

MODOS DE APLICAÇÃO DE CORRETIVOS E GESSAGEM PARA FEIJOEIRO CULTIVADO EM ARGISSELO DE TEXTURA ARENOSA

Antonio Nolla¹, Gustavo Coronato de Oliveira¹, Adriely Vechiato Bordin¹, Thaynara Garcez da Silva¹, Pedro Henrique da Silva¹

¹ Universidade Estadual de Maringá – UEM, Departamento de Ciências Agrônômicas, Campus de Umuarama. Estrada da Paca s/n, CEP: 87500-000, Bairro São Cristóvão, Umuarama, PR. E-mail: anolla@uem.br; g_coronato_oliveira@gmail.com.br; adrielyvechiato@hotmail.com; thaynaragarceztg@gmail.com, phsilva@hotmail.com

Resumo: A utilização de corretivos de acidez do solo é base para otimizar o rendimento do feijoeiro. No entanto, em sistemas conservacionistas, é necessário estabelecer qual a melhor forma de aplicação do insumo. A combinação de corretivos de acidez com condicionadores de solo pode ser interessante para melhorar a capacidade de desenvolvimento de feijão, pois com a combinação de calagem e gessagem, as plantas podem ser mais tolerantes à seca. Objetivou-se avaliar o efeito de formas de aplicação de calcário combinado com doses de gesso agrícola para feijão cultivado em solo arenoso. O ensaio foi esquematizado em vasos e os tratamentos consistiram da aplicação superficial e incorporada de calcário combinadas com doses de gesso. Cultivou-se feijão por um ciclo. Avaliou-se a altura de plantas, diâmetro do caule, massa seca aérea e massa de cem grãos. Os vasos foram amostrados e avaliou-se o pH-CaCl₂ e Al⁺³. A altura e o diâmetro do caule de feijão não foram influenciados pelo calcário e pelo gesso. O calcário incorporado e superficial aumentou igualmente a massa de 100 grãos do milho em até 16%. O maior acúmulo de massa seca aérea e de 100 grãos de soja ocorreu com 850 e 912,4 kg ha⁻¹ de gesso agrícola. O calcário incorporado e superficial foi igualmente eficiente em aumentar o pH CaCl₂ e reduzir o Al⁺³.

Palavra- chave: *Phaseolus vulgaris*, condicionador de solo, calcário.

EFFICIENCY OF CORRECTIVES IN ACIDITY NEUTRALIZATION OF A SANDY ARGISOIL

Abstract: The use of soil acidity correctives is the basis for optimizing bean yield. However, in conservation systems, it is necessary to establish the best way to apply the input. The combination of acidity correctives with soil conditioners can be interesting to improve the development capacity of beans, because with the combination of liming and plastering, the plants can be more tolerant to drought. The aim of this study was to evaluate the effect of lime application forms combined with doses of agricultural gypsum for beans cultivated in sandy soil. The experiment was designed in pots and the treatments consisted of superficial and incorporated application of lime, combined with doses of gypsum. Beans were cultivated for a cycle. It was evaluated the plant height, stem diameter, aerial dry mass and mass of one hundred grains. The pots were sampled and it was evaluated the pH-CaCl₂ and Al⁺³. The height and diameter of the bean stem were not influenced by limestone and gypsum. The incorporated and superficial limestone also increased the mass of 100 corn grains by up to 16%. The greatest accumulation of aerial dry mass and 100 soyb A utilização de corretivos de acidez do solo é base para otimizar o rendimento do feijoeiro. No entanto, em sistemas conservacionistas, é necessário

