

## Produção e absorção de nutrientes pelo grão-de-bico em razão da elevação da saturação por bases

Production and absorption of nutrients by chickpeas due to the elevation of base saturation

Producción y absorción de nutrientes por los garbanzos debido a la elevación de la saturación de base

Recebido: 30/01/2024 | Revisado: 18/02/2024 | Aceitado: 22/02/2024 | Publicado: 25/02/2024

**Alessandra Isadora Gomes Ramos**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4958-7983>

Universidade Evangélica de Goiás, Brasil

E-mail: [aisadora990@hotmail.com](mailto:aisadora990@hotmail.com)

**Gabriela Renata Nunes Moreira**

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-2505-1291>

Universidade Evangélica de Goiás, Brasil

E-mail: [gabrielaarenatanunes@hotmail.com](mailto:gabrielaarenatanunes@hotmail.com)

**Cláudia Fabiana Alves Rezende**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1789-0516>

Universidade Evangélica de Goiás, Brasil

E-mail: [claudia7br@msn.com](mailto:claudia7br@msn.com)

### Resumo

O objetivo com este trabalho foi quantificar a produção e absorção de nutrientes pelo grão-de-bico em função da aplicação de doses de calcário na superfície para elevação da saturação por bases. O trabalho foi conduzido na unidade experimental da UniEvangélica. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições, cada repetição com cinco linhas de plantas, espaçadas 0,65 m com parcelas de 6,5 m<sup>2</sup>, sendo 12 plantas por m linear. Os tratamentos foram: T1 – Testemunha (V = 60%); T2 – V2 = 70%; T3 – V2 = 100%; T4 – V2 = 150%. Para a avaliação da composição mineral da folha, as amostras de folhas foram coletadas no início da floração. A altura, o rendimento de grãos e a eficiência agrônoma foram avaliados no final do ciclo. Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância, e quando ocorreram diferenças significativas, se aplicou o teste de médias de Tukey. A altura das plantas não apresentou diferenças estatísticas. A acumulação de macronutrientes foi N > K > Ca > Mg > P > S. E micronutrientes de Fe > Mn > Zn > B > Cu. A elevação da saturação por bases influenciou a eficiência agrônoma. A cultivar de grão-de-bico BRS Cristalino apresenta melhor desempenho agrônomo na dosagem de maior eficiência técnica de calcário de 3,58 t ha<sup>-1</sup>. A saturação por bases de 60 a 70% apresenta eficiência agrônoma elevada e pode ser adotado como parâmetro para a recomendação de calagem para o grão-de-bico.

**Palavras-chave:** *Cicer arietinum* L.; Calcário; Cerrado.

### Abstract

The objective of this work was to quantify the production and absorption of nutrients by chickpeas due to the application of doses of limestone on the surface to increase base saturation. The work was conducted at the UniEvangélica experimental unit. The experimental design adopted was randomized blocks, with four treatments and four replications, each replication with five lines of plants, spaced 0.65 m apart with plots of 6.5 m<sup>2</sup>, with 12 plants per linear m. The treatments were: T1 – Control (V = 60%); T2 – V2 = 70%; T3 – V2 = 100%; T4 – V2 = 150%. To evaluate leaf mineral composition, leaf samples were collected at the beginning of flowering. Height, grain yield and agronomic efficiency were evaluated at the end of the cycle. The evaluated parameters were subjected to analysis of variance, and when significant differences occurred, the Tukey mean test was applied. Plant height showed no statistical differences. Macronutrient accumulation was N > K > Ca > Mg > P > S. And micronutrients Fe > Mn > Zn > B > Cu. The increase in base saturation influenced agronomic efficiency. The chickpea cultivar BRS Cristalino presents better agronomic performance at the highest technical lime efficiency dosage of 3.58 t ha<sup>-1</sup>. Base saturation of 60 to 70% presents high agronomic efficiency and can be adopted as a parameter for recommending liming for chickpeas.

**Keywords:** *Cicer arietinum* L.; Limestone; Cerrado.

### Resumen

El objetivo de este trabajo fue cuantificar la producción y absorción de nutrientes por parte del garbanzo debido a la aplicación de dosis de caliza en superficie para aumentar la saturación de bases. El trabajo se realizó en la unidad experimental UniEvangélica. El diseño experimental adoptado fue de bloques al azar, con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones, cada repetición con cinco líneas de plantas, espaciadas 0.65 m en parcelas de 6.5 m<sup>2</sup>, con 12 plantas por

m lineal. Los tratamientos fueron: T1 – Control (V = 60%); T2 –V2 =70%; T3 –V2 =100%; T4 –V2 =150%. Para evaluar la composición mineral de las hojas, se recolectaron muestras de hojas al inicio de la floración. Al final del ciclo se evaluaron altura, rendimiento de grano y eficiencia agronómica. Los parámetros evaluados fueron sometidos a análisis de varianza y cuando ocurrieron diferencias significativas se aplicó la prueba de medias de Tukey. La altura de las plantas no mostró diferencias estadísticas. La acumulación de macronutrientes fue  $N > K > Ca > Mg > P > S$ . Y los micronutrientes  $Fe > Mn > Zn > B > Cu$ . El aumento de la saturación de bases influyó en la eficiencia agronómica. El cultivar de garbanzo BRS Cristalino presenta mejor comportamiento agronómico a la dosis de mayor eficiencia de cal técnica de  $3,58 \text{ t ha}^{-1}$ . Una saturación de bases del 60 al 70% presenta una alta eficiencia agronómica y puede adoptarse como parámetro para recomendar el encalado de los garbanzos.

