

Sete Lagoas, MG / Novembro, 2024

OBJETIVOS DE
DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL

Calagem em solo arenoso do Oeste da Bahia

Flávia Cristina dos Santos¹, Manoel Ricardo de Albuquerque Filho¹, Joao Herbert Moreira Viana¹, Gabriel Silva Eduardo²

⁽¹⁾ Pesquisadores, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, ⁽²⁾ Bolsista PIBIC do Convênio CNPq, estudante da Universidade Federal de São João del-Rei.

Embrapa Milho e Sorgo
Rodovia MG 424, KM 65
Caixa Postal 151
35701-098 Sete Lagoas, MG
www.embrapa.br/milho-e-sorgo
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Maria Marta Pastina

Secretário-executivo

Antônio Carlos de Oliveira

Membros

Cláudia Teixeira Guimarães,

Mônica Matoso Campanha,

Roberto dos Santos Trindade e

Maria Cristina Dias Paes

Edição executiva

Márcio Augusto Pereira do

Nascimento

Revisão de texto

Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica

Rosângela Lacerda de Castro

(CRB-6/2749)

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Márcio Augusto Pereira do

Nascimento

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

Resumo – A região do Oeste da Bahia é de grande importância para a agropecuária nacional, mas apresenta solos predominantemente de textura média e arenosa, ácidos e muito pobres em nutrientes e matéria orgânica. Portanto, há demanda para correção e adubação desses solos para viabilizar a produção agropecuária. Dessa forma, com o objetivo de avaliar a calagem em sistema de produção para solo arenoso, foi instalado experimento em área comercial da Fazenda Trijunção (Jaborandi, BA). Foram aplicadas quatro doses de calcário comercial (PRNT 76%) (0,0; 2,5; 5,0; e 10,0 t ha⁻¹) e realizadas avaliações de planta (braquiária Piatã, sorgo e soja) e de características químicas do solo aos 2, 8, 15, 20, 26 e 32 meses após a aplicação do calcário. Apenas a produtividade de grãos da cultura da soja respondeu à aplicação do calcário, com aumento da produtividade com as doses. Os teores foliares de macronutrientes, no geral, aumentaram com as doses de calcário nas três culturas, enquanto os teores de manganês (Mn) diminuíram no Piatã e no sorgo e os de zinco (Zn), na soja com o aumento das doses de calcário. As condições químicas nas camadas de 0 cm–20 cm e 20 cm–40 cm foram melhoradas com as doses de calcário, sem afetar significativamente, no geral, a disponibilidade dos micronutrientes com o aumento do pH do solo pela calagem. Teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) acima de 2,0 cmol_c dm⁻³ no solo somente foram obtidos com doses de calcário acima de 5 t ha⁻¹. Portanto, há necessidade de aumentar as doses recomendadas de calcário para os solos arenosos, e sugerem-se doses entre 5 a 10 t ha⁻¹, por elas atenderem a maior demanda de Ca e Mg, considerando-se culturas mais exigentes e sistemas de produção mais intensivos.

Termos para indexação: Cerrado, reação no solo, calcário.

Liming in sandy soil in Western Bahia

Abstract – The Western Bahia region is of great importance to Brazilian agriculture, but its soils are predominantly medium, sandy textured, acidic and very poor in nutrients and organic matter. Therefore, there is a need to correct and fertilize these soils in order to make agricultural production viable. With the aim of evaluating liming in a production system for sandy soils, an experiment was set up in a commercial area of Trijunção Farm (Jaborandi, State of Bahia). Four doses of commercial limestone (PRNT 76%) were applied (0.0; 2.5; 5.0; and 10.0 t ha⁻¹) and plant evaluations (Piatã brachiaria, sorghum and soybeans) and soil chemical characteristics were carried out at 2, 8, 15, 20, 26 and 32 months after limestone application. Only the grain yield of the soybean crop responded to the application of limestone, with yields increasing with the doses. The foliar macronutrient levels generally increased with the limestone doses in the three crops, while the manganese (Mn) levels decreased in Piatã and sorghum, and the zinc (Zn) levels decreased in soybeans with the increase in limestone doses. The chemical conditions in the 0 cm–20 cm and 20 cm–40 cm layers were improved with the doses of limestone, without significantly affecting the availability of micronutrients, in general, with the increase in soil pH due to liming. Calcium (Ca) and magnesium (Mg) contents above 2.0 cmol_c dm⁻³ in the soil were only obtained with limestone doses above 5 t ha⁻¹. Therefore, there is a need to increase the recommended doses of lime for sandy soils, and doses among 5 and 10 t ha⁻¹ are suggested because they meet the greatest demand for Ca and Mg, considering more demanding crops and more intensive production systems.

Index terms: Cerrado, soil reaction, limestone.

Introdução

Nos últimos anos, mais especificamente a partir da década de 1980, a agricultura brasileira iniciou sua expansão para áreas com solos de texturas mais arenosas, como os existentes na região do Matopiba (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia). Esse movimento foi favorecido pelo preço mais baixo das terras e pelo relevo mais plano, favorável à mecanização das extensas áreas.

Entretanto, os solos arenosos, embora profundos e bem drenados, apresentam limitações químicas, físicas e microbiológicas a serem vencidas, sendo a principal delas a baixa fertilidade natural, com

destaque para os baixos teores de matéria orgânica (Albuquerque Filho et al., 2020).

Apesar de todas as fragilidades apresentadas pelos solos arenosos, os produtores iniciaram a conversão dessas áreas para uso agropecuário com aplicação de calcário em doses acima das recomendadas pelos manuais de recomendação de correção e adubação do solo, com doses entre 6 t ha⁻¹ e 12 t ha⁻¹ de calcário sendo muito comuns (Martins, 2008; Donagemma et al., 2016; Zancanaro et al., 2018; Oliveira et al., 2024; Singer, 2024) em solos que demandariam cerca de 2 t ha⁻¹ (Alvarez V.; Ribeiro, 1999; Sousa et al., 2007). Muito disso se deve ao fato de que, em solos arenosos, pequenas doses de calcário, dado o baixo poder tampão, são suficientes para a correção do pH do solo e a neutralização do alumínio (Al) tóxico, mas não para a elevação dos valores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) a níveis adequados para o bom desempenho produtivo das plantas, principalmente em sistemas mais intensivos e com presença de culturas mais exigentes, como soja, milho e algodão. Dessa forma, a falta de correlação dos métodos de cálculo da necessidade de calagem para a exploração agrícola, nos moldes atuais, em solos arenosos, com a produtividade das culturas, levou os produtores a aplicarem doses mais elevadas de calcário, percebendo o melhor retorno econômico ao se fazer essa prática.

Essa situação alertou ou demandou da comunidade científica a realização de pesquisas para entendimento e embasamento técnico para a prática da calagem nessas condições, dada a importância dessa tecnologia para o bom desenvolvimento das plantas, propiciando melhor desenvolvimento radicular e produtividade das culturas.

Assim, algumas pesquisas foram realizadas (Martins, 2008; Carmeis Filho et al., 2017; Guarçoni; Sobreira, 2017; Teixeira et al., 2020) com o objetivo de propor novos métodos de cálculo da necessidade de calagem buscando atender a demanda de Ca e Mg das plantas, entretanto, sem aumentar excessivamente o pH do solo. Adicionalmente, pesquisas recentes vêm evidenciando a necessidade de aplicação de maiores doses de calcário em solos arenosos e argilosos (Maraschin et al., 2020; Bossolani et al., 2021; Augusti et al., 2023; Moraes et al., 2023; Moreira et al., 2024).

