainda é recente, a produção ainda é pequena não conseguindo exportar. No período de 2017/2018 alcançou 9 mil hectares de cultivo, nos principais estados do Distrito Federal, Goiás, Bahia, Mato Grosso e Minas Gerais. A produtividade média desta cultura nos solos brasileiros é de 2 mil kg ha⁻¹, isso mostra ser insuficiente para atender a demanda de consumo interno que chega a ser quase 12 mil toneladas anuais, o que torna uma

dependência pela importação (AVELAR, 2016; FAOSTAT, 2023). Estudos e testes estão sendo realizados pela Embrapa para o mercado nacional, com foco na exportação, com oferta pública de sementes neste ano de 2024, dirigida a produtores inscritos no Registro Nacional de Sementes e Mudanças - RENSEM-MAPA (EMBRAPA, 2024).

Segundo a EMBRAPA (2024), o grão-de-bico é indicado para cultivo na estação seca, com semeio no período de fevereiro e abril na região do Distrito Federal e em Goiás, testes realizados constataram que os locais com áreas de cultivo irrigado com altitudes superiores a 800 metros apresentaram maior produtividade, com uma variação de 2.506 a 3.515 kg/ha num período de quatro anos de teste. Além disso, apresentaram elevados níveis de tolerância a um complexo de fungos de solo (EMBRAPA, 2024).

Temperaturas elevadas ou ocorrência de déficit hídrico reduzem o período de crescimento vegetativo, provocando maturação precoce, com prejuízos na produção. Os intervalos de temperatura máxima e mínima mais favoráveis à maior parte das cultivares são de 25 a 30°C e de 10 a 15°C, respectivamente. A temperatura ótima para germinação das sementes situa-se entre 20 e 30°C, condição em que a emergência das plântulas ocorre em cinco a seis dias após a semeadura (EMBRAPA, 1998). Esta cultura se adapta melhor a solos de textura leve, com pH na faixa de 5,5 - 6,5. Prefere solos profundos, frios e ricos em matéria orgânica. Solos com problemas de drenagem prejudicam o desenvolvimento radicular e favorecem o aparecimento de doenças. Para os solos de cerrado com baixa fertilidade natural, comuns na região Centro-oeste, a Embrapa Hortaliças vem utilizando com sucesso 400 kg/ha das fórmulas 5-25-15 ou 4-30-16 e 60 kg/ha de nitrogênio entre 30 e 40 dias após a emergência (EMBRAPA, 1998).

Para as plantas se desenvolverem de maneira positiva, garantindo aos produtores ganhos de produtividade, é necessário o sucesso dos diversos fatores de produção, um desses fatores são os nutrientes. Existem 17 elementos essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, sendo estes: carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo), níquel (Ni) e zinco (Zn) (DECHEN & NACHTIGALL, 2006, p. 92, apud: SANTOS, et. al. 2021). Existem também alguns elementos que não são classificados como essenciais, isso por não atenderem aos critérios de essencialidade, mas atuam no incremento de produtividade, melhoram o crescimento e desenvolvimento, no desempenho frente aos estresses bióticos e abióticos e auxílio no uso de outros nutrientes, estes elementos são denominados “elementos benéficos” (TEMIZ, 2017, apud: SANTOS, et. al. 2021).

Um desses elementos é o silício - Si, suas principais fontes são: o solo, os silicatos, que apresentam uma série de ações benéficas, influenciadas pela alteração do pH, entre elas o aumento de Ca, Mg, saturação por bases e P. Além disso, pode-se citar: escórias de siderúrgicas, Wollastonita, subprodutos da produção de fósforo elementar em fornos elétricos, cinzas de casca de arroz, termofosfato, metassilicato de sódio, metassilicato de cálcio, xisto e sílica gel (SILVA et al., 2020, apud: COSTA, 2021).

O Si é considerado benéfico para diversas culturas de interesse econômico, como o arroz, a batata e a cana-de-açúcar (SANTOS, et. al. 2021). Seu uso é destinado à nutrição, que por vez, apresenta vários pontos positivos 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). Entre as funções do silício, se destacam: 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, apud: COSTA, et. al. 2021).