**Palabras clave:** *Cicer arietinum* L.; Caliza; Cerrado.

## 1. Introdução

Com origem na região do sudeste da Turquia, o grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) pode ser cultivado em diversos climas (Nascimento et al., 2016) estando ativo em mais de 56 países (Fao, 2019). A produção e o consumo encontram-se em suma maioria nos países em desenvolvimento localizados no subcontinente Indiano, Oeste da Ásia, Norte e Leste da África, Sudoeste Europeu e América Central (Nascimento et al., 2016). A Índia tem destaque em ser o maior produtor e consumidor dessa leguminosa (Fao, 2019).

A cultura de grão-de-bico ainda não se estabilizou no Brasil, sendo pouco diversificados os trabalhos sobre os problemas que podem afetar o seu desenvolvimento. Um dos fatores a serem pesquisados está ligado a elevação da saturação por bases do solo para o aumento da produtividade da cultura.

A elevação da saturação por bases do solo é o método mais utilizado para determinar a necessidade de correção da acidez. Sendo a técnica mais utilizada a calagem, que, neutraliza a acidez do solo, disponibiliza Ca e Mg e favorece a absorção do P (Vieira et al., 2020). Segundo Oliveira et al. (2015), a adequação do pH e o equilíbrio entre os teores de bases no solo proporciona uma adequada disponibilidade da maioria dos nutrientes para as plantas.

Ressalta-se que cada cultura responde de uma forma à adição de calcário. Diante disso, observa-se que o uso de cultivares adaptadas as condições do Cerrado não proporcionam imediatamente produtividades elevadas para a cultura, para o aumento da produção do grão-de-bico, destaca-se dois fatores essenciais, sendo a correção do solo e a adubação (Souza & Lobato et al., 2004). A correção e a adubação intervêm diretamente nos componentes químicos e biológicos da fertilidade do solo (Guarçoni et al., 2019). No Brasil os solos em sua maioria apresentam uma alta acidez e baixa taxa de nutrientes, isso faz com que as culturas não se desenvolvam de forma satisfatória, e medidas para mudar essa realidade fazem-se necessárias, sendo a utilização de técnicas como a calagem, que eleva a saturação por bases do solo, a base para aumentar a produtividade (Foloni et al., 2018).

As culturas leguminosas diferem seu comportamento quando são aplicadas diferentes doses de calcário, sendo que quando aplicado o calcário em dosagem correta se obtém um aumento de 12% na produtividade de grãos (Moreira et al., 2018). Lange et al. (2018), observaram que após a aplicação de  $3,2 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário no solo, apresentou o maior acúmulo de raízes no perfil do solo, o que favorece diretamente a produtividade. Já o crescimento de *Schizolobium amazonicum* foi pouco influenciado pela saturação por bases, no entanto, alterou os teores de macro e de micronutrientes, recomendando-se a saturação de 70% para a espécie (Vieira et al., 2020).

O objetivo com este trabalho foi quantificar a produção e absorção de nutrientes pelo grão-de-bico em função da aplicação de doses de calcário na superfície para elevação da saturação por bases.

## 2. Metodologia

O trabalho foi conduzido na unidade experimental do Cerrado Arthur Wesley Archibald da Universidade Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA, Anápolis, GO. As coordenadas geográficas do local de instalação são  $16^{\circ}17'40.6''\text{S}$

48°56'11.2''O, com altitude média de 1.017 m ao nível do mar. A temperatura média anual varia de mínima de 19°C e máxima de 28°C e as precipitações média anual de 1.586 mm.

O clima da região é classificado de acordo com a classificação climática de Köppen-Geiger como Aw (tropical), com chuva nos meses de outubro a maio, e com seca nos meses de junho a setembro. O solo é classificado como Latossolo Vermelho (LV), com 42% argila, textura argilosa (Santos et al., 2013). As características químicas do solo foram: matéria orgânica: 3,6%; Saturação por bases (V): 58,6%; pH CaCl<sub>2</sub>: 5,4; P (Mehl): 1,6 mg dm<sup>-3</sup>; K: 127 mg dm<sup>-3</sup>; CTC: 9,4 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca: 3,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg: 1,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al: 3,9 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al: 0,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições, cada repetição com cinco linhas de plantas, espaçadas 0,65 m com parcelas de 6,5 m<sup>2</sup>, sendo 12 plantas por m linear. Os tratamentos para elevação da saturação por bases do solo (V2) foram assim divididos: T1 – Testemunha (sem aplicação de calagem – V2 = 60%); T2 – 1,0 t ha<sup>-1</sup> (V2 = 70%); T3 – 3,89 t ha<sup>-1</sup> (V2 = 100%); T4 – 8,59 t ha<sup>-1</sup> (V2 = 150%). O calcário utilizado apresentava PRNT de 100%.

A semeadura do grão-de-bico, cultivar BRS Cristalino, foi realizada no dia 07 de março de 2022. Para o tratamento de sementes foi utilizado o Standak Top® (25 g i.a. Piraclostrobina; 225 g i.a. Tiofanato Metílico e 250 g i.a. Fipronil) na dosagem de 100 mL ha<sup>-1</sup>. Foi aplicado no tratamento de sementes, micronutrientes através dos produtos Xseeds® (3,6 g L<sup>-1</sup> Co; 3,6 g L<sup>-1</sup> de Mo e 3,6 g L<sup>-1</sup> Ni) na dosagem de 2,5 ml Kg<sup>-1</sup> de semente e Triple Max® (4,0 % N; 5% Cu; 12% Mn e 18% Zn) na dosagem de 2,5 ml Kg<sup>-1</sup> de semente.