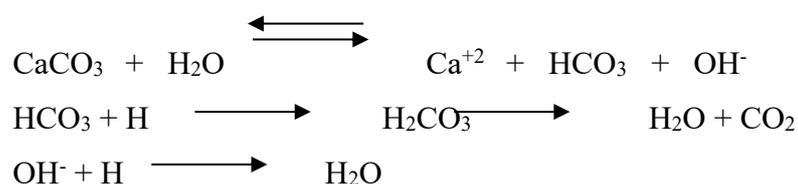
estabelecer qual a melhor forma de aplicação do insumo. A combinação de corretivos de acidez com condicionadores de solo pode ser interessante para melhorar a capacidade de desenvolvimento de feijão, pois com a combinação de calagem e gessagem, as plantas podem ser mais tolerantes à seca. Objetivou-se avaliar o efeito de formas de aplicação de calcário combinado com doses de gesso agrícola para feijão cultivado em solo arenoso. O ensaio foi esquematizado em vasos e os tratamentos consistiram da aplicação superficial e incorporada de calcário combinadas com doses de gesso. Cultivou-se feijão por um ciclo. Avaliou-se a altura de plantas, diâmetro do caule, massa seca aérea e massa de cem grãos. Os vasos foram amostrados e avaliou-se o pH-CaCl₂ e Al³⁺. A altura e o diâmetro do caule de feijão não foram influenciados pelo calcário e pelo gesso. O calcário incorporado e superficial aumentou igualmente a massa de 100 grãos do milho em até 16%. O maior acúmulo de massa seca aérea e de 100 grãos de soja ocorreu com 850 e 912,4 kg ha⁻¹ de gesso agrícola. O calcário incorporado e superficial foi igualmente eficiente em aumentar o pH CaCl₂ e reduzir o Al³⁺.ean grains occurred with 850 and 912.4 kg ha⁻¹ of agricultural gypsum. Embedded and surface limestone was equally efficient in increasing pH CaCl₂ and reducing Al³⁺.

Key Words: *Phaseolus vulgaris*, soil conditioner, lime.

INTRODUÇÃO

Para que seja possível o desenvolvimento adequado do feijão é necessário uma boa condição climática, entretanto, os problemas relacionados com a acidez do solo são capazes de promover redução no desenvolvimento e produtividade da cultura. A acidez do solo caracteriza-se como um dos principais fatores de degradação química do solo (Bissani et al., 2008). O solo ácido caracteriza-se pela CTC ocupada preferencialmente por H⁺ e Al³⁺, de forma que o sistema coloidal apresenta reduzida capacidade de armazenar cátions trocáveis como cálcio, magnésio e potássio (Novais et al., 2007). Estes nutrientes são necessários para que o feijão seja capaz de crescer de forma adequada.

Tem sido empregado diversos corretivos de acidez do solo, produtos capazes de liberar oxidrilas em solução quando aplicados no solo a ser corrigido. As oxidrilas são capazes de neutralizar prótons como o hidrogênio (H⁺) e o alumínio trocável (H⁺) do sistema coloidal (Raij, 2011). Entre os corretivos, o calcário é o mais utilizado, cuja reação está apresentada abaixo:



Além de corrigir a acidez do solo, os corretivos da acidez do solo são capazes de fornecer cálcio e magnésio em solução, sendo, portanto, considerados como fertilizantes cálcicos e magnesianos. Desta forma, os corretivos neutralizam os íons H^+ e Al^{+3} da CTC, de forma que o cálcio e magnésio provenientes da sua reação no solo serão armazenados nos coloides (Nolla e Anghinoni, 2004).

A aplicação dos corretivos no solo pode ser através da incorporação na camada de 0-20 cm e através da aplicação do produto na superfície do solo. O uso do calcário incorporado tem como principal característica o revolvimento do solo. Esta forma de correção da acidez do solo apresenta como vantagem a maior área de solo corrigida, porém apresenta menor efeito residual. Além disso, o revolvimento do solo durante a correção e fertilização do solo apresenta problemas relacionados à conservação do solo, porque desta forma é eliminado os resíduos culturais, responsáveis pela redução do impacto da gota de chuva que promove a erosão do solo (Bertoni e Lombardi Neto, 2008).

Como alternativa, tem sido utilizada a aplicação superficial dos corretivos de acidez do solo, o que promove limitação na camada de correção da acidez do solo, porém ocorre maior efeito residual. Conforme Freiria et al., (2008), a camada de correção de solo com o calcário aplicado superficialmente atinge 5 cm nos primeiros 3 anos. A incorporação do corretivo, por sua vez (0-20 cm) promoveu a correção da acidez do solo até 30 cm no mesmo período.

Apesar das duas formas de corrigir a acidez do solo, é necessário avaliar sua eficiência em solos arenosos, os quais apresentam reduzida ($<5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$) capacidade de troca de cátions (CTC). Além disso, estes solos apresentam maiores problemas de lixiviação de nutrientes, o que pode alterar a dosagem e principalmente a forma adequada para a correção da acidez do solo. O cultivo de feijão em áreas de solos arenosos demanda um incremento na saturação por bases de 60% (Raij et al., 1997). Isto ocorre através do uso dos corretivos de acidez, porém existem casos onde o uso dos corretivos tem como principal função a fertilização cálcica e magnesiana. Assim, nos solos arenosos é necessário avaliar qual a melhor forma de corrigir a acidez do solo, uma vez que o uso de corretivos em superfície apresenta menor efeito residual.