Segundo Costa (2021) em seu trabalho, onde foi utilizado o método casualizado, com cinco tratamentos (0, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹ de silício) e quatro repetições, chegou à conclusão de que a adubação com silício influenciou positivamente à altura de plantas. Maiores teores de Si foram encontrados nas raízes do grão-de-bico. A melhor dose de Si para teor na parte aérea foi de 96 kg ha⁻¹. Ressalta ainda que, o silício é um elemento benéfico, atuando mais quando as plantas passam por algum tipo de estresse como o hídrico, solos contaminados por metais pesados, bem como ataque de pragas e doenças, a não ocorrência de tais problemas pode justificar a ausência de resposta a adubação com o Si (COSTA, 2021).

O objeto deste trabalho consiste em avaliar os efeitos da aplicação de silício foliar no desenvolvimento e nas características agrônômicas de grão-de-bico em sistema de sequeiro.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido em condições de campo aberto em propriedade rural localizada no município de Planaltina-GO no período de Fevereiro a junho de 2024. O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso (DBC) constando de quatro tratamentos,

constituídos pelas doses de silicato de potássio, sendo que em 1 litro de calda continha: T1 (0 de silício, somente água); T2 (25g do produto comercial a base de silício); T3 (50g do produto comercial a base de silício); T4 (75g do produto comercial a base de silício) conforme demonstra o croqui na figura 1.



Figura 1: Croqui da área experimental

A cultivar de grão-de-bico utilizada foi a ALEPPO - 08123. Como fonte de silício, foi utilizado o produto Plus@ da empresa Gigamix. As aplicações de silício começaram 30 dias após o plantio do grão-de-bico e foram repetidas a cada 15 dias até a completa formação e maturação das vagens. Essas aplicações foram realizadas nas horas mais frescas do dia, com o auxílio de um pulverizador costal de 20 litros.

O plantio do grão-de-bico foi realizado em 18 de fevereiro, diretamente no local definitivo, com parcelas de 1,5 m de largura por 3 m de comprimento. As linhas de plantio foram espaçadas a 50 cm, e as plantas, a 40 cm, resultando em 28 plantas por parcela. A área total do experimento foi de 90 m².

Durante o plantio, foi realizada uma adubação baseada na análise de solos, aplicando-se 200 g de potássio uniformemente na área experimental antes da semeadura. Isso garantiu condições ideais para o crescimento e desenvolvimento das plantas, atendendo às necessidades específicas da cultura. Após a

germinação, foram feitas três adubações de cobertura utilizando uréia como fonte de nitrogênio.

Por ocasião da colheita (maturação fisiológica dos grãos) foram avaliadas as seguintes características agrônômicas: altura da planta (AP) em cm com auxílio de uma fita métrica; altura da inserção da primeira vagem (AIP); número de vagens por planta (NVP); número de grãos por planta (NGP); peso dos grãos (PG); comprimento das vagens (CV) e grau de acamamento.

A avaliação do grau de acamamento foi realizada através de escala visual de 1 a 9, em que: 1 - significava todas as plantas eretas; 2 - poucas plantas caídas ou todas as plantas levemente inclinadas; 3 - 25% das plantas caídas ou todas as plantas inclinadas em torno de 25 graus; 5 - 50% das plantas caídas ou todas as plantas inclinadas 45 graus; 7 - 75% das plantas caídas, ou todas inclinadas em torno de 65 graus; 8 - poucas plantas não caídas ou todas as plantas quase tocando o solo; 9 - todas as plantas caídas (ANTUNES; SILVEIRA, 1993).

Os dados coletados foram agrupados e analisados por meio de análise de variância, utilizando o software estatístico Agroestat® v.5 (BARBOSA E MALDONADO JUNIOR, 2015). As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, com um nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

Não observou-se diferença significativa para altura de planta, altura da inserção da primeira vagem, peso dos grãos, comprimento das vagens e grau de acamamento conforme dados da tabela 1. Somente foram observadas diferenças significativas para número de vagens por planta e número de grãos por planta.

Para a altura de plantas, embora não se tenha constatado diferença significativa, os tratamentos com aplicação de silício obtiveram as maiores médias quando comparadas com a testemunha sem aplicação de silício.