Conforme análise do solo e demanda nutricional da cultura foi estabelecida a adubação de plantio, sendo utilizado 400 kg ha<sup>-1</sup> 05-25-15, após 50 DAE (dias após a emergência) foi realizada a cobertura com 80 kg de N ha<sup>-1</sup>, utilizando-se ureia (45% N). Realizou-se a capina manual para o controle de plantas invasoras. Aos 83 DAE foi utilizado o inseticida Fastac 100® (Alfa-Cipermetrina), na dosagem de 120 ml ha<sup>-1</sup>.

Para a avaliação da composição mineral da folha, ou o teor de elementos nela encontrados, as amostras de folhas foram coletadas na cultura do grão-de-bico na floração plena, sendo coletada a primeira folha amadurecida a partir da ponta do ramo, completamente expandidas (trinta folhas ha<sup>-1</sup>), essas amostras foram colocadas em sacos de papel.

As amostras de folhas foram devidamente identificadas e encaminhadas para serem analisadas em Laboratório de Análises de Foliar, seguindo a metodologia proposta Silva (2009). Depois de lavadas em água corrente, as folhas foram colocadas para secar em estufa a 65 °C, durante 72 h; após este período, as amostras serão trituradas em moinho tipo Wiley e acondicionadas para posterior análise. As amostras das folhas diagnose foram submetidas a digestão sulfúrica, para determinação de N e nítrico-perclórica, com vistas à determinação dos teores de P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Zn e Mn (Malavolta et al., 1997).

Ao final do ciclo, as três linhas centrais da parcela foram avaliadas quanto, número de plantas por m linear, peso dos grãos colhidos por planta (umidade corrigida para 13%), rendimento por parcela e rendimento por ha. Foi verificada a eficiência agrônômica expressa pela equação:

$$EA = \frac{YFT - YCT}{ARFT}$$

no qual, EA = Eficiência agrônômica em kg de sementes por kg de calcário aplicado; YFT = Produtividade no tratamento com calagem, kg ha<sup>-1</sup>; YCT = Produtividade no tratamento sem calagem, kg ha<sup>-1</sup>; ARFT = Taxa de aplicação no tratamento com calagem, kg ha<sup>-1</sup>.

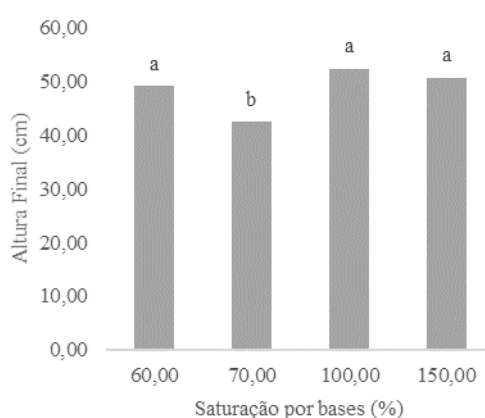
Os parâmetros avaliados foram analisados para normalidade e a homogeneidade antes da análise de variância. Após, os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e quando ocorreram diferenças significativas, identificadas pelo teste F (P<0,05), se aplicou o teste de médias de Tukey, para os fatores qualitativos; e, para fatores quantitativos, ajustes do modelo de regressão foram feitos, que foram escolhidos com base na significância do coeficiente de

regressão coeficientes e no potencial para explicar o fenômeno em questão. Utilizou-se o programa estatístico Sisvar, versão 5.6 (Ferreira, 2019).

### 3. Resultados e Discussão

Na cultura do grão-de-bico verificou-se influência das dosagens de calcário utilizadas para elevação da saturação por bases na altura final das plantas (Figura 1). A calagem promoveu aumento na altura de plantas até a dosagem de  $3,89 \text{ t ha}^{-1}$  ( $V_2 = 100\%$ ), com altura final média de plantas de 52,42 cm. A menor altura final média de plantas foi observada na elevação para 70% com 42,40 cm.

**Figura 1** – Altura de plantas de grão-de-bico no final do ciclo, em função de níveis crescentes de saturação por bases (V%), Anápolis, Goiás.



\* médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

A altura das plantas não apresentou diferenças estatísticas para a elevação da saturação por bases com a aplicação do calcário nas diferentes dosagens frente a testemunha ( $V = 60\%$ ), sendo que a elevação a 70% apresentou pior desempenho. Discordando do observado neste trabalho, Caires et al. (2002) obtiveram um aumento, de forma quadrática, com a aplicação de doses crescentes de calcário.

A resposta não expressiva das plantas nos diferentes tratamentos, pode estar associado aos teores suficientes de Ca e Mg trocáveis no solo e a ausência de Al trocável, fatores que não limitaram o desenvolvimento da planta nos diferentes tratamentos. Já Dutra et al. (2021), destacam que o fornecimento incorreto de nutrientes afeta o desenvolvimento morfológico do grão-de-bico. E que as plantas de grão-de-bico respondem positivamente ao fornecimento de nutrientes no desenvolvimento morfológico.

