



CÁLCIO LÍQUIDO NO SULCO DE SEMEADURA E NITROGÊNIO EM COBERTURA NO FEIJOEIRO

José Geraldo da Silva¹, Adriano Stephan Nascente¹, Pedro Marques da Silveira^{1*}, Enderson

Petronio de Brito Ferreira¹

RESUMO: Empresas agrícolas lançam produtos periodicamente, prometendo incrementos significativos na produtividade das culturas, mesmo com teores adequados no solo do nutriente a ser utilizado. No entanto, existem diversas dúvidas sobre a real eficácia desses produtos. O objetivo deste estudo foi de determinar o efeito da aplicação de cálcio líquido no sulco de semeadura no solo, com teores adequados desse nutriente, juntamente com a adubação nitrogenada de cobertura na produtividade do feijoeiro irrigado. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso no esquema fatorial 4x2x3, com quatro repetições. Os tratamentos constaram da combinação de quatro doses de cálcio no sulco (0; 30; 60 e 90 kg ha⁻¹ de Ca na forma de CaCl₂) com manejo do nitrogênio em cobertura (sem e com a aplicação de 60 kg ha⁻¹ de N em cobertura) em três safras agrícolas. A adubação com cálcio no sulco de semeadura em solo com teor adequado desse nutriente, não aumenta a densidade de plantas, componentes de produção e produtividade de grãos do feijoeiro, sendo, portanto, uma prática não recomendada. A adubação nitrogenada em cobertura incrementa o número de vagens por planta, massa de 100 grãos e produtividade de grãos do feijão- comum.

Palavras-chave: Adubação de cobertura, cloreto de cálcio, *Phaseolus vulgaris*

LIQUID CALCIUM IN THE SOWING FURROW AND TOPDRESSING NITROGEN ON COMMON BEAN YIELD

ABSTRACT: Agricultural corporation develop new products periodically, promising significant increases in crop productivity, even with adequate levels in the soil of the nutrient to be used. However, there are several doubts about the real effectiveness of these products. The objective of this study was to determine the effect of the application of liquid calcium in the sowing furrow, with proper content of this nutrient, together with the topdressing nitrogen fertilization of the irrigated common bean yield. The experimental design was a randomized block design in the 4x2x3 factorial scheme, with four replications. Treatments consisted of the combination of four doses of calcium in the sowing furrow (0, 30, 60 and 90 kg ha⁻¹ Ca as CaCl₂) with nitrogen management at topdressing (with and without the application of 60 kg ha⁻¹ of N) in three growing seasons. Calcium fertilization in the sowing furrow in soil with proper content of this nutrient, do not increase plant density, yield components and grain yield of common bean, and thus this practical is not recommended. Nitrogen fertilization at topdressing increases number of pods per plant, mass of 100 grains and grain yield of common bean.

Key words: calcium chloride, *Phaseolus vulgaris*, topdressing nitrogen

¹ Embrapa Arroz e Feijão. *E-mail: pedro.silveira@embrapa.br. Autor para correspondência.

Recebido em: 17/07/2019. Aprovado em: 26/11/2019.

INTRODUÇÃO

A cultura do feijão-comum possui grande importância econômica para o Brasil, uma vez que a área cultivada, na safra 2017/2018, foi de cerca de 3,2 milhões de hectares, o que correspondeu à produção de 3,1 milhões de toneladas de grãos (CONAB, 2018). O feijão-comum é cultivado em três safras e, apesar da sua importância, ainda é constatada baixa utilização de tecnologia, principalmente na primeira safra (1.225 kg ha⁻¹) e na segunda (842 kg ha⁻¹), resultando em baixa produtividade (CONAB, 2018). A terceira safra, caracterizada como mais tecnificada (CARVALHO e NASCENTE, 2018) teve média de produtividade de 2.625 kg ha⁻¹ na região Centro-Sul na safra 2017/2018, indicando que há retorno em produtividade de grãos em razão do uso de tecnologia.

Entre os aspectos que devem ser melhorados na cultura está o manejo da adubação das plantas (CARVALHO et al., 2018). Com o fornecimento adequado e equilibrado de nutrientes para o feijoeiro pelo uso de fertilizantes, pode-se obter aumento significativo na produtividade da cultura (SILVEIRA et al., 2019).

O cálcio é um dos nutrientes que mais limita a produtividade do feijoeiro em solos de Cerrado (SOUSA et al., 2016). Esse nutriente é

pouco móvel na planta, sendo que sua deficiência aparece primeiramente nas folhas novas que desenvolvem pequenas manchas castanhas no tecido internerval, redução de crescimento que as tornam distorcidas e amarelas; além disso, o meristema apical é severamente afetado, e as plantas podem até morrer (Fageria & Baligar, 2008). As deficiências são, normalmente, corrigidas com aplicação de corretivos no solo, de preferência calcário (FAGERIA e NASCENTE, 2014).