Nesse sentido, o Projeto Trijunção (Intensificação agrícola visando à sustentabilidade do uso de solos arenosos), coordenado pela Embrapa Milho e Sorgo, iniciou pesquisas em 2018, na Fazenda Trijunção, em Jaborandi, BA, com o objetivo de avaliar o efeito de doses de calcário ao longo do tempo em solo de textura arenosa do Oeste da Bahia.

No escopo do trabalho, observam-se importantes contribuições para as metas dos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), pois esta pesquisa visa definir doses adequadas de calcário para os sistemas de produção em solos arenosos, que garantam maior produtividade das culturas, com melhor nutrição das plantas, principalmente em Ca, Mg e P, e melhor desenvolvimento radicular que propicia, além da maior absorção de nutrientes, maior absorção de água, permitindo maior tolerância às mudanças climáticas e combate a fome para maior produção de alimentos. O uso racional do calcário, resultando em maiores produtividades das culturas e resiliência dos sistemas de produção, permite maior cobertura de solo pela maior produção de resíduos das plantas, ciclagem de nutrientes, acúmulo de matéria orgânica, atividade microbiana e assim combate a desertificação e degradação dos solos. Portanto, se relaciona especificamente para o ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), meta 2.4: até o ano de 2030 deve-se garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, que aumentem a produtividade e a produção, que ajudem a manter os ecossistemas, que fortaleçam a capacidade de adaptação às mudanças climáticas, às condições meteorológicas extremas, secas, inundações e outros desastres, e que melhorem progressivamente a qualidade da terra e do solo. Para o ODS 13 (Ação contra a mudança global do clima), meta 13.1: reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países. Para o ODS 15 (Vida terrestre), meta 15.3: até 2030, deve-se combater a desertificação, restaurar a terra e o solo degradado, incluindo terrenos afetados pela desertificação, secas e inundações,

e lutar para alcançar um mundo neutro em termos de degradação do solo. Esses objetivos e metas são fundamentais para a região de solos frágeis do Matopiba.

Material e métodos

O experimento foi conduzido nas safras 2018/2019, 2019/2020 e 2020/2021, em condições de campo, na Fazenda Trijunção, Jaborandi, BA. O solo do experimento foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, textura arenosa, vegetação original de Cerrado (Albuquerque Filho et al., 2020). Esse solo recebeu 1,0 t ha⁻¹ de calcário e 1,0 t ha⁻¹ de gesso na safra 2013/2014, onde estava estabelecida a pastagem de *Urochloa birazanha* 'Marandu' na área desde o ano de 2010. As características químicas e físicas antes da instalação do ensaio, na camada de 0 cm–20 cm e 20 cm–40 cm, encontram-se na Tabela 1.

O clima da região é classificado como Aw, Tropical Sazonal de inverno seco de acordo com a classificação de Köppen, com precipitação média anual com grande estacionalidade e presenças de veranicos na primavera e no verão. A temperatura média anual é de aproximadamente 24 °C, com média anual de evapotranspiração potencial de 1.600 mm, e precipitação variando entre 700 mm e 1.400 mm. Apresenta uma estação chuvosa de outubro até abril, sendo os meses de novembro a março os de maior precipitação. A estação seca ocorre de maio a setembro, tendo os meses de agosto e setembro como os mais críticos (Climate Data, 2019).

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo da área experimental antes da instalação do ensaio de calagem.

Prof. cm	pH H ₂ O	P-M1	K	S	Ca	Mg	Al	H+Al	T	V	m
		----- (mg dm ⁻³) -----			----- (cmol _c dm ⁻³) -----			----- (%) -----			
0–20	6,1	1,5	11,2	12,9	0,9	0,4	0	0,8	2	61,9	0
20–40	5,9	0,7	8,5	15,7	0,4	0,2	0	1,1	1,7	35,3	0
Prof. cm	B	Cu	Fe	Mn	Zn	argila	silte	ar fina	ar gr	MO	
	----- (mg dm ⁻³) -----					----- (dag kg ⁻¹) -----					
0–20	0,1	1,5	43,4	1,1	4,8	14	1	18	67	0,87	
20–40	0	1,6	50	0,5	3,6	16	1	19	64	0,51	

pH em água, relação 1:2,5 TFSA; P-M1, K, Cu, Mn, Fe e Zn–Método Mehlich-1; S–Método Ca(H₂PO₄)₂ 500 mg L⁻¹ de P, em HOAc 2 mol L⁻¹; Ca, Mg, Al–Método KCl 1 mol L⁻¹; H+Al–Método Ca(OAc)₂ 0,5 mol L⁻¹, pH 7,0; MO–Método Walkey & Black (MO = 1,724 x CO); B–Método da água quente (Teixeira et al., 2017).

O experimento teve início em agosto de 2018, com delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de quatro doses de calcário: 0,0; 2,5; 5,0 e 10,0 t ha⁻¹, aplicadas a lanço em superfície com implemento Hércules, e incorporadas a 20 cm de profundidade no solo com grade aradora de 36". As parcelas experimentais foram compostas de 12 m de largura e 30 m de comprimento (360 m²).

As características do calcário comercial, em porcentagem, foram: reatividade das partículas (RE) = 82,5; poder de neutralização (PN) = 86,8; poder relativo de neutralização total (PRNT) = 76; CaO = 33,5; MgO 16,1.

Em outubro de 2018, foi aplicado gesso (700 kg ha⁻¹) conforme recomendação para o solo arenoso com 14 dag kg⁻¹ de argila, a lanço, juntamente com 190 kg ha⁻¹ de fosfato monoamônico (MAP) (11-52-00) e 100 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio (KCl) e micronutrientes (50 kg ha⁻¹ de fertilizante FTE BR12), conforme a análise de solo (Tabela 1). Os fertilizantes foram aplicados a lanço, com o equipamento Hércules e incorporados a 20 cm com grade niveladora.

Na safra 2018/2019, foi cultivada a forrageira *Urochloa brizantha* 'Piatã', com plantio em 7 de novembro de 2018, sendo utilizados 15 kg ha⁻¹ de semente (conforme cálculos realizados pelas características das sementes compradas) em espaçamento de 0,25 m entre linhas. A adubação de plantio, no sulco, foi de 90 kg ha⁻¹ de MAP. Foram realizados três cortes na forragem: em janeiro, março e maio de 2019. Após os cortes de janeiro e março, foram aplicados 100 kg ha⁻¹ de ureia em cobertura. No início de novembro de 2019, o capim foi dessecado para o plantio da soja convencional cultivar BRS 8780, realizado em 14 de novembro. Por problemas no controle das plantas daninhas, a soja não se desenvolveu bem e foi dessecada em janeiro de 2020, antes de completar seu ciclo.

Na sequência, no dia 14/1/2020, foi semeado o sorgo biomassa cultivar BRS 716 em espaçamento de 0,5 m entre linhas e com 7,5 sementes por metro linear. A adubação de plantio foi de 215 kg ha⁻¹ do formulado nitrogênio-fósforo-potássio (NPK) 11-33-11 + micro. Em fevereiro, foi realizada a adubação de cobertura no sorgo com aplicação de 200 kg ha⁻¹ do formulado NPK 20-00-30. Na fase do emborrachamento, o sorgo foi tombado (4 de maio de 2020).