Para o efetivo estabelecimento do grão-de-bico no Brasil, a altura de plantas é muito importante, pois está ligado diretamente ao aproveitamento das colhedoras utilizadas para a cultura da soja e ao não investimento em maquinários específicos para o grão-de-bico (Souza, 2019). A altura da planta é considerada um parâmetro relevante pela sua relação com a produção, controle de plantas daninhas, acamamento e eficiência na colheita mecânica (Guimarães et al., 2008). Destaca-se que a altura da planta de grão-de-bico é influenciada devido ao elevado número de plantas competindo pela luz (Cokkizgin, 2012), o que não pode ter ocorrido neste trabalho visto a disposição e espaçamento adotados no campo, as plantas podem ter altura variando entre 30 à 100 cm, sendo observado alturas entre 42 a 52 cm, ficando dentro da média esperada para a cultura.

Outro parâmetro influenciado diretamente pela aplicação de calcário é o pH do solo, que irá afetar a taxa de absorção de nutrientes pelas plantas, como o observado na Tabela 1. Na avaliação, observa-se que N, K, Ca, S, Fe e Mn apresentaram diferença estatística entre os tratamentos avaliados. Sendo que P, Mg, B, Cu e Zn não diferenciaram estatisticamente. Segundo

Lopes (1998), a calagem é uma prática agrícola necessária que eleva a produtividade das culturas e provocam reações químicas nos solos, que implica na redução na disponibilidade de alguns íons (Fe, Zn, Cu, Mn, B), e o aumento de outros nutrientes (Ca, Mg, P, N, K, S e Mo), podendo ainda favorecer diversas atividades biológicas.

Segundo Fageria (2001), o acúmulo de nutrientes é função do teor de nutrientes e da produção de matéria seca ou dos grãos. Na cultura do grão-de-bico a acumulação máxima de macronutrientes seguiu a ordem decrescente de  $N > K > Ca > Mg > P > S$ . Entre os micronutrientes a acumulação foi de  $Fe > Mn > Zn > B > Cu$ . Demirbas et al. (2018), já observaram maior concentração de  $K > N > Ca > P > Mg$  em plantas de grão-de-bico. E Almeida Neta et al. (2021) de  $N > K > Ca > Mg > P$  aos 75 DAE do grão-de-bico.

Almeida Neta et al. (2020), observaram teores máximos de N, P, K, Ca e Mg de 41,45; 5,25; 23,60; 8,42 e 4,40 g Kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Valores estes acima dos observados neste trabalho para o N (variação de 21,00 a 39,20); P (variação de 1,70 a 1,90); K (variação de 19,50 a 24,30) e abaixo para o Ca (variação de 9,00 a 12,80) e Mg (variação de 2,90 a 3,30). Sendo que o maior acúmulo de N e Ca foram observados na ausência de calagem (V = 60%).

**Tabela 1** – Efeito da calagem na elevação da saturação por bases (V%) sobre a absorção de nutrientes nas folhas de grão-de-bico no florescimento pleno da cultura, Anápolis-GO.

| Tratamentos /<br>Sat. bases | N                  |    | P     |  | K     |   | Ca    |   | Mg    |  | S     |    |
|-----------------------------|--------------------|----|-------|--|-------|---|-------|---|-------|--|-------|----|
|                             | g Kg <sup>-1</sup> |    |       |  |       |   |       |   |       |  |       |    |
| 60%                         | 39,20              | a* | 1,70  |  | 19,50 | c | 12,80 | a | 3,30  |  | 1,50  | a  |
| 70%                         | 23,80              | c  | 1,80  |  | 19,80 | c | 9,70  | b | 3,10  |  | 0,80  | b  |
| 100%                        | 21,00              | d  | 1,80  |  | 24,30 | a | 10,00 | b | 2,90  |  | 1,00  | ab |
| 150%                        | 25,50              | b  | 1,90  |  | 21,60 | b | 9,00  | c | 3,30  |  | 1,10  | ab |
| CV (%)                      | 2,45               |    | 37,24 |  | 3,15  |   | 6,46  |   | 21,28 |  | 60,95 |    |

| Tratamentos /<br>Sat. bases | B                   |  | Cu    |  | Fe     |   | Mn     |   | Zn    |  |
|-----------------------------|---------------------|--|-------|--|--------|---|--------|---|-------|--|
|                             | mg Kg <sup>-1</sup> |  |       |  |        |   |        |   |       |  |
| 60%                         | 61,00               |  | 33,00 |  | 873,00 | a | 131,00 | a | 63,00 |  |
| 70%                         | 53,00               |  | 34,00 |  | 820,00 | b | 120,00 | a | 65,00 |  |
| 100%                        | 51,00               |  | 36,00 |  | 871,00 | a | 86,00  | b | 62,00 |  |
| 150%                        | 54,00               |  | 38,00 |  | 893,00 | a | 72,00  | b | 66,00 |  |
| CV (%)                      | 75,14               |  | 16,13 |  | 4,80   |   | 40,41  |   | 64,37 |  |

\*médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Fonte: Autores.

Segundo Embrapa (1980), em estudos correlacionando a assimilação de nutrientes pelas plantas e pH do solo, a planta aproveita apenas 50% do N, quando o pH está próximo de 5,0; 75% para valores próximo de 5,5; e 100% para valores próximos ou maiores do que 6,0; o que não foi observado neste trabalho pois o aumento do pH com a maior disponibilidade do calcário não levou ao aumento da absorção de mais N pelas plantas, sendo que o tratamento sem correção do solo apresentou maior acúmulo do nutriente. Destaca-se que o pH inicial do solo era de 5,4, o que levaria a uma possível absorção de 75% do N disponível, segundo os autores. Entretanto, a ausência de calagem reduz o potencial de resposta das culturas à adubação nitrogenada, além de reduzir a eficiência no uso do N (Crusciol et al., 2022).