O principal problema relacionado com os corretivos de acidez do solo refere-se à sua baixa solubilidade, o que limita a camada de solo que estes produtos são capazes de abranger. Na tentativa de fornecer maior concentração de bases trocáveis em profundidade, tem sido utilizado os condicionadores de solo. O gesso é o produto mais utilizado, que apresenta maior solubilidade e mobilidade do que os corretivos de acidez

do solo, de forma que é capaz de disponibilizar cálcio e enxofre nas camadas subsuperficiais (>20 cm) (Alcarde e Rodella, 2003). Estes produtos são capazes de promover maior desenvolvimento do sistema radicular das culturas, o que promove maior área de solo explorada pela cultura, o que torna a planta mais resistente à seca e promove maior capacidade de absorver nutrientes que apresentam problema relacionados à lixiviação, tais como o potássio.

O processo de recomendação de gessagem se baseia em dois passos principais, o primeiro refere-se à tomada de decisão de aplicação ou não de gessagem. Uma opção utilizada usualmente para estabelecer se determinado solo necessita da utilização de condicionador de solo refere-se à avaliação dos teores de cálcio, alumínio e saturação por alumínio no solo, sendo que a amostragem do solo deverá ser feita na camada de 20-40 cm (Sousa e Lobato, 2004). Assim, recomenda-se o uso de gesso quando o teor de cálcio for menor que $0,4 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, teor de alumínio superior a $0,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ e saturação por alumínio superior a 30% (Ribeiro et al., 1999). Se o solo apresentar qualquer um dos índices inferiores ao nível crítico, é recomendado a aplicação de gesso agrícola.

Nos solos que apresentam necessidade de aplicação de gesso agrícola, o próximo passo no processo de gessagem, refere-se a estabelecer a dosagem que deverá ser aplicada para restabelecer o potencial produtivo. Conforme Sousa e Lobato (2004), a recomendação de gessagem para culturas anuais como o feijão deverá seguir a fórmula descrita abaixo:

$$\text{Necessidade de Gessagem} = 50 \times \text{teor (\%)} \text{ de argila}$$

Entretanto, existem vários questionamentos a respeito desta fórmula, uma vez que existem métodos que se baseiam na aplicação de gesso agrícola baseada exclusivamente no teor de argila (Ribeiro et al., 1999) e outros (Caires et al., 2016) que recomendam uma dosagem de gesso agrícola muito superior à de Sousa e Lobato (2004). Em solos arenosos, este processo de recomendação de gessagem deverá ser analisado, uma vez que estes solos apresentam limitada CTC, de forma que o uso excessivo de gessagem poderá promover a lixiviação de cátions como magnésio e potássio da CTC, de forma a promover um desequilíbrio na disponibilidade de nutrientes. Em alguns manuais de recomendação de correção de acidez do solo e calagem (CQFS, 2016), não existe recomendação de gessagem, pois para solos argilosos e com distribuição uniforme de chuvas o gesso não

apresenta incremento na capacidade produtiva de culturas anuais, o que torna desnecessário o uso deste insumo, de forma a reduzir os custos no processo produtivo.

Assim, o objetivo do ensaio foi avaliar o efeito de formas de aplicação de calcário combinado com doses de gesso agrícola para o desenvolvimento de feijão em um Argissolo Vermelho distrófico típico.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi desenvolvido um ensaio em vasos na Universidade Estadual de Maringá, campus regional de Umuarama-PR. Para este ensaio, foram utilizadas amostras de um Argissolo Vermelho Distrófico típico de textura arenosa, sob condições de vegetação nativa, que apresentava originalmente a caracterização química e teor de argila (0-20 cm) descrita na Tabela 1.