A aplicação de cálcio, na forma de carbonato de cálcio, no sulco de semeadura pode melhorar o ambiente para o desenvolvimento das culturas e ser complemento da aplicação do calcário à lanço, sem incorporação (NASCENTE e COBUCCI, 2015a). Por exemplo, a aplicação de solução de carbonato de cálcio no sulco de semeadura pode proporcionar a reação do calcário com o solo de modo mais rápido próximo da semente e da emergência das plântulas, onde serão emitidas as raízes, aumentar o pH do solo e a disponibilidade de fósforo no sulco de plantio para o feijoeiro, com conseqüente incrementos na produtividade da cultura, como mostrado por NASCENTE e COBUCCI (2015a, 2015b). Assim, quando se utilizar cálcio líquido tem-se a intenção de influenciar somente o solo no sulco de semeadura, o que pode melhorar as

condições para o desenvolvimento inicial da cultura (NASCENTE e COBUCCI, 2015b).

Por outro lado, a aplicação de cálcio, na forma de cloreto de cálcio, vai acarretar no aumento dos teores de cálcio no sulco de semeadura e pode proporcionar maior enraizamento das plantas e favorecer a maior absorção de nutrientes, como o fósforo, com reflexos positivos na produtividade das culturas (FAGERIA et al., 2011; Nascente et al., 2014). Nesse contexto, plantas com sistema radicular mais desenvolvido quando adequadamente adubadas, principalmente com nitrogênio, tendem a ser mais produtivas (MELÉM JÚNIOR et al., 2011; GUIMARÃES et al., 2017).

Entretanto, quando o teor de cálcio no solo está adequado, a probabilidade de resposta a utilização dessa tecnologia é bem pequena (SOUSA e LOBATO, 2004), e não justifica o investimento. Arf et al. (2014) mostraram que a aplicação de cálcio não afetou o desenvolvimento do arroz quando o nutriente estava com teores adequados no solo. No entanto, diversas empresas estão comercializando esse produto, cálcio líquido, prometendo incrementos significativos na produtividade das culturas, o que deixa técnicos e produtores na dúvida em se utilizar essa tecnologia. Muitos desses produtos são chamados de bioestimulantes ou promotores de

crescimento, mas em diversos momentos não proporcionam melhor desenvolvimento das plantas (FRASCA et al., 2018). Dessa forma, há carência de informações sobre o efeito desses produtos no desenvolvimento agrônomo das plantas (BINSFELD et al., 2014). O objetivo desse estudo foi determinar o efeito da aplicação de cálcio líquido, em solo com teor adequado do nutriente, no sulco de semeadura juntamente com a adubação nitrogenada de cobertura na produtividade do feijoeiro irrigado em Região do Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido por três safras agrícolas (2014, 2015 e 2016) em diferentes áreas, na Fazenda Capivara da Embrapa Arroz e Feijão, localizada no município de Santo Antônio de Goiás, GO, a 16°28'00" S e 49°17'00" W, e 823 m de altitude. O clima da região é tropical de savana, sendo considerado do tipo Aw segundo a classificação de Köppen (ALVAREZ et al., 2014). Há duas estações bem definidas, normalmente seco de maio a setembro (outono/inverno) e chuvoso de outubro a abril (primavera/verão), a precipitação média anual está entre 1.500 a 1.700 mm. A temperatura média anual é de 22,7 °C, variando anualmente de 14,2 °C a 34,8 °C (SILVA et al., 2010). As

três áreas experimentais foram cultivadas por cinco, seis e sete safras em sistema de semeadura direta, respectivamente, sendo cultivado soja/milho no verão e feijão-comum no inverno. Os experimentos foram conduzidos em diferentes áreas cada ano, sendo o solo classificado como Latossolo Vermelho ácrico (SANTOS et al., 2018). Antes da instalação dos experimentos, junho/2014, 2015 e 2016, foram realizadas análises químicas, na profundidade de 0-0,20 m para caracterização da área experimental (Tabela 1). A textura foi classificada como argilosa com valores de 540 g kg⁻¹ de argila, 120 g kg⁻¹ de silte e 340 g kg⁻¹ de areia. As análises químicas e físicas foram realizadas de acordo com a metodologia proposta por Donagema et al. (2011).