Segundo Rosolem e Cordeiro (2022), a calagem acelera a mineralização da matéria orgânica do solo e a nitrificação do N, por meio da elevação do pH e da atividade microbiana do solo, de modo que a calagem superficial em SPD favorece a lixiviação do N no perfil do solo na forma de NO<sub>3</sub> com cátions acompanhantes (Ca, Mg e K), o que pode explicar a menor absorção do N e Ca com a elevação da saturação por bases a 150%.

Segundo Joris et al. (2016), o aumento da disponibilidade de Ca e Mg no solo favorece o crescimento radicular e eleva a absorção desses nutrientes pelas raízes favorecendo a translocação desses nutrientes para o restante da arquitetura da planta, o

que não foi observado neste trabalho, visto que mesmo com a maior disponibilidade do Ca e Mg no solo os teores ainda foram menores aos observados por Almeida Neta et al. (2020) e com maior acúmulo do Ca no tratamento com menor saturação por bases, sendo que para o Mg a maior disponibilidade não afetou estatisticamente o acúmulo na massa seca das plantas.

Não ocorre resposta ao aumento da saturação por bases para a maior absorção do P, visto que não ocorre diferença estatística entre os tratamentos (Tabela 1). Segundo Triers (2018), a aplicação de corretivos no solo pode alterar a disponibilidade do íon fosfato na solução do solo, por meio da elevação do pH, o tornando indisponível para absorção das plantas. Neste trabalho o uso de altas dosagens de calagem para o aumento da saturação por bases não influenciou a absorção do P pelas plantas de grão-de-bico.

Já o acúmulo de micronutrientes foi influenciado pelas diferentes dosagens de calagem efetuadas (Tabela 1). Rocha et al. (2022) observaram acúmulo com valores de Mn: 82,0; Cu: 14,0; Zn: 46,0 e Fe: 720,0 mg Kg<sup>-1</sup>, respectivamente. Valores estes inferiores e discrepantes dos observados neste trabalho, com os maiores valores observados de Mn: 131,0; Cu: 38,0; Zn: 66,0; Fe: 893,0 e B: 61,0 mg Kg<sup>-1</sup>, sendo que não ocorre um padrão nos maiores acúmulos para os micronutrientes entre os tratamentos efetuados neste trabalho.

Segundo Rocha et al. (2022), uma menor absorção dos micronutrientes pode estar associada a melhora na disponibilidade dos macronutrientes catiônicos, desfavorecendo a permanência dos micronutrientes catiônicos no complexo de troca no solo e a sua absorção pela planta, o que não foi observado neste trabalho. De acordo com Pereira (1995), o calcário provoca redução nos teores de Zn e Mn.

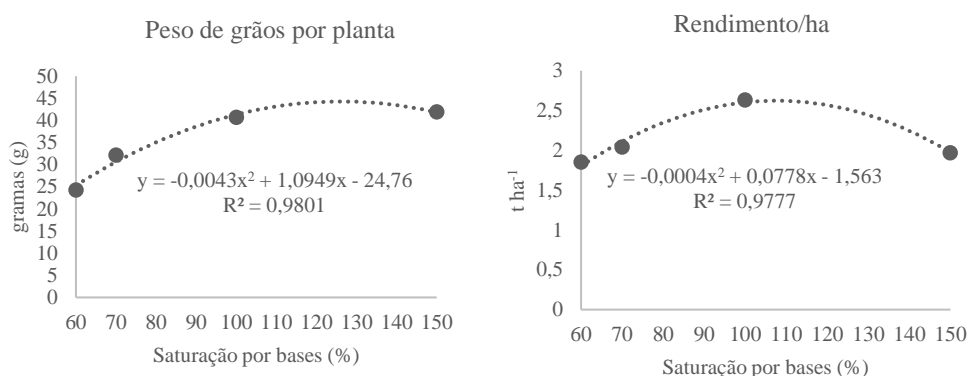
Segundo Andreotti et al. (2001), Quaggio et al. (1982), à medida que se faz uso do calcário para elevar o pH e a saturação por bases do solo, bem como os teores de Ca e Mg, há também uma diminuição na disponibilidade de Zn, portanto, dos micronutrientes catiônicos. O que não foi observado neste trabalho visto que para o Cu e Zn não apresentaram diferenças na absorção dos elementos entre os tratamentos, e para o Fe observa-se um aumento da absorção com a elevação da saturação por bases e uma redução na absorção do Mn.

A elevação do pH ioniza H<sup>+</sup>, sendo que estes são trocados por outros cátions, entre eles, os micronutrientes, o que pode explicar o observado neste trabalho visto que mesmo com o aumento do pH do solo, devido as dosagens da calagem, ainda não se observou uma redução na absorção dos micronutrientes com a elevação da saturação por bases, sendo esses valores acima dos observados por Rocha et al. (2022).

Ainda segundo Lima et al. (2000), a calagem quando eleva o pH, ou a saturação por bases para mais de 50%, contribui para o aparecimento de deficiências de micronutrientes, em consequência do aumento da adsorção dos micronutrientes catiônicos na matéria orgânica, nos óxidos de Fe amorfos e nos óxidos de Mn (Nascimento et al., 2002), o que não foi observado neste trabalho.