Tabela 1. Comparação das médias de grão de bico (*Cicer arietinum* L) em relação às características agronômicas submetidas a aplicação de silício foliar.

TRATAMENTOS	AP	AIV	NVP	NGP	PG	CV	GA
Testemunha	39,15a	10,95a	6,75b	25,45b	35,00a	1,95a	2,30a
25g Plus Si	40,9 a	19,30a	10,15ab	57,40ab	41,75a	2,35a	1,45a
50g Plus Si	40,85a	18,15a	11,45a	53,80ab	26,00a	2,65a	1,45a
75g Plus Si	44,50a	17,20a	10,55a	64,20a	20,00a	2,35a	1,70a
CV (%)	6,25	14,36	15,86	23,58	46,31	14,69	33,07

*Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

(AP) Altura da planta(AIV) Altura da inserção das vagens; (NVP) Número de vagens por planta; (NGP) Número de grãos por planta; (PG) Peso dos grãos; (GA) Graus de acamamento

Assim como na altura das plantas, a altura da inserção da primeira vagem também não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, porém, os tratamentos com aplicação de plus silício obtiveram as maiores médias em relação à testemunha.

Coelho (2016), trabalhando com doses de silício e avaliando o seu efeito na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja, observou que a adubação silicatada aumentou

Pereira Júnior *et al.*,(2008), avaliando a influência de doses de silício na cultura da soja, também não observaram influência significativa nas características agronômicas da planta.

Chung *et al.*, (2010), trabalhando com soja em cultivo hidropônico observou que o silício melhorou os atributos de crescimento da planta dentre eles a altura das plantas.

Já Carvalho *et al.*, (2009), constataram em seu trabalho com aplicação de silício em diferentes doses que não houve influência na altura das plantas de girassol.

em mais de 10% a altura de inserção da primeira vagem em uma das cultivares de soja analisadas.

A altura da inserção da primeira vagem é um fator importante principalmente relacionado à colheita mecanizada e também no sentido de evitar que as vagens tenham contato com o solo e possam ser atacadas por fitopatógenos com mais facilidade. Normalmente a colheita mecanizada do grão de bico é realizada com os mesmos maquinários utilizados para colheita da soja.

Segundo Marcos Filho (1986), a altura ideal da inserção da primeira vagem de soja para evitar perdas durante a colheita mecanizada deve ser de 10 a 15cm. Os tratamentos onde houve a aplicação de plus silício obtiveram alturas de inserção da primeira vagem a cima de 15cm o que está de acordo com a colheita mecanizada sendo que a testemunha ficou no limiar do que é esperado com 10,95cm de altura.

Para os parâmetros número de vagens por planta e número de grãos por planta, observou-se diferença significativa entre os tratamentos conforme consta na tabela 1. Em relação ao número de vagens, vemos que os tratamentos com silício obtiveram as melhores médias, sendo a maior alcançada pelo tratamento com aplicação de 50g de plus silício. Já em relação ao número de grãos por planta, mais uma vez os tratamentos com aplicação de plus silício tiveram melhor desempenho sendo que o tratamento com a aplicação de 75g de plus silício obteve a maior média.

Para aos parâmetros peso dos grãos e comprimento das vagens, não observou-se diferença significativa entre os tratamentos, o mesmo ocorreu com o grau de acamamento. Em relação ao peso dos grãos, embora não se tenha observado diferença significativa, vemos que as maiores médias foram obtidas pelo tratamento com aplicação de 25g de plus silício. Para comprimento das vagens as maiores médias foram encontradas nos tratamentos com aplicação de plus silício e para grau de acamamento observou-se menores médias nos tratamentos com aplicação de plus silício o que demonstra que as plantas ficaram mais eretas.

Crusciol *et al* (2013), relatam incremento na produção de vagens e produtividade de grãos nas culturas de feijão, soja e amendoim. Fernandes *et al* (2020) também observou que a aplicação foliar e via solo de silício aumentou o número e o peso das vagens de amendoim. Esses autores diferem dos resultados encontrados por Cappellesso *et al* (2016) que verificaram em seu trabalho com soja, que não houve incrementos significativos para as variáveis estudadas com aplicação de silício.