Em 18/11/2020, a área foi dessecada com 3,5 L ha⁻¹ do herbicida glifosato, e, após 10 dias, foi semeada a soja convencional, cultivar BRS 8780, em espaçamento de 0,5 m entre linha e 16 sementes por metro linear. A adubação de plantio foi de 300 kg ha⁻¹ do

formulado NPK 04-30-16 + 30 kg ha⁻¹ de fertilizante FTE BR12, 15 kg ha⁻¹ de sulfato de cobre e 20 kg ha⁻¹ de sulfato de manganês, conforme as análises de solo e folha. As sementes foram tratadas no momento do plantio, utilizando o produto Cropstar (dose de bula), três doses de Bradyrhizobium líquido, duas doses de Bradyrhizobium turfoso, 125 mL ha⁻¹ de Quimifol CoMo e grafite, homogeneizados em betoneira. A colheita da soja ocorreu em abril de 2021.

Foi realizado monitoramento de pragas e doenças com os princípios do manejo integrado de pragas, e foram realizadas aplicações de defensivos quando necessários.

No capim Piatã, foram avaliados a produção de forragem (soma dos três cortes realizados a cerca de 20 cm de altura para simular o pastejo, e colheita da massa vegetal em três pontos por parcela com esquadro de ferro de 1 m² de área), e também o estado nutricional no período de crescimento do capim. No sorgo biomassa e na soja (amostragem em dois pontos por parcela, considerando-se três linhas de três metros em cada ponto), foram avaliadas as mesmas variáveis do Piatã, sendo o estado nutricional do sorgo avaliado com a coleta de folhas no estágio de emborrachamento e o da soja, no estágio de pleno florescimento (R2). Para a soja, também foi avaliada a massa seca da parte vegetativa (sem os grãos) e a produtividade de grãos a 13% de umidade.

Foram realizadas também avaliações da fertilidade do solo antes e após o cultivo das plantas (outubro de 2018, abril de 2019, novembro de 2019, abril de 2020, outubro de 2020 e abril de 2021), correspondendo a 2, 8, 15, 20, 26 e 32 meses após a aplicação do calcário (agosto de 2018).

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão ao nível de 5% de probabilidade pelo programa SAS version 9.1 (SAS Institute, 2003).

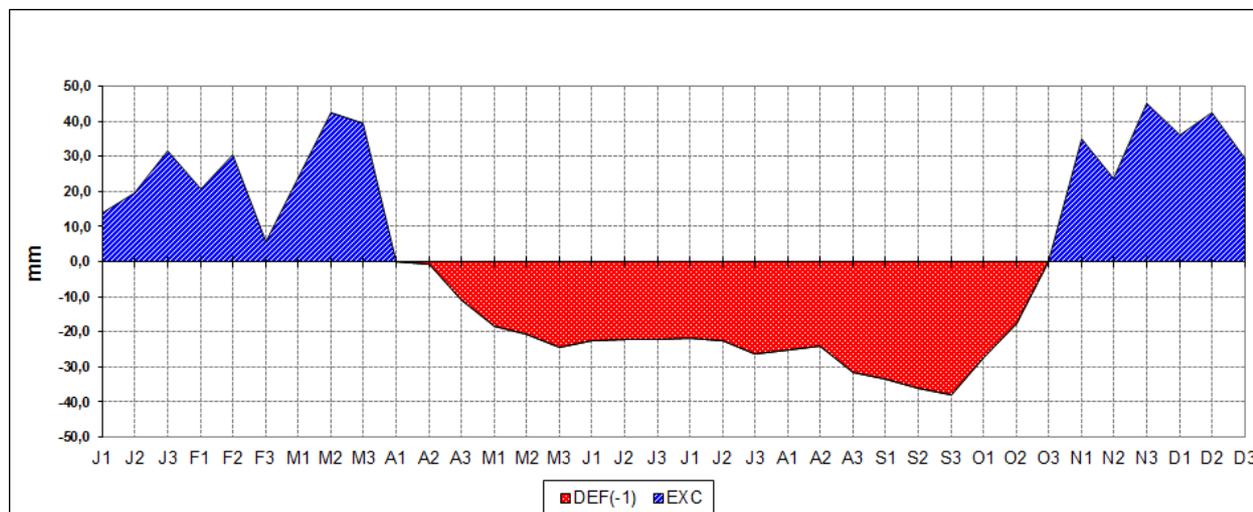
Diagnóstico climático

No início do projeto, foi caracterizado o balanço hídrico climatológico da Fazenda Trijunção, utilizando-se dados da série histórica de dados meteorológicos diários distribuídos pelo sistema NASA-POWER (Stackhouse et al., 2015) em grid de 0,5° x 0,5°, do período de 1998 a 2017 (20 anos), e dados da capacidade de água no solo (CAD) da Fazenda Trijunção, localizada no município de Jaborandi, Bahia. Esses dados são importantes para subsidiar ações de pesquisa quanto ao posicionamento de material genético e à escolha

de época mais adequada para o plantio das culturas, entre outras variáveis (Albuquerque et al., 2020).

Considerando-se três profundidades dentro dos perfis de solo caracterizados na Fazenda Trijunção (30, 50 e 70 cm), que são as mais comuns para os sistemas radiculares das principais culturas agrícolas,

e considerando os limites inferior (0,04 m/m) e superior (0,07 m/m) da CAD obtida para os perfis de solo, foi elaborado o gráfico de balanço hídrico climatológico para uma profundidade de 30 cm e CAD de 12 mm ou 0,04 m/m (Figura 1).



CAD = 12 mm

Figura 1. Balanço hídrico climatológico, em períodos decendiais, para a Fazenda Trijunção, município de Jaborandi, BA. Capacidade de água disponível do solo (CAD) de 12 mm (profundidade de 30 cm e CAD de 0,04 m/m). DEF = déficit; EXC = excesso.

Observa-se que o período de excesso de água no solo, para as condições da região da Fazenda Trijunção, ocorre entre o terceiro decêndio de outubro até o primeiro decêndio de abril. Assim, pode-se considerar um período de 6 meses sem ocorrência de déficit hídrico (terceiro decêndio de outubro até o segundo decêndio de abril).

O período de déficit de água no solo vai do segundo decêndio de abril até o terceiro decêndio de outubro, ou seja, uma duração de 6 meses. O ápice desse déficit ocorre no terceiro decêndio de setembro, cujo valor aproxima-se de 40 mm.

Devem-se considerar essas informações para planejamento de plantio e escolha de sistemas de produção, entre outros fatores. Ressalta-se também a importância da utilização de práticas de manejo que minimizem os efeitos do déficit hídrico no solo, como a calagem, objeto do presente estudo.