Tabela 1. Atributos químicos do solo das áreas experimentais, na camada 0-0,20 m de profundidade, antes da aplicação dos tratamentos. Santo Antônio de Goiás, safras 2014, 2015 e 2016.

Safra	pH	Ca	Mg	P	K	MOS ¹
(ano)	(H ₂ O)	-----($\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$)-----		-----(mg kg^{-1})-----		(g kg^{-1})
2014	5,7	16,7	13,4	18,1	125	26,6
2015	5,4	26,0	10,1	12,4	92	34,3
2016	6,0	15,1	12,7	13,0	171	32,7

¹Materia orgânica do solo.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso no esquema fatorial 4x2x3, com quatro repetições. Os tratamentos constaram da combinação de quatro doses de cálcio no sulco de semeadura (0; 30; 60 e 90 kg ha⁻¹ de Ca na forma de CaCl₂, na forma líquida, contendo 14% de Ca, 175 g L⁻¹), manejo do nitrogênio em cobertura, sem e com a aplicação de 60 kg ha⁻¹ de N em cobertura e safras agrícolas (2014, 2015 e 2016). As parcelas tiveram as dimensões de 2,25 m (cinco linhas de semeadura) x 5,0 m de comprimento. A área útil constituiu-se das três linhas centrais desprezando-se 0,50 m de cada extremidade. As doses de cálcio foram aplicadas com pulverizador modelo Micron, no momento da semeadura. A fonte de N foi a ureia (42% de N) e aplicada a lanço no estágio vegetativo V4 (terceira folha trifoliolada).

A semeadura do feijoeiro, cultivar Pérola, foi realizada na primeira quinzena de junho nas três safras, mecanicamente, com uma

semeadora-adubadora provida de cinco linhas de plantio, espaçadas de 0,45 m e regulada para distribuir 10 sementes por metro. A máquina estava equipada com sulcador de haste e foi operada na velocidade de 4,0 kg h⁻¹. A adubação no sulco de semeadura foi de 320 kg ha⁻¹ da formulação 05-30-15 (N-P₂O₅-K₂O). A adubação em cobertura foi realizada de acordo com cada tratamento. Utilizou-se o sistema de irrigação por aspersão do tipo pivô central, realizando-se o manejo da água conforme o requerimento da cultura (SILVEIRA e STONE, 2001). O manejo fitossanitário da cultura foi realizado de acordo com as necessidades (VIEIRA et al., 2006).

Nos experimentos foram determinadas as seguintes variáveis: a) número de vagens por planta: contagem do número de vagens de 10 plantas coletadas ao acaso em cada unidade experimental durante a colheita; b) número de grãos por vagem: contagem do número de grãos das 10 plantas coletadas ao acaso durante a colheita; c) massa de 100 grãos: determinada pela coleta ao acaso e pesagem de quatro amostras de 100 grãos de cada unidade experimental, com posterior correção do teor de água dos grãos para 130 g kg⁻¹; d) produtividade de grãos: determinada após o arranquio manual das plantas da área útil de cada unidade experimental, trilha mecânica e pesagem dos grãos. Foi determinada a massa

dos grãos colhidos e calculada a produtividade de grãos (kg ha⁻¹) após o teor de água ser corrigido para 130 g kg⁻¹.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste comparativo de médias Tukey, para p<0,05, nos parâmetros qualitativos e regressão no parâmetro quantitativo (doses de cálcio) utilizando-se o pacote estatístico SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos pode-se constatar que a adubação com cálcio líquido, na forma de cloreto de cálcio, no sulco de semeadura não proporcionou incrementos significativos no número de plantas por metro, nos componentes de produção e na produtividade de grãos do feijoeiro (Tabela 2). Esse resultado pode ter sido devido aos teores adequados de cálcio e fósforo no solo (Tabela 1) conforme Souza e Lobato (2004). De acordo com Sousa e Lobato (2004) e Fageria et al. (2011) altos teores de nutrientes no solo reduzem a resposta das culturas ao incremento do nutriente por meio da adubação. Assim, com teores mais elevados de cálcio no solo, a sua aplicação no sulco de semeadura não foi eficiente para proporcionar incrementos significativos na produtividade do feijoeiro. Um dos objetivos da aplicação de cálcio no

sulco de semeadura é proporcionar maior desenvolvimento radicular e com isso acarretar maior absorção de nutrientes, como o fósforo, com consequentes incrementos na produtividade da cultura (NASCENTE e COBUCCI, 2015a, 2015b). Entretanto, com pH ao redor de 6 e teores adequados de Ca e P no solo não se obteve incrementos de produtividade e permite inferir que nessas condições, não se recomenda a aplicação desse produto. Moretto e Viecelli (2012), trabalhando com diferentes doses de cálcio líquido (41% de Ca p/v) aplicado no sulco de plantio, em soja, também não encontraram efeito significativo do produto, na dosagem de até 2,50 l ha⁻¹, na produtividade da soja.