Nas culturas, os componentes da produção podem ser alterados por condições climáticas, fertilidade do solo e práticas agrícolas, o que refletirá na produtividade de grãos. De acordo com Anbessa et al. (2006), outras características que influenciam a produtividade de grãos trata-se da estação de cultivo, latitude, altitude, fotoperíodo e temperatura. Dessa forma, é importante conhecer não só o efeito da aplicação de calcário na produtividade, mas também quais componentes da produção são mais afetados (Sorrato et al., 2010). Os resultados referentes ao rendimento de grãos são apresentados na Figura 2 e na Tabela 2.

**Figura 2** - Peso de grãos por planta e rendimento por ha de grão-de-bico no final do ciclo, em função de níveis crescentes de saturação por bases (V%), Anápolis, Goiás.



Fonte: Autores.

**Tabela 2** - Efeito da calagem na elevação da saturação por bases (V%) sobre o peso de grãos por planta e o rendimento de grãos na cultura do grão-de-bico (t ha<sup>-1</sup>), Anápolis-GO.

| Tratamentos /<br>Sat. bases | Peso de grãos por planta |    | Rendimento         |   |
|-----------------------------|--------------------------|----|--------------------|---|
|                             | g                        |    | t ha <sup>-1</sup> |   |
| 60%                         | 24,25                    | c* | 1,85               | b |
| 70%                         | 32,20                    | b  | 2,04               | b |
| 100%                        | 40,69                    | a  | 2,63               | a |
| 150%                        | 41,92                    | a  | 1,97               | b |
| CV (%)                      | 21,25                    |    | 19,53              |   |

\*médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelos testes de tukey a 5% de probabilidade. ns: não significativo.  
 Fonte: Autores.

A elevação da saturação por bases promoveu aumento no peso de grãos por planta e no rendimento ha<sup>-1</sup>, sendo a dosagem de maior eficiência técnica de calcário de 3,58 t ha<sup>-1</sup>, estando muito próximo da dosagem de calagem efetuada no tratamento de elevação da saturação por bases a 100%. O peso de grãos por planta foi influenciado pelos tratamentos, sendo que os tratamentos com elevação da saturação acima 100% apresentaram o melhor desempenho.

O aumento do peso de grãos por planta influenciou diretamente o rendimento de grãos. O que corrobora o observado por Castro e Crusciol (2015), que ao avaliar os efeitos da aplicação de calcário nos atributos químicos do solo e a nutrição das leguminosas, também observaram aumento na produtividade de grãos e nas concentrações foliares de Ca, Mg, sendo que neste trabalho a maiores teores foliares de Ca e Mg (Tabela 1) não resultaram em maior rendimento da cultura.

O rendimento de grãos médio final do grão-de-bico após a aplicação dos tratamentos correspondeu a 2,13 t ha<sup>-1</sup>, sendo superior ao obtido em outros países, como Índia (0,91 t ha<sup>-1</sup>), Uzbequistão (1,46 t ha<sup>-1</sup>), Etiópia (1,67 t ha<sup>-1</sup>) e Austrália (1,22 t ha<sup>-1</sup>) (FAO, 2019) e 1,78 t ha<sup>-1</sup> no Brasil (Almeida Neta et al., 2021). De acordo com Avelar et al. (2018a), a maioria dos países que cultivam grão-de-bico apresentam baixa produtividade e isso se deve em grande parte ao baixo nível tecnológico adotado.

Alguns trabalhos realizados no Brasil, com cultivares adaptadas, observaram diferentes rendimentos para o grão-de-bico, como Giordano; Nascimento (2005), obtiveram rendimento em torno de 1,6 a 2,7 t ha<sup>-1</sup>. Já Hoskem et al. (2017) avaliando o rendimento do grão-de-bico em condições parecidas a da presente pesquisa e de Avelar et al. (2018b), e observaram produtividade média de 2,72 t ha<sup>-1</sup> de grãos. Observa-se que esses valores são próximos aos observados neste trabalho, visto que o maior rendimento foi de 2,6 t ha<sup>-1</sup> de grãos.

A eficiência agrônômica, média entre o rendimento obtido e a quantidade de calcário aplicado, é medida frente aos tratamentos e a testemunha ( $V=60\%$ ). A elevação da saturação por bases influenciou a eficiência agrônômica, sendo suas médias correspondentes a 19,16% para  $V = 70\%$ ; 20,17% para  $V = 100\%$ ; 1,36% para  $V = 150\%$ .

De acordo com Almeida Neta et al. (2020), a eficiência agrônômica refere-se à capacidade da planta em produzir grãos de acordo com seu crescimento e disponibilidade de nutrientes. Nesse contexto, observa-se a maior eficiência no tratamento com  $V = 100\%$ , sendo observada a alteração na produção de grãos (Tabela 2), corroborando com a condição de adequado suprimento nutricional da planta neste tratamento.

Segundo Rosolem e Cordeiro (2022), muito tem-se discutido se a dose de calagem aplicada com base nos boletins de recomendação disponíveis é suficiente, havendo a hipótese de que as doses devem ser aumentadas. Entretanto, segundo os autores, estudos apontam que não há necessidade de aumentar a dose recomendada de calagem para cultivo de culturas que têm alta demanda por adubação nitrogenada. Para essas culturas, a maior produtividade, maior eficiência no uso do N, é com a dose recomendada de calagem, aplicada em superfície em SPD, sendo realizada a recomendação para elevar a saturação por bases a 60% na camada de 00-0,20 m. O que também pode ser extrapolado para este trabalho.