Resultados e discussão

Planta

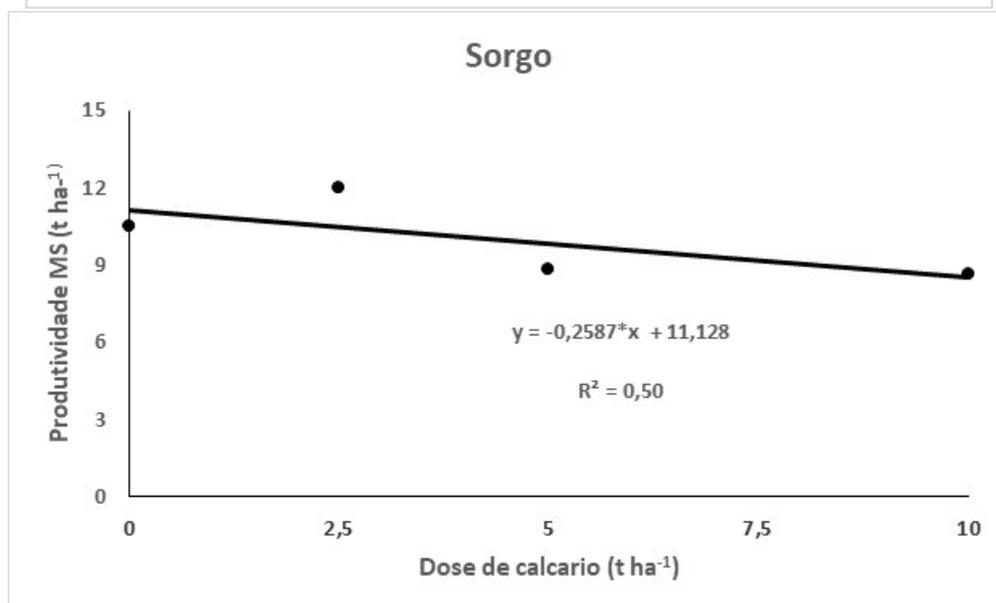
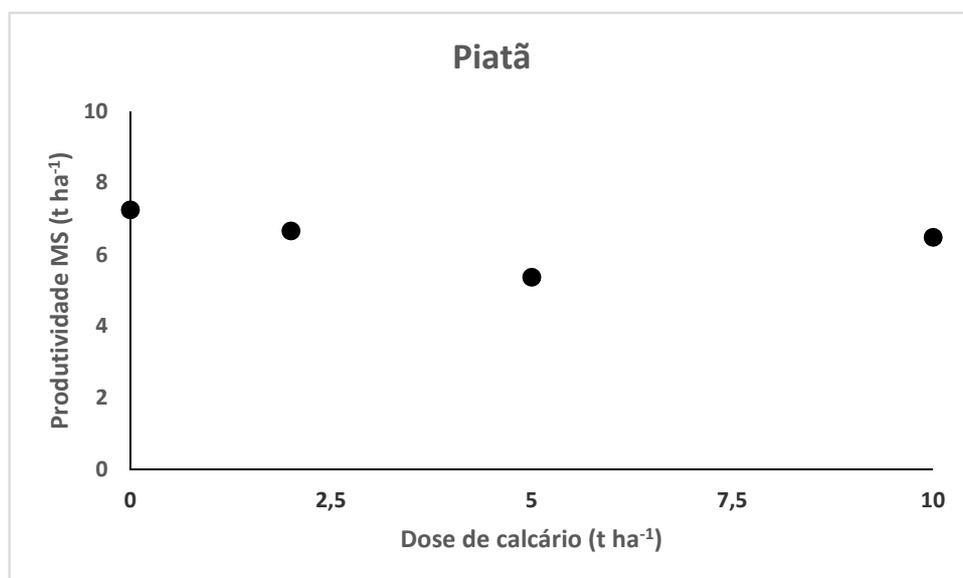
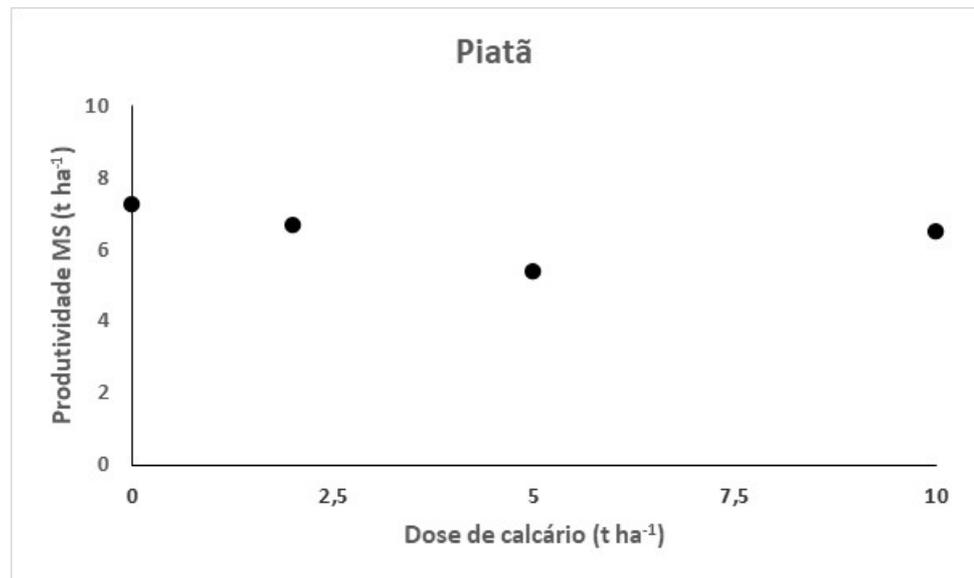
A análise de variância mostrou efeito linear decrescente das doses de calcário sobre a

produtividade de massa seca do sorgo e efeito quadrático na produtividade de grãos de soja (Figuras 2A e 2B). Não houve efeito do calcário sobre a produtividade de massa seca da braquiária Piatã.

A falta de resposta da pastagem a doses de calcário se justifica pela menor exigência em fertilidade do solo e pelo fato de que o solo utilizado não apresenta acidez, visto que os teores de Al são zero, sendo, inicialmente, os fatores mais limitantes os baixos teores de bases trocáveis, como Ca, Mg e (potássio) K. Em uma revisão sobre calagem em pastagens, abrangendo 88 locais em diferentes países e condições edafoclimáticas, foi vista correlação positiva entre o teor de argila e silte do solo e as mudanças no pH, bem como se observou que as mudanças na produção de matéria seca da pastagem em razão da calagem foram significativamente correlacionadas de forma negativa com a quantidade aplicada de calcário. Assim, para obter o máximo benefício da calagem de pastagens, os solos ácidos devem receber calagem regularmente, mas em uma taxa baixa, dependendo do tipo e do pH inicial do solo (Abdalla et al., 2022). O sorgo é reconhecido por ser uma cultura mais tolerante à acidez do solo, embora possam ocorrer diferenças entre os híbridos de sorgo, mas sabe-se que ele responde à adubação (Resende et al., 2009,

2022). Entretanto, neste ensaio, a produtividade diminuiu com as doses de calcário aplicadas, o que não era esperado. A soja, por ser uma cultura mais

exigente que o Piatã e o sorgo, respondeu às doses de calcário, atingindo a produtividade máxima na dose de 5,6 t ha⁻¹.