Houve efeito significativo da adubação nitrogenada no número de vagens por planta, massa de 100 grãos e na produtividade de grãos do feijoeiro (Tabela 2). De acordo com Fageria (2014), nitrogênio é parte de diversos componentes estruturais das plantas e seu fornecimento via adubação pode contribuir para aumentar a produtividade de grãos.

Alvarez et al. (2005), Meira et al. (2005) e Valderrama et al. (2009) também verificaram que a aplicação de doses crescentes de nitrogênio no feijoeiro aumentou a produtividade de grãos.

Com relação às safras agrícolas, constatou-se maior produtividade de grãos na safra 2014 (Tabela 2). A produtividade da cultura do feijoeiro é função dos componentes de produção: número de vagens por planta, número de grãos por planta e massa de 100 grãos (VIEIRA et al., 1996). Dessa forma, os maiores valores obtidos no número de vagens por planta e massa de 100 grãos na safra 2014 explicam essa maior produtividade.

Com base nos resultados obtidos nesse estudo por três safras agrícolas pode-se inferir que, solos com teores adequados de cálcio não tem a necessidade de se aplicar cálcio líquido no sulco de semeadura e que o uso de adubação nitrogenada em cobertura é prática que proporciona incrementos significativos na produtividade da cultura.

Tabela 2. Densidade de plantas (DP), vagens por planta (NVP), grãos por vagens (NGV), massa de 100 grãos (M100) e produtividade de grãos (PG) do feijoeiro afetado por doses de calcário líquido, manejo de nitrogênio e safras agrícolas. Santo Antônio de Goiás, safras 2014, 2015 e 2016.

Fatores	DP	NVP	NGV	M100	PG
Doses de Cálcio (kg ha ⁻¹)	(n° m ⁻¹)	(n°)	(n°)	(g)	(kg ha ⁻¹)
0	13	11,12	3,79	24,65	1.903
30	12	11,28	3.46	25,02	1.970
60	12	10,02	3.63	25,38	1.787
90	11	11,65	3.91	24,65	1.866
Manejo de N (kg ha ⁻¹)					
0	12 a*	10,43 b	3,70 a	24,53 b	1.591 b
60	11 a	11,61 a	3,70 a	25,33 a	2.172 a
Safras agrícolas					
2014	8 c	13,21 a	3,69 b	27,31 a	2.196 a
2015	12 b	11,52 b	2,95 c	23,75 b	1.741 b
2016	16 a	10,50 c	4,44 a	23,72 b	1.707 b
Fatores		ANOVA (Probabilidade do teste F)			
Doses de Cálcio (Ca)	0,2781	0,0524	0,0501	0,2541	0,1285
Safras Agrícolas (SA)	<0,001	0,0183	<0,001	<0,001	<0,001
Manejo de N (N)	0,3460	<0,001	0,9765	0,0086	<0,001
Ca*SA	0,0582	0,2123	0,7821	0,0031	0,0695
Ca*N	0,2678	0,0598	0,0612	0,4993	0,1790
N*SA	0,0712	0,6511	0,4023	0,0503	0,3868
Ca*SA*N	0,5373	0,9863	0,9246	0,1259	0,0662
Coeficiente de variação (%)	26,83	18,34	13,26	8,37	19,27

*Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey para $p < 0,05$.

CONCLUSÕES

A adubação com cálcio líquido em solo com teor adequado de cálcio, no sulco de semeadura, não aumenta a densidade de plantas, componentes de produção e produtividade de grãos do feijão-comum.