Em síntese, pode se observar que este estudo obteve um efeito positivo no aumento da saturação por bases, via calagem, no aumento da produção do grão-de-bico em solos com menor saturação por bases inicial. Em lavouras comerciais, pode se adotar a saturação por bases de 60 a 70%, sendo que esta apresenta eficiência agrônômica elevada (19,16%) e pode ser adotado como parâmetro para a recomendação de calagem para a cultura.

A aplicação de altas dose de calcário visando aumentos exacerbados da saturação por bases não favorece o rendimento apresentando a menor eficiência agrônômica (1,36%) observada neste trabalho.

#### 4. Conclusão

A altura final de plantas foi influenciada pelo aumento da saturação por bases no solo.

Não ocorre um padrão de maior acúmulo de nutrientes nas diferentes elevações de saturação por bases avaliadas.

A cultivar de grão-de-bico BRS Cristalino apresenta melhor desempenho agrônômico na dosagem de maior eficiência técnica de calcário de 3,58 t ha<sup>-1</sup>.

Em lavouras comerciais, pode se adotar a saturação por bases de 60 a 70%, sendo que esta apresenta eficiência agrônômica elevada e pode ser adotado como parâmetro para a recomendação de calagem para o grão-de-bico.

#### Agradecimentos

A Universidade Evangélica de Goiás, UniEvangélica, pelo apoio técnico e laboratorial para a realização deste trabalho.

#### Referências

- Almeida Neta, M. N., Pegoraro, R. F., Sampaio, R. A., Costa, C. A. D., Fernandes, L. A., & Ferreira, J. M. (2020). Inoculação com *Rhizobium tropici* e adubação nitrogenada aumentam a produção de grão-de-bico? *Ciência e Agrotecnologia*, 44.
- Almeida Neta, M. N., Almeida, E. S. D., Costa, C. A. D., Nunes, J. A. D. R., Fernandes, L. A., & Pegoraro, R. F. (2021). Inoculação com *Bacillus* spp. e doses de nitrogênio aumentam a produção de grão-de-bico. *Ciência e Agrotecnologia*, 45, e015421.
- Andreotti, M., Souza, E. C. A. D., & Crusciol, C. A. C. (2001). Componentes morfológicos e produção de matéria seca de milho em função da aplicação de calcário e zinco. *Scientia agrícola*, 58, 321-327.
- Anbessa, Y., Warkentin, T., Vandenberg, A., & Ball, R. (2006). Inheritance of time to flowering in chickpea in a short-season temperate environment. *Journal of Heredity*, 97(1), 55-61.
- Avelar, R. I. S., Costa, C. A. D., Brandão Júnior, D. D. S., Paraíso, H. A., & Nascimento, W. M. (2018a). Production and quality of chickpea seeds in different sowing and harvest periods. *Journal of Seed Science*, 40, 146-155.