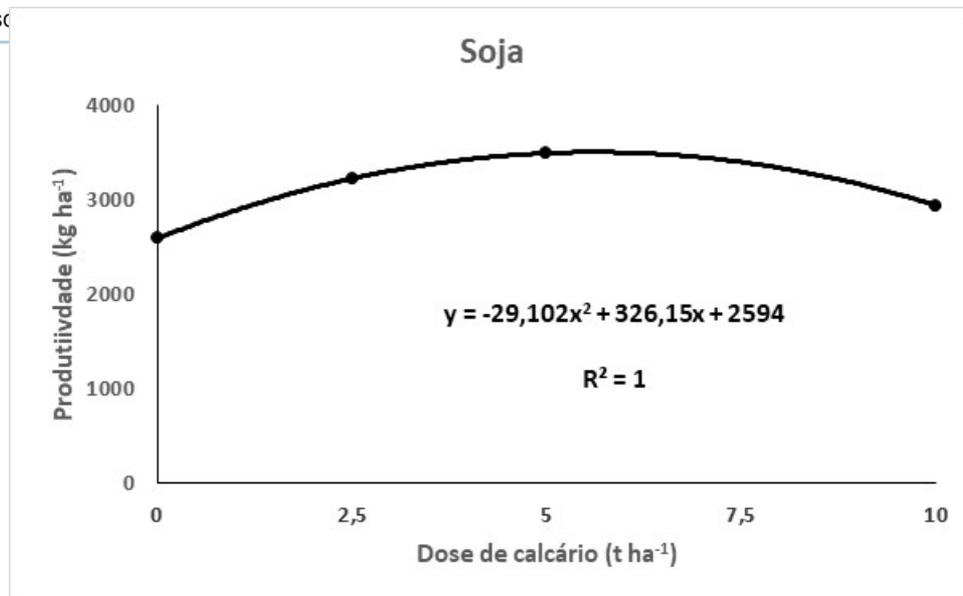


Figura 2. Produtividade de massa seca do capim Piatã (A) e do sorgo BRS 716 (B), e produtividade de grãos da soja (C) em função das doses de calcário.

O teor foliar de Mg no capim Piatã aumentou com as doses de calcário, bem como os de N, P, K e enxofre (S) no sorgo e Ca na soja (Tabela 2). Já os

teores de Mn diminuíram no Piatã e no sorgo e os de zinco (Zn), na soja, com o aumento das doses de calcário (Tabela 2).

Tabela 2. Teores foliares de macro e micronutrientes das culturas em função das doses de calcário.

Cultura	Nutriente	Doses calcário (t ha ⁻¹)			
		0	2,5	5	10
Piatã	Mg (g kg ⁻¹)	7,27	6,47	8,48	8,25
	Mn (mg kg ⁻¹)	10,69	5,90	4,68	4,11
Sorgo	N (g kg ⁻¹)	22,72	25,85	25,89	29,45
	P (g kg ⁻¹)	2,05	2,69	2,88	3,09
	K (g kg ⁻¹)	11,30	12,91	12,67	14,97
	S (g kg ⁻¹)	1,10	1,32	1,40	1,43
	Mn (mg kg ⁻¹)	11,47	8,84	5,68	5,33
	Soja	Ca (g kg ⁻¹)	11,35	12,85	12,00
	Zn (mg kg ⁻¹)	43,40	35,25	34,83	31,94

O melhor condicionamento de perfil de solo propiciado pela calagem permite um melhor desenvolvimento radicular das plantas, favorecendo a absorção de macronutrientes, além do aumento da disponibilidade do P no solo, e reduz a disponibilidade de micronutrientes pelo aumento do pH do solo (Fageria; Baligar, 2008; Suganya et al., 2020; Boaretto et al., 2022), embora neste trabalho somente tenha havido efeito para o Mn e Zn. Moreira et al. (2024) mostraram que os teores de micronutrientes no solo tiveram pouca relação com os teores na planta. A esse respeito, um estudo atual alerta contra o uso direto do diagrama de disponibilidade de nutrientes × pH do solo, que mostra uma redução linear nos teores de cobre (Cu), ferro (Fe), Mn e Zn no solo com o aumento do pH, sem considerar os vários outros fatores que

afetam a disponibilidade de micronutrientes (Barrow; Hartemink, 2023).

Solo: 0 cm–20 cm

Houve efeito da interação doses (D) versus época (Ep) para a maioria das variáveis de solo avaliadas (Tabela 3). Houve aumento nos valores de pH, Ca, soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions total (T) e saturação por bases (V) até 15 meses, quando os valores tentem a cair, atingindo os menores valores após 32 meses de reação do calcário (Tabela 4). Isso pode ser explicado pelo baixo poder tampão do solo, dado seu baixo teor de argila (Tabela 1), bem como pela absorção dos nutrientes pelas plantas ao longo de três ciclos de cultivo (Piatã, sorgo e soja).

Tabela 3. Significância da Anova para as variáveis de solo em função das doses de calcário (D) e época após aplicação do calcário (Ep), na profundidade de 0 cm–20 cm.

F.V.	pH	P	K	Ca	Mg	S	H+Al	SB	t	T	V	MO	B	Cu	Mn	Fe	Zn
D	***	ns	*	***	***	**	***	***	***	ns	***	ns	***	ns	ns	ns	ns
Ep	***	***	***	***	***	***	**	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
D x Ep	**	ns	ns	**	**	ns	ns	*	*	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns
C.V.	2,8	90,1	38,2	11,6	12,7	33,7	23,8	11,4	11,4	8,7	8,8	17,5	24,5	100	82,1	26,2	59,7

***Significativo a 0,001; ** significativo a 0,01; * significativo a 0,05; ns não significativo pelo teste de Tukey; Acidez Ativa (pH); Fósforo disponível (P); Potássio disponível (K); Cálcio trocável (Ca); Magnésio trocável (Mg); Enxofre disponível (S); Acidez Total (H + Al); Soma de Bases (SB); Capacidade de troca de cátions efetiva (t); Capacidade de troca de cátions efetiva Total (T); Saturação por Bases (V); Matéria Orgânica (MO); Boro disponível (B); Cobre disponível (Cu); Manganês disponível (Mn); Ferro disponível (Fe); Zinco disponível (Zn).

Dando maior ênfase aos valores de pH, teores de Ca e Mg e V, pela importância desses para o desenvolvimento das culturas e relação direta com a calagem, percebe-se efeito das doses de calcário entre 2 meses e 20 meses, após a aplicação do calcário, para algumas variáveis, como o pH, Ca, Mg, S, SB, t (Tabela 4).

Quanto às doses, houve diferença apenas da testemunha em relação às demais, no geral, evidenciando que para a correção da acidez pequenas doses já são suficientes, bem como para se atingir elevados valores de saturação por bases,

como a CTC do solo é bem baixa (abaixo de $4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$) (Tabela 3 e Figuras 3A e 3D). Entretanto, para atingir valores mais elevadas de Ca e Mg são necessárias doses acima de 5 t ha^{-1} de calcário (Tabela 3), com os valores máximos sendo atingidos por volta de 8 t ha^{-1} (Figuras 3 b e c). De qualquer forma, nota-se que os valores de pH do solo não ultrapassaram 7,3, demonstrando que, por causa do baixo poder tampão do solo e do baixo dreno de Ca e Mg, em determinado ponto, atingiu-se o equilíbrio químico no solo, e a reação do calcário foi paralisada.

Tabela 4. Desdobramento das interações significativas dose e época (D x Ep) para as variáveis de solo na profundidade de 0 cm–20 cm.