Tabela 1 - Caracterização química da camada de 0-20 cm de um Argissolo Vermelho Distrófico típico, de textura sarenos, originalmente sob mata natural.

pH (CaCl ₂)	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	K
1: 2,5	-----cmol _c dm ⁻³ -----						
4,22	0,73	0,28	0,39	3,67	1,16	4,8	0,16
	P	S	V	m	M.O.	Argila	
	---mgdm ⁻³ ---		-----%-----		-----g kg ⁻¹ -----		
	2,48	5,89	24,8	25,64	3,58	75	

Ca, Mg, Al = extrator KCl 1 mol L⁻¹; P, K = extrator Mehlich (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹); H+Al = acidez potencial (SMP); SB= soma de bases; T= CTC pH 7,0;S= Enxofre (Extrator Fosfato de Cálcio)V= Saturação da CTC pH7,0 por bases; m= Saturação por alumínio; M.O.= matéria orgânica (Walkley-Black).

Este solo apresentava na sua condição original, baixas concentração de nutrientes e elevada acidez. Assim, tambores de 250 litros foram preenchidos com o Argissolo de textura arenosa (Tabela 1). Os tratamentos constituíram de doses de gesso agrícola: 0, 375 (necessidade de gesso – 50 x % Argila), 750, 1125 e 1500 kg ha⁻¹ combinados com e sem a aplicação de calcário (dose de 2,75 t ha⁻¹ em superfície e 2,75 t ha⁻¹ incorporado de calcário - PRNT de 75,2%) para elevar a saturação por bases a 70%. O delineamento experimental foi fatorial em blocos casualizados, com quatro repetições.

O feijão (*Phaseolus vulgaris*), do grupo Carioca, variedade IPR Campos Gerais, foi cultivado por 88 dias. Iniciou-se o cultivo com adubação básica de 500 kg ha⁻¹ de Super Fosfato Simples, 100 kg ha⁻¹ de Cloreto de Potássio e 200 kg ha⁻¹ de ureia, feita em uma aplicação a lanço, um mês após a semeadura. No final do cultivo, as plantas de feijão foram coletadas manualmente, avaliando-se a altura, diâmetro do caule, massa de matéria seca de plantas e massa de cem grãos.

O solo dos vasos foi amostrado (0-10 cm), e avaliou-se o pH CaCl₂ e o Al³⁺, todos conforme metodologia proposta por Tedesco et al. (1995).

Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo programa SISVAR (Ferreira, 2000). Foram comparados o efeito do calcário pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro e as doses de gesso por análises de regressão, utilizando as médias das observações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de doses de calcário e gesso agrícola não aumentaram a altura e diâmetro do colmo de feijão (Tabela 1), o que pode estar associado à menor sensibilidade deste atributo à problemas atrelados à acidez do solo. Apesar da parte aérea ser considerada essencial para o crescimento das plantas, entre os parâmetros fisiológicos a parte mais sensível à acidez do solo e à escassez de nutrientes é a raiz (Taylor, 1988). Assim, pode-se afirmar que o calcário é necessário para o fornecimento de nutrientes como cálcio e magnésio (Bissani et al., 2008).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para altura, diâmetro, massa seca de planta e massa de grãos de feijão, submetidas a diferentes modos de aplicação de calcário e doses de gesso agrícola

Fator	Altura	Diâmetro	Massa seca de planta	Massa de 100 sementes
Calcário	2,67 ^{ns}	0,28 ^{ns}	0,17 ^{ns}	4,05 ^{**}
Gesso	1,83 ^{ns}	1,71 ^{ns}	3,08 ^{**}	8,02 ^{**}
Calcário x gesso	2,61 ^{ns}	1,01 ^{ns}	0,44 ^{ns}	0,36 ^{ns}
CV%	12,76	8,98	27,39	8,04

Pode-se notar que o diâmetro do caule das plantas de feijão avaliadas não foi influenciado pelos insumos utilizados. Contudo, o calcário mostrou-se significativo para a produção das plantas (tabela 2). Não foi observado efeito da aplicação de calcário no acúmulo de matéria seca das plantas de feijão, porém observou-se que doses de gesso promoveram incremento no acúmulo de matéria seca aérea da cultura. Provavelmente, o gesso agrícola foi eficiente na liberação de nutrientes como Ca e S, de forma que a planta absorveu estes nutrientes disponíveis em solução em camadas mais profundas que o calcário (Novais et al., 2007), aumentando a massa de matéria seca aérea das plantas de feijão.