- Avelar, R. I. S., Costa, C. A. D., Rocha, F. D. S., Oliveira, N. L. C. D., & Nascimento, W. (2018b). Yield of chickpeas sown at different times. *Revista Caatinga*, 31, 900-906.
- Caires, E. F., Barth, G., Garbuio, F. J., & Kusman, M. T. (2002). Correção da acidez do solo, crescimento radicular e nutrição do milho de acordo com a calagem na superfície em sistema plantio direto. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, 26, 1011-1022.
- Castro, G. S. A., & Crusciol, C. A. C. (2015). Effects of surface application of dolomitic limestone and calcium-magnesium silicate on soybean and maize in rotation with green manure in a tropical region. *Bragantia*, 74, 311-321.
- Cokkizgin, A. (2012). Botanical characteristics of chickpea genotypes (*Cicer arietinum* L.) under different plant densities in organic farming. *Scientific research and essays*, 7(4), 498-503.
- Crusciol, C. A. C., Bossolani, J. W., Portugal, J. R., Moretti, L. G., Momesso, L., de Campos, M., & Rosolem, C. A. (2022). Exploring the synergism between surface liming and nitrogen fertilization in no-till system. *Agronomy Journal*, 114(2), 1415-1430.
- Demirbas, A., Durukan, H., Karakoy, T., Pamiralan, H., Gok, M., & Coskan, A. (2018). Yield and nutrient uptake improvement of chickpea (*Cicer arietinum* L.) by dressing fertilization and nitrogen doses. *Sceindo*, 1(1), 51-57.
- Dutra, G. A., Rezende, C. F. A., Fernandes, F. R., Moreira, G. R. N., de Freitas, J. M., & da Costa Diniz, R. A. (2021). Características morfológicas da cultivar de grão-de-bico Cristalino submetido a diferentes dosagens de adubação. *Anais do Programa de Iniciação Científica da UniEVANGÉLICA*, 11, 22-24.
- Embrapa (1980). Projeto Racionalização de Uso de Insumos: sub-projeto. *Racionalização de Fertilizantes e Corretivos na Agricultura*. Brasília-DF, 78.
- Fageria, N. K. (2001). Resposta de arroz de terras altas, feijão, milho e soja à saturação por base em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 5, 416-424.
- FAO (2019). *Área colhida, rendimento e produção nos principais países produtores de grão-de-bico*.
- Ferreira, D. F. (2019). SISVAR: Sistema de Análises Estatísticas. *Revista Brasileira de Biometria*. 37(4), 529-535.
- Foloni, J., Oliveira Junior, A. D., Castro, C. D., & Oliveira, F. A. (2018). Cultivares de soja submetidas à calagem superficial e adubação de sistema com fósforo e potássio na sucessão trigo/soja. In: Congresso Brasileiro de Soja, 8., 2018, Goiânia. *Inovação, tecnologias digitais e sustentabilidade da soja: Anais*. Brasília, DF: Embrapa.
- Giordano, L. B., Nascimento, W. M. (2005) *Grão-de-bico Cícero, sabor e qualidade*. Julho. Brasília, DF. Embrapa Hortaliças.
- Guarçoni, A., Favarato, L. F., Stipp, S. R., & Casarin, V. (2019). Manejo da fertilidade do solo para uma produção agropecuária mais sustentável. *Incapem em Revista*, 10, 22-42.
- Guimarães, F. D. S., Rezende, P. M. D., Castro, E. M. D., Carvalho, E. D. A., Andrade, M. J. B. D., & Carvalho, E. R. (2008). Cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] para cultivo de verão na região de Lavras-MG. *Ciência e Agrotecnologia*, 32, 1099-1106.
- Hoskem, B. C. S., da Costa, C. A., Nascimento, W. M., Santos, L. D. T., Mendes, R. B., & de Campos Menezes, J. B. (2017). Productivity and quality of chickpea seeds in Northern Minas Gerais, Brazil. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 12(3), 261-268.
- Joris, H. A. W., Caires, E. F., Scharr, D. A., Bini, A. R., & Haliski, A. (2016). Liming in the conversion from degraded pastureland to a no-till cropping system in Southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, 162, 68-77.
- Lange, A., Buchelt, A. C., Borsari, C. D., Capeletti, M. E., Schoninger, E. L., & Zandonadi, R. S. (2018). Uso de corretivos e fertilizantes em pastagem no bioma amazônico. *Nativa*, 6(6), 631-638.
- Lima, D. V., Faquin, V., Furtini Neto, A. E., Morais, A. D., Curi, N., & Higa, N. T. (2000). Macro e micronutrientes no crescimento do braquiarião e da soja em Latossolos sob Cerrado da região de Cuiabá-MT. *Ciência e Agrotecnologia*, 24(1), 96-104.
- Lopes, A. S. *Manual internacional de fertilidade*. (1998). Potafós. 177.
- Malavolta, E., Vitti, G. C., & Oliveira, S. A. D. (1997). *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 319.
- Moreira, A., Moraes, L. A. C., Souza, J. J. (2018). Resposta de cultivares de soja a diferentes níveis de acidez do solo. *XIII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja*, 70.
- Nascimento, C. W. A., Fontes, R. L. F., Neves, J. C. L., & Melício, A. C. F. D. (2002). Fracionamento, dessorção e extração química de zinco em Latossolos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 26, 599-606.
- Nascimento, W. M., Silva, P. P., Artiaga, O. P., & Suinaga, F. A. (2016). Grão-de-Bico. *Hortaliças leguminosas*. Nascimento, W. M. Ed, 1.
- Oliveira, J. R., Souza, F. V. P., Silva, U. T. G., Duarte, N. F., & Pinto, S. I. C. (2015). Saturação por bases para o cultivo do cedro australiano. *Global Science and Technology*, 8(2), 96-102.
- Pereira, H. S. (1995). *Efeitos de fontes de fósforo, associadas a calagem e micronutrientes nos atributos químicos de solos e na cultura do milho (Zea mays L.)* (Tese de doutorado, Universidade de São Paulo).
- Quaggio, J. A., HA, M., & OC, B. (1982). Resposta da soja à aplicação de doses crescentes de calcário em Latossolo Roxo distrófico de cerrado. II: Efeito residual. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 6(2), 113-118.
- Rocha, V. C., Moreira, G. R. N., da Costa, M. B., de Souza, I. S. R., de Alcântara Aguiar, L., & Rezende, C. F. A. (2022). Acúmulo foliar de micronutrientes no grão de bico frente a diferentes dosagens de adubação. *CIPEEX*, 3, 1-5.

- Rosolem, C. A., & Cordeiro, C. F. S. (2022). *Eficiência da adubação nitrogenada combinada à calagem em sistemas com semeadura direta*. 13.
- Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C., Oliveira, V. A., Oliveira, J. B., Coelho, M. R., Lumbrreras, J. F., & Cunha, T. J. F. (Ed.) (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos* 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 306p.
- Silva, F. C., & Silva, F. C. (2009). *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.
- Soratto, R. P., Crusciol, C. A. C., & Mello, F. F. D. C. (2010). Componentes da produção e produtividade de cultivares de arroz e feijão em função de calcário e gesso aplicados na superfície do solo. *Bragantia*, 69, 965-974.
- Souza, C. V. A. (2019). *Características agronômicas e qualidade fisiológica de sementes de grão-de-bico em função da densidade de plantas*. (Dissertação - Mestrado em Agronomia - Universidade de Brasília).
- Sousa, D. M. G., & Lobato, E. (2004). *Cerrado: correção do solo e adubação*. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, Planaltina, DF: Embrapa Cerrados.
- Triers, L. O. D. S. (2018). *Eficiência no uso de fertilizante mineral simples no fornecimento de cálcio, magnésio e enxofre no solo*. Trabalho de conclusão de curso (TCC) em Agronomia.
- Vieira, C. R., Weber, O. D. S., & Scaramuzza, J. F. (2020). Saturação por bases no crescimento e na qualidade de mudas de paricá. *Scientia Forestalis*, 48(125), 1-11.