Dose (t ha^{-1})	Variáveis	Época após aplicação do calcário (meses)					
		2	8	15	20	26	32
0	pH	6,01 b	5,95 Cb	6,36 a	5,90 b	5,82 c	5,67 c
2,5	H_2O	6,47 b	6,60 Bb	6,90 a	6,61 b	6,74 a	6,56 b
5		6,76 b	6,60 Bb	7,12 a	6,95 a	7,09 a	6,57 b
10		6,96 b	6,90 Ab	7,28 a	7,24 a	7,21 a	7,12 a
0	Ca	1,32 b	1,60 Ba	1,21 Bb	0,86 c	1,15 b	0,71 c
2,5	($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	1,58 b	1,89 Aa	1,89 Aa	1,31 c	1,60 b	1,13 c
5		1,73 a	1,82 Ab	1,96 Aa	1,42 b	1,96 a	1,19 b
10		2,02 a	2,05 Aa	2,10 Aa	1,60 b	2,04 a	1,33 b
0	Mg	0,61	0,43 B	0,36	0,32	0,36	0,37
2,5	($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	0,79	0,65 A	0,64	0,56	0,57	0,68
5		0,89 a	0,64 Ab	0,68 b	0,65 b	0,75 a	0,77 a
10		0,92 a	0,62 Ab	0,64 b	0,72 b	0,74 b	0,88 a
0	S	12,85 Ab	10,07 c	7,05 c	13,65 Ab	11,32 b	32,97 a
2,5	(mg dm^{-3})	14,07 A	8,25	5,23	8,02 B	8,8	22,15
5		9,20 Bb	9,62 b	5,90 b	8,07 Bb	7,30 b	24,47 a
10		8,73 Bb	5,97 b	6,07 b	7,27 Bb	6,70 b	21,70 a
0	SB	1,96 a	2,04 Ba	1,59 b	1,21 c	1,58 b	1,20 c
2,5	($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	2,42 a	2,54 Aa	2,56 a	1,90 b	2,21 b	1,92 b
5		2,66 a	2,46 Aa	2,66 a	2,08 b	2,77 a	2,05 b
10		2,99 a	2,67 Aa	2,77 a	2,35 b	2,82 a	2,32 b
0	T	1,96 a	2,04 Ba	1,59 Bb	1,21 c	1,58 b	1,20 c
2,5	($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)	2,42 a	2,54 Aa	2,56 Aa	1,91 a	2,21 b	1,92 b
5		2,66 a	2,46 Aa	2,66 Aa	2,08 b	2,77 a	2,05 b
10		2,99 a	2,67 Aa	2,77 Aa	2,35 b	2,82 a	2,32 a
0	V	60,32 a	60,40 a	52,85 b	46,40 c	53,57 b	41,30 c
2,5	(%)	71,6 a	75,43 a	77,45 a	72,5 a	69,38 b	63,3 b
5		79,53	71,65	80,42	82,13	86,01	73,3
10		86,7	87,13	88,03	89,8	88,48	83,1
0	MO	0,99	1,17	1,04	1,13 A	0,94	1
2,5	(dag kg^{-1})	1,22 a	1,17 a	1,10 a	1,28 Aa	0,72 b	0,90 b
5		1,09	0,87	1,11	0,88 A	1,04	0,97
10		1,12 a	1,04 Aa	1,01 a	0,86 Aa	0,62 b	0,89 a

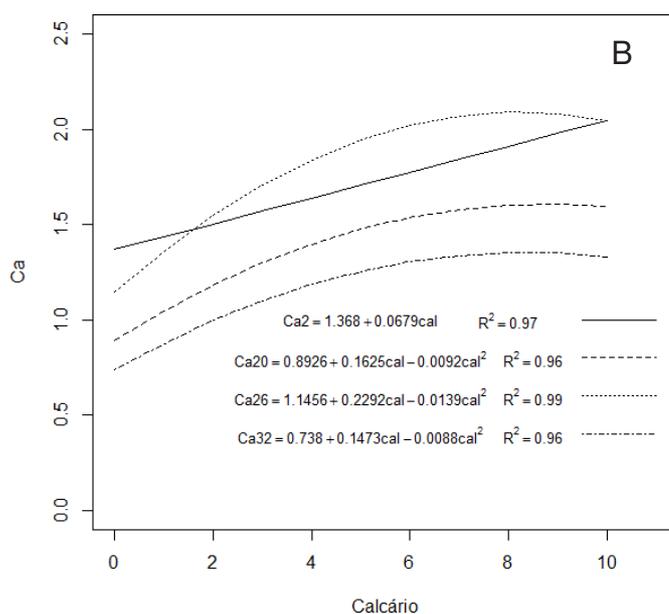
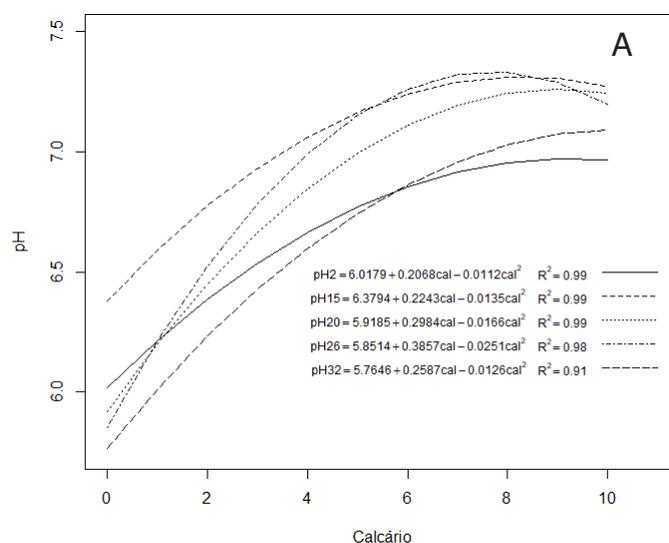
Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em solos argilosos de 47 áreas agrícolas do País, para se atingir produtividades acima de 4.200 kg ha⁻¹, avaliações do Comitê Estratégico Soja Brasil (CESB) identificaram valores médios de Ca e Mg, na camada de 0 cm–20 cm, de 5,2 cmol_c dm⁻³ (Sako et al., 2016). Percebe-se que esses valores são bem acima do valor 2,0 recomendado por Alvarez V. e Ribeiro (1999) e mais próximos dos atingidos por Viana et al. (2023), com as doses mais elevadas de calcário. Em Sako et al. (2016), foram identificados também cinco fatores agronômicos para atingir produtividades acima de 4.200 kg ha⁻¹, e os teores de Ca e Mg no perfil do solo ficaram na segunda colocação.

Portanto, em solos arenosos, a correção do pH do solo e a neutralização do Al tóxico são

conseguidos com as baixas doses normalmente recomendadas para os solos arenosos, mas não a elevação a valores adequados de Ca e Mg para o bom desempenho produtivo das plantas, principalmente em sistemas intensivos e com presença de culturas mais exigentes, como soja, milho e algodão.

Os teores de micronutrientes apenas sofreram efeito das épocas de aplicação do calcário, e, no caso do boro, este sofreu efeito também das doses de calcário (Tabela 3), tendo seus valores reduzidos com o aumento das doses (dados não apresentados). Como já comentado, deve-se evitar uma relação direta da disponibilidade de nutrientes × pH do solo, sem considerar os vários outros fatores que afetam a disponibilidade de nutrientes (Barrow; Hartemink, 2023).



Continua...

Continuação...