A massa de 100 sementes de feijão apresentou diferença significativa com a aplicação de formas de calcário e de doses de gesso agrícola (Tabela 2). Em relação às formas de calcário, o calcário foi eficiente em aumentar o acúmulo de massa de 100 grãos de soja. Isso era esperado, uma vez que o calcário é capaz de neutralizar a acidez do solo e disponibilizar nutrientes como cálcio e magnésio em solução (Rajj, 2011). Entretanto, aplicação de calcário superficialmente e incorporado foram igualmente eficientes em promover o acúmulo de massa de 100 grãos de soja (Tabela 2), o que indica eficiência no uso do calcário sem incorporação, implantado em sistemas conservacionistas.

Tabela 2. Altura, diâmetro, massa seca e massa de grãos de feijão, submetidas a modos de calagem em Latossolo Vermelho distrófico típico

Formas de calagem	Altura	Diâmetro	Massa seca de planta	Massa de 100 sementes
Testemunha	61,08a	5,63a	13,70a	23,87 a
Superficial	61,37a	5,53a	13,62a	23,15ab
Incorporado	56,41a	5,56a	13,08a	22,21 b

A aplicação de doses de gesso agrícola aumentou a altura e massa da matéria seca em até 92 e 20,4%, respectivamente (Figura 1a, b), demonstrando a importância deste insumo no processo produtivo.

O maior acúmulo de massa seca aérea de feijão e massa de 100 grãos ocorreu com a aplicação de 850 e 912,5 kg ha⁻¹ de gesso agrícola (Figura 1), superiores à recomendação de gesso agrícola (375 kg ha⁻¹) para o feijão (Sousa e Lobato, 2004). Provavelmente, no solo arenoso testado, a carência de nutrientes, atrelado à menor

capacidade de armazenamento de água e nutrientes em solução que os solos argilosos (Raij, 2011), parece indicar maior necessidade de uso de gesso agrícola.

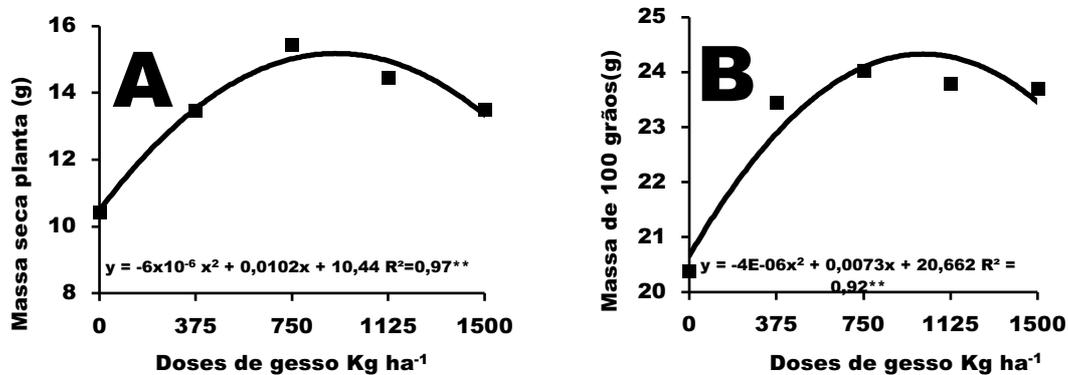


Figura 1. Massa seca (A) e massa de 100 grãos (B) de feijão submetidas a doses de gesso agrícola em Latossolo Vermelho distrófico típico.

A aplicação de calcário foi eficiente em reduzir os teores de Al^{+3} do solo. Percebe-se que aplicação superficial dos corretivos de acidez testados foi igualmente eficiente em relação a incorporação dos corretivos no solo (Figura 2). Isto demonstra que o uso de sistemas conservacionistas, em que a aplicação superficial de corretivos é