A adubação nitrogenada em cobertura incrementa o número de vagens por planta, massa de 100 grãos e produtividade de grãos do feijão-comum.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, A.C.C.; ARF, O.; ALVAREZ, R.C.F.; PEREIRA, J.C.R. Resposta do feijoeiro a aplicação de doses e fontes de nitrogênio em cobertura no sistema de plantio direto. **Acta Scientiarum**, vol. 27, p. 69-75, 2005.
- ARF, O.; RODRIGUES, R.A.F.; NASCENTE, A.S.; LACERDA, M.C. Gesso aplicado na superfície do solo no desenvolvimento do arroz de terras altas sob plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 1136-1141, 2014.
- BINSFELD, J.A.; BARBIERI, A.P.P.; HUTH, C.; CABRERA, I.C.; HENNING, L.M.M. Uso de bioativador, bioestimulante e complexo de nutrientes em sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 44, p. 88-94, 2014.
- CARVALHO, M.C.S.; NASCENTE, A.S. Application of lime, phosphogypsum and fertilization rates affect soil fertility and common bean development in no-tillage system in a Cerrado Oxisol. **Acta Scientiarum** v. 40, e39322, 2018.
- CARVALHO, M.C.S.; NASCENTE, A.S.; FERREIRA, G.B.; MUTADIUA, C.A.P.; DENADIN, J.E. Phosphorus and potassium fertilization increase common bean grain yield in Mozambique. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, p. 308-314, 2018.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília, setembro. v.12, 2018. 148p.
- DONAGEMA, G.K.; CAMPOS, D.V.B.; CALDERANO, S.B.; TEIXEIRA W.G. Manual de métodos de análise de solo, 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos. 2011, 212p.
- FAGERIA, N.K.; BALIGAR, V.C. Ameliorating soil acidity of tropical Oxisols by liming for sustainable crop production. **Advances in Agronomy** v.99, p. 345-399. 2008.
- FAGERIA, N.K.; NASCENTE, A.S. Management of Soil Acidity of South American Soils for Sustainable Crop Production. **Advances in Agronomy**, v. 128, p. 221-275. 2014.
- FAGERIA, N.L.; BALIGAR, V.C.; JONES, C.A. Growth and mineral nutrition of field crops. Boca Raton, CRC Press. 2011. 586p.
- FAGERIA, N.K. Nitrogen management in crop production. Boca Raton: CRC Press, 2014. 408 p.
- FRASCA, L.L.M.; NASCENTE, A.S.; LANNA, A.C.; CARVALHO, M.C.S. Características físico-agronômicas do feijoeiro de ciclo superprecoce tratado com promotores de crescimento. **Colloquim Agrariae**, v. 14, p. 51-61, 2018.
- GUIMARÃES, R.A.M.; BRAZ, A.J.B.; SIMON, G.A.; FERREIRA, C.J.B.; BRAZ, G.B.P.; SILVEIRA, P.M. Resposta de cultivares de feijoeiro a adubação nitrogenada em diferentes estádios fenológicos. **Global**

- Science and Technology**, v.10, p.136-148, 2017.
- MEIRA, F.A.; SÁ, M.E.; BUZETTI, S.; ARF, O. Doses e épocas de aplicação de nitrogênio no feijoeiro irrigado cultivado em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 383-388. 2005.
- MELÉM JÚNIOR, N.J.; BRITO, O.R.; FONSECA JÚNIOR, N.S.; FONSECA, I.C.B.; AGUIAR, S.X. Nutrição mineral e produção de feijão em áreas manejadas com e sem queima de resíduos orgânicos e diferentes tipos de adubação. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 7-18, 2011.
- NASCENTE, A.S.; KLUTHCOUSKI, J.; CRUSCIOL, C.A.C.; COBUCCI, T.; OLIVEIRA, P. Fertilization of common bean cultivars in tropical lowlands. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, p. 407-415. 2012.
- NASCENTE, A.S.; COBUCCI, T. Calcário na forma de micropartículas aplicado no sulco de semeadura aumenta produtividade do feijoeiro. **Revista Ceres**, v. 62, p. 597-606, 2015b.
- NASCENTE, A.S.; COBUCCI, T. Soil phosphorus availability and dry bean yield as affected by the application of liquid calcium carbonate micron particles on the furrow. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, p. 1840-1851, 2015a.
- SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, 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. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro. E-book, no formato ePub, convertido do livro impresso. 2018.
- SILVEIRA, P.M.; STONE, L.F. Irrigação do feijoeiro. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2001
- SILVEIRA, P.M.; NASCENTE, A.S.; CARVALHO, M.C.S. Phytomass addition and liming in the dynamics of soil chemical and physical attributes. **Científica**, v. 47, p. 191-198, 2019.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004. 416 P.
- SOUZA, D.M.G.; NUNES, R.S.; REIN, T.A.; SANTOS JUNIOR, J.D.G.; OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção na região do Cerrado. In: FLORES, R.A.; CUNHA, P.P. (Eds.). Práticas de manejo do solo para adequada nutrição de plantas no Cerrado, 1. ed. Goiânia: Gráfica UFG, 2016. p. 125-190.
- VALDERRAMA, M.; BUZETTI, S.; BENETT C.G.S.; ANDREOTTI, M.; ARF, O.; SÁ, M.E. Fontes e doses de nitrogênio e fósforo em feijoeiro no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, p. 191-196, 2009.
- VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. Feijão. 2 ed. UFV, Viçosa. 2006, 500p.