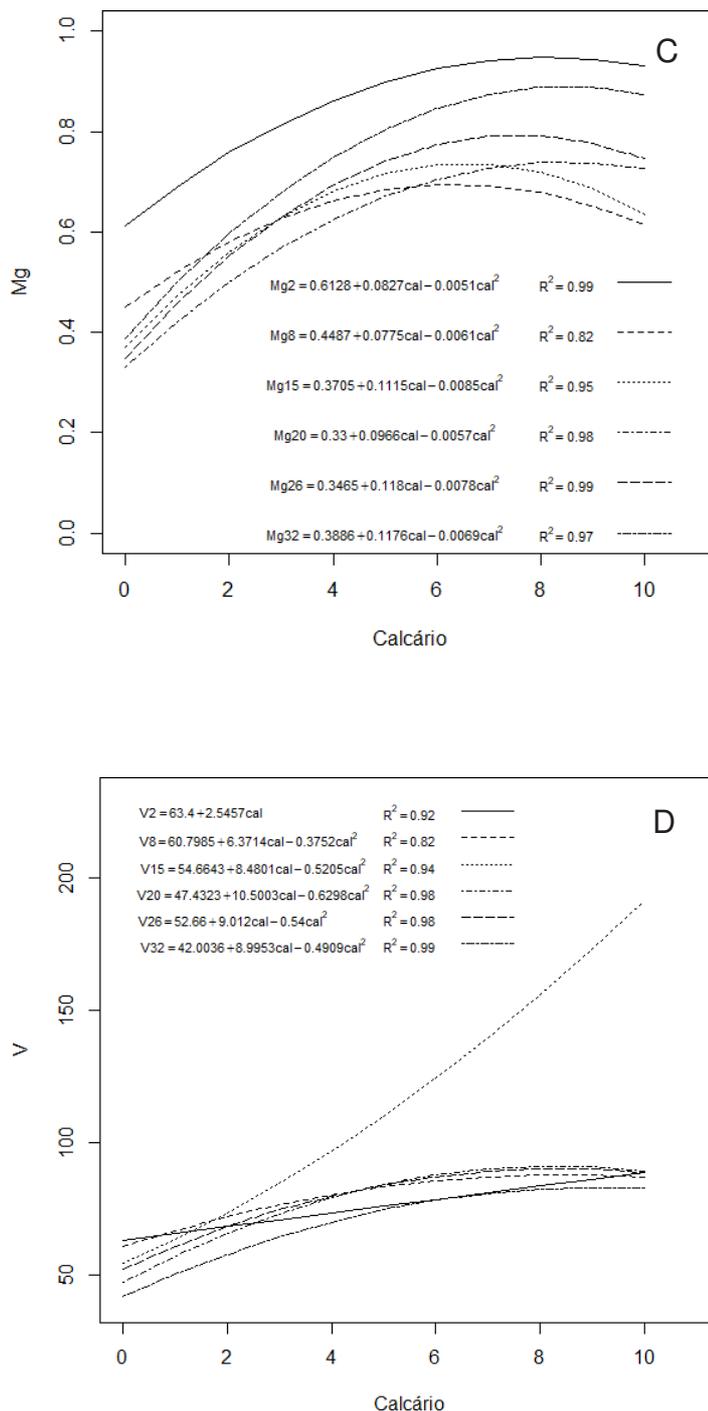


Figura 3. Valores de pH-H₂O (A), Ca-cmol_c dm⁻³ (B), Mg-cmol_c dm⁻³ (C) e V-% (D) no solo em função das doses de calcário e para as diferentes épocas após a aplicação do calcário em meses, na profundidade de 0 cm–20 cm.

Solo: 20 cm–40 cm

Considerando a profundidade do solo de 20 cm–40 cm, observa-se que houve efeito significativo dos tratamentos de doses e épocas para as variáveis analisadas, tendo a época de aplicação do calcário afetado todas as variáveis (Tabela 5). Isso se deve ao baixo tamponamento do solo e às variações nos

valores dos atributos do solo. De maneira geral, as variáveis de solo mais relacionadas com a calagem, e de maior interesse neste estudo, (pH, Ca, Mg e V), na camada de 20 cm–40 cm, aumentaram com as doses, atingindo ponto de máximo com doses de cerca de 10,0 t ha⁻¹ de calcário (Figuras 4A, 4B, 4C e 4D).

Tabela 5. Significância da Anova para as variáveis de solo em função das doses de calcário (D) e época após aplicação do calcário (Ep), na profundidade de 20 cm–40 cm.

F.V.	pH	P	K	Ca	Mg	S	H+Al	SB	t	T	V	MO	B	Cu	Mn	Fe	Zn
D	***	ns	ns	***	***	*	***	***	***	ns	***	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Ep	***	*	***	***	***	***	***	***	***	***	***	*	***	***	***	***	***
D x Ep	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
C.V.	3,8	57,1	51,7	22,3	22,4	15,7	19,7	21,4	21,4	9,1	15,7	28,1	29,9	42,5	48,9	27,4	40,2

***Significativo a 0,001; ** significativo a 0,01; * significativo a 0,05; ns não significativo pelo teste de Tukey; Acidez Ativa (pH); Fósforo disponível (P); Potássio disponível (K); Cálcio trocável (Ca); Magnésio trocável (Mg); Enxofre disponível (S); Acidez Total (H + Al); Soma de Bases (SB); Capacidade de troca de cátions efetiva (t); Capacidade de troca de cátions efetiva Total (T); Saturação por Bases (V); Matéria Orgânica (MO); Boro disponível (B); Cobre disponível (Cu); Manganês disponível (Mn); Ferro disponível (Fe); Zinco disponível (Zn).