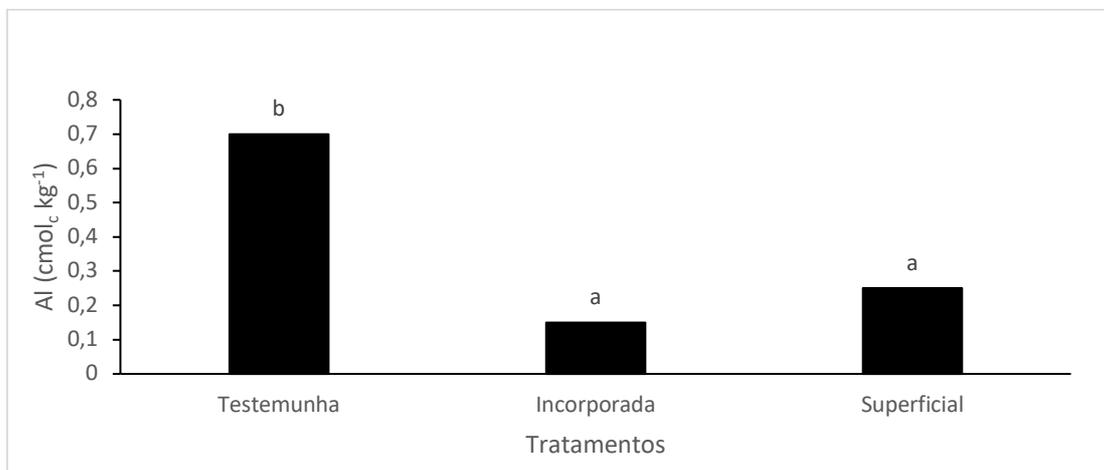


Figura 2. Teor de alumínio trocável submetido a diferentes formas aplicação de calcário em Latossolo Vermelho distrófico típico cultivado com feijão.

realizada para manter a qualidade física do solo, é adequada e tão eficiente quanto o uso de incorporação dos corretivos de acidez, concordando com resultados obtidos por Pottker e Ben (1998). O uso de calcário promoveu a redução no teor de alumínio para valores inferiores a $0,3 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, abaixo do teor de $0,5 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ considerado como tóxico para o desenvolvimento das culturas (Anghinoni e Salet, 2000). A aplicação de

gesso agrícola, por sua vez, não foi eficiente em promover redução na acidez potencial do solo testado. Isto já era esperado, uma vez que o gesso agrícola é considerado condicionador de solo, capaz de promover efeito fertilizante, gerando incremento nos teores de cálcio e enxofre a partir dos 20 cm de profundidade (Alcarde e Rodella, 2003). No entanto, o gesso agrícola não é considerado condicionador de solo, uma vez que não é capaz de disponibilizar oxidrilas (OH^-), responsáveis pela neutralização do H^+ e Al^{3+} tóxico às plantas.

O uso de calcário foi eficiente em aumentar o pH do solo, atingindo valores de pH CaCl_2 superiores a 4,8 (Figura 3). Nesta condição, a presença de alumínio tóxico é baixa

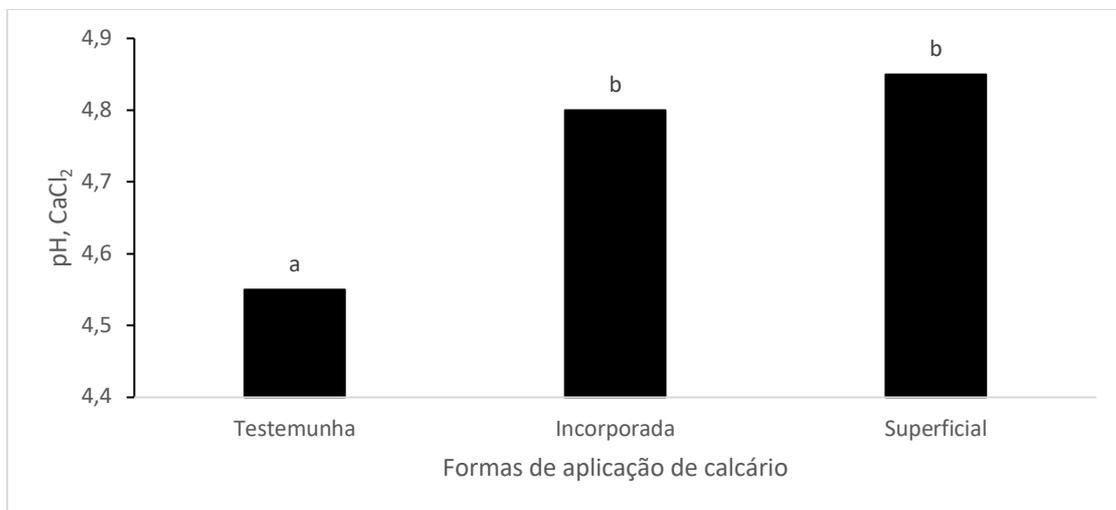


Figura 3. Valores de pH CaCl_2 em Latossolo Vermelho distrófico típico cultivado com feijão submetido a diferentes formas aplicação de calcário.