Conclusão

As plantas de grão de bico foram influenciadas pela aplicação de silício para número de vagens por planta e número de grãos por planta impactando na produção.

Há potencial para utilização de silício na produção de grão de bico, porém, são necessários outros trabalhos com diferentes fontes de silício e formas de aplicação.

Agradecimentos

Agradeço primeiro a Deus por ter me mantido na trilha certa durante este projeto de pesquisa com saúde e forças para chegar até o final. Agradeço a mim mesmo porque por não desistir, apesar de todas as dificuldades. Sou grato à minha família pelo apoio que sempre me deram durante toda a minha trajetória acadêmica. E principalmente a minha esposa que esteve ao meu lado me incentivando e me dando forças para continuar. Agradeço a todos os meus colegas de sala de aula, dos quais alguns se tornaram grandes amigos. Agradeço à minha orientadora Luciana Moraes de Freitas pelo incentivo e pela dedicação ao meu projeto de pesquisa. Por fim, agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para que eu chegasse até a conclusão do meu objetivo.

Referências:

- 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.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JR, W. **Experimentação agrônômica & AgroEstat Sistemas Para Análises Estatísticas e Ensaios Agronômicos**. SP: Gráfica Multipress Ltda, 2015.
- 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.
- CHUNG, Y. S.; KIM, K.-S.; HAMAYUN, M.; KIM, Y. Silicon **Confers Soybean Resistance to Salinity Stress Through Regulation of Reactive Oxygen and Reactive Nitrogen Species**. *Frontiers in Plant Science*, [s. l.], v. 10, p. 1, 2020. Disponível em: . Acesso em: 30 mai. 2024.
- COELHO, Paulo Henrique Moreira. **Doses de silício na produtividade e qualidade fisiológica de sementes de soja**. 2016. 36 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Unidade Ipameri, Universidade Estadual de Goiás, Ipameri-GO.
- COSTA, A. C. R. **Adubação com silício na cultura do grão-de-bico**. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual de Goiás, Ipameri/GO, 2021.
- COSTA, A. C. R. *et. al.* **Efeito do silício no cultivo de grão-de-bico (*Cicer arietinum L.*)**. *Revista de Biotecnologia & Ciência*, v.12, e 14240, 2023.
- CRUSCIOL, Carlos Alexandre Costa; SORATTO, Rogério Peres; CASTRO, Gustavo Spadotti Amaral; COSTA, Claudio Hideo Martins; FERRARI NETO, Jayme. Aplicação foliar de ácido silícico estabilizado na soja, feijão e amendoim. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, p. 404-410, 2013. *Revista Ciência Agronômica*. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902013000200025>
- EMBRAPA. **Grão-de-bico BRS Aleppo**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/2213/grao-de-bico-brs-aleppo>. Acesso em: 26 mai. 2024.
- EMBRAPA. **Hortalças – Oferta Pública de Embrapa contempla produtores de sementes de grão de bico**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/hortalicas/busca-de-noticias/-/noticia/87186975/oferta-publica-da-embrapa-contempla-produtores-de-sementes-de-grao-de-bico>>. Acesso em: 25 mai. 2024.
- FAO. **Mercado de Grão de Bico**. *apud*: MORDOR INTELLIGENCE. **Tamanho do Mercado de Grão de Bico e Análise de Participação – Tendências e Previsões de Crescimento (2024-2029)**. Disponível em: <<https://www.mordorintelligence.com/pt/industry-reports/chickpea-market>>. Acesso em 25 mai. 2024.
- 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 jun. 2024.
- MARCOSFILHO, J. **Produção de sementes de soja**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. 86 p.
- NOGUEIRA, A. M.; *et. al.* **Efeito do silício no desenvolvimento de *Spodoptera frugiperda* (Lepidoptera: noctuidae) na cultura do arroz**. *Connection Line*, [s. l.], n. 19, p. 52-62, 2018.

PEREIRA JÚNIOR, P; **Doses de silício na produtividade de soja [*glycine max (L.) merrill*] e suas características agronômicas**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2008.

SANTO, L. C. *et.al.* **O papel do silício nas plantas**. Research, Society and Development, v. 10, n. 7, e 3810716247, 2021.