($0,2 \text{ cmol}_c \text{ kg}^{-1}$). Isto demonstra a eficiência do uso dos corretivos de acidez do solo em promover redução de alumínio e hidrogênio no sistema coloidal, de forma a ser possível adsorver nutrientes como cálcio e magnésio que são disponibilizados a partir da reação do calcário no solo (Raij, 2011). Além disso, percebe-se que o uso de calcário superficial, simulando a aplicação do insumo em sistemas conservacionistas, foi igualmente eficiente ao calcário incorporado (0-20 cm), o que demonstra a importância da manutenção dos resíduos culturais para promover redução de problemas relacionados com a erosão, bem como um possível incremento no teor de matéria orgânica do solo no decorrer dos anos de cultivo, de forma a aumentar a capacidade de armazenar nutrientes no sistema coloidal, além de ser capaz de disponibilizar nutrientes a partir da mineralização da matéria orgânica (Wietholter, 2000).

CONCLUSÕES

A altura e o diâmetro do caule de feijão não foram influenciados pelo calcário e pelo gesso. O calcário aumentou a massa de 100 grãos do milho em até 16%, mas não ocorreu diferença entre a forma de aplicação do corretivo. O maior acúmulo de massa seca aérea e massa de 100 grãos de soja ocorreu com a aplicação de aplicação de 850 e 912,4 kg ha⁻¹ de gesso agrícola. A aplicação de calcário incorporado e superficial foi igualmente eficiente em aumentar o pH CaCl₂ e reduzir os teores de alumínio tóxico.

REFERÊNCIAS

- ALCARDE, J.A.; RODELLA, A.A. Qualidade e legislação de fertilizantes e corretivos. In: CURI, N.; MARQUES, J.J.; GUILHERME, L.R.G.; LIMA, J.M.; LOPES, A.S.; ALVARES V., V.H. (Eds.) **Tópicos em Ciência do solo**. Viçosa: Sociedade brasileira de Ciência do Solo, 2003. p. 291-334.
- ANGHINONI, I.; SALET, R.L. Reaplicação de calcário no sistema plantio direto consolidado. In: KAMINSKI, J., Eds. **Uso de corretivos da acidez do solo no plantio direto**. Pelotas: Núcleo Regional Sul, 2000. p.41-59. (Boletim Técnico, 4).
- BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 6.ed. São Paulo: Ícone, 2008. 355 p.
- BISSANI, C.A.; CAMARGO, F.A.O.; GIANELLO, C., TEDESCO, M.J. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. 2.ed. Porto Alegre: Metrópole, 2008. 344p.
- CAIRES, E.F. Construção de perfil do solo. FERTBIO 2016. **Palestras**. Goiânia: SBCS. 2016. 28p.
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS – RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do solo – Núcleo Regional Sul, 2016. 376 p.
- FERREIRA, D. F.. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- NOLLA, A.; ANGHINONI, I.; Métodos utilizados para a correção da acidez do solo no Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v.6, n.1, p.97-111, 2004.
- NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; Neves, J.C.L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.

RAIJ, B. VAN **Fertilidade do Solo e Manejo de Nutrientes**. Piracicaba: IPNI. 2011. 420 p.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. (Ed.). **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2.ed. Campinas: Instituto Agrônomo/Fundação IAC, 1997. 285p. (Boletim Técnico, 100).

POTTKER, D.; BEN, J.R. Calagem para uma rotação de culturas no plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 22, p.675-684, 1998.

RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: CFSEMG/UFV, 1999. 359p.

SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. Adubação com nitrogênio. In: SOUSA, D.M.G. & LOBATO, E., eds. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2004. p.129-144.

TAYLOR, G.J. The physiology of aluminum phytotoxicity. In: SIEGAL, H.; SIEGAL, A. (Eds.) **Metals Ions in Biological Systems**. New York: Marcel Dekker, 1988. p.123-163.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: DPS / UFRGS, 1995. 147p.

WIETHÖLTER, S. **Calagem no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 2000. 104p.

FREIRIA, A.C.; MANTOVANI, J.R.; FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; YAGI, R. Alterações em atributos químicos do solo pela aplicação de calcário na superfície ou incorporado. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.30, n.2, p.285-291,2008.