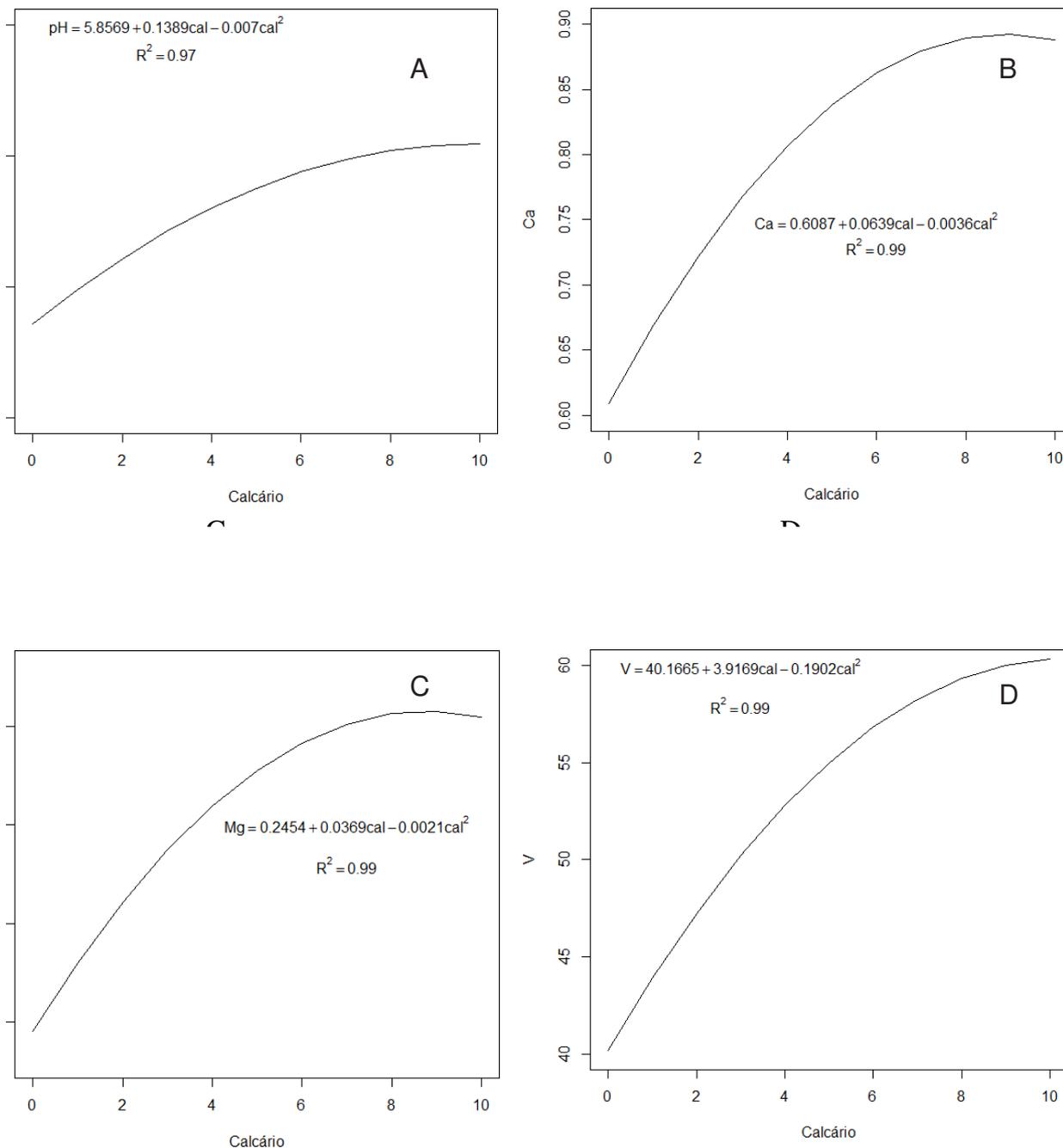


Figura 4. Valores de pH-H₂O (A), Ca-cmol_c dm⁻³ (B), Mg-cmol_c dm⁻³ (C) e V-% (D) no solo em função das doses de calcário, na profundidade de 20 cm–40 cm.

Esses resultados podem também justificar as maiores doses de calcário que vêm sendo aplicadas pelos produtores rurais em solos arenosos, uma vez que, facilitada pela textura arenosa do solo, há descida de partículas de calcário para profundidades maiores da profundidade em que o calcário foi incorporado no início do experimento (cerca de 20 cm). Dessa forma, com um perfil de solo corrigido em maior profundidade, há maior crescimento radicular das plantas e acesso a mais água e nutrientes, resultando em maior tolerância a veranicos e em maiores produtividades das culturas, em geral.

Os resultados relacionados aos micronutrientes também demonstram não haver maiores problemas com a aplicação de doses mais elevadas de calcário nesses solos (Tabelas 3 e 5), pois, como se pode verificar, o pH do solo não atingiu patamares tão elevados (Figuras 3 e 4), confirmando os resultados obtidos por Christensen et al. (2022), Viana et al. (2023) e Oliveira et al. (2024).

Em relação às épocas, observa-se que os valores no solo do pH, P, K, S, B, Cu, Mn e Zn aumentaram com o tempo de aplicação de calcário, podendo estar relacionados, também, com as adubações que foram realizadas nas três culturas ao longo do experimento. Já os valores no solo de Ca, Mg, H+Al, SB, t, T, V, MO e Fe reduziram com o tempo de aplicação de calcário, e essas reduções para Ca, Mg, SB, t, T e V podem ser atribuídas à extração dos nutrientes Ca e Mg pelas culturas, que foi maior que a reação do calcário no solo, uma vez que este foi aplicado uma única vez, no início do experimento.

Conclusões

Há necessidade de aumentar as doses recomendadas de calcário em solos arenosos, considerando os sistemas de produção com a presença de culturas mais exigentes. São indicadas doses entre 5 t ha⁻¹ e 10 t ha⁻¹, por elas permitirem

valores de Ca e Mg acima de 2 cmol_c dm⁻³ na camada de 0 cm–20 cm, além de valores mais elevados na camada de 20 cm–40 cm, conforme os resultados obtidos neste trabalho, considerando os modelos de regressão ajustados. Essas doses atendem a maior demanda de Ca e Mg para melhor desenvolvimento das culturas mais exigentes e considerando sistemas de produção mais intensivos, sem aumentar excessivamente os valores de pH e reduzir a disponibilidade de micronutrientes no solo. Os resultados obtidos por Oliveira et al. (2024) reforçam essa recomendação.

Agradecimentos

À Fazenda Trijunção, pelo apoio e financiamento das pesquisas.

À Embrapa Milho e Sorgo, pelo apoio logístico de pessoal e transporte para execução dos experimentos.

À Faped, pela gestão administrativa do projeto.

Referências

- ABDALLA, M.; ESPENBERG, M.; ZAVATTARO, L.; LELLEI-KOVACS, E.; MANDER, U.; SMITH, K.; THORMAN, R.; DAMATIRCA, C.; SCHILS, R.; TEN-BERGE, H.; NEWELL-PRICE, P.; SMITH, P. Does liming grasslands increase biomass productivity without causing detrimental impacts on net greenhouse gas emissions? **Environmental Pollution**, v. 300, 118999, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.118999>.
- ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; VIANA, J. H. M.; FRANCELINO, M. R.; THOMAZINI, A.; SANTANA, D. P.; SANTOS, F.C. **Caracterização pedológica da área do Projeto Trijunção no Oeste da Bahia, Região do Matopiba**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 63 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 217).
- ALBUQUERQUE, P. E. P.; GUIMARÃES, D. P.; VIANA, J. H. M.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R.; SANTOS, F. C. **Caracterização do balanço hídrico climatológico decenal na Fazenda Santa Luzia, município de Jaborandi, BA**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 14 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 242).
- ALVAREZ V., V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª** aproximação. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 43-60.
- AUGUSTI, M. L.; NASCIMENTO, C. R.; SILVA, I. K. A. C.; ROCHA, P. R. R.; MOLINA, R. A. A.; UCHOA, S. C. P. Lime requirement in tropical soils: a study in the brazilian amazon savannah. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 10, n. 4, e7477, 2023.

- BARROW, N. J.; HARTEMINK, A. E. The effects of pH on nutrient availability depend on both soils and plants. **Plant and Soil**, v. 487, p. 21-37, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-023-05960-5>.
- BOARETTO, R. M.; QUAGGIO, J. A.; MELLIS, E. V.; CANTANRELLA, H. Micronutrientes. In: CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; QUAGGIO, J. A.; BOARETTO, R. M.; RAIJ, B. van (ed.). **Boletim 100: recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo, 2022. p. 121-129.
- BOSSOLANI, J. H.; CRUSCIOL, C. A. C.; PORTUGAL, J. R.; MORETTI, L. G.; GARCIA, A.; RODRIGUES, V. A.; FONSECA, M. C.; BERNART, L.; VILELA, R. G.; MENDONÇA, L. P.; REIS, A. R. Long-term liming improves soil fertility and soybean root growth, reflecting improvements in leaf gas exchange and grain yield. **European Journal of Agronomy**, v. 128, 126308, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126308>.
- CARMEIS FILHO, A. C. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; CASTILHOS, A. M. Liming demand and plant growth improvements for an Oxisol under long-term no-till cropping. **Journal of Agricultural Science**, v. 155, p. 1093-1112, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1017/S0021859617000235>.
- CHRISTENSEN, J. T.; AZEEZ, M. O.; LABOURIAU, R.; RAVNSKOV, S.; KRISTENSEN, H. L.; MUNKHOLM, L. J.; RUBAEK, G. H. Effects of long-term contrasting lime and phosphorus applications on barley grain yield, root growth and abundance of mycorrhiza. **Soil Use and Management**, v. 38, n. 1, p. 991-1003, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/SUM.12750>.
- CLIMATE DATA. **Clima**: Bahia. Dados climatológicos do município de Jaborandi, Bahia. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/americado-sul/brasil/bahia-207/>. Acesso em: 25 fev. 2019.
- DONAGEMMA, G. K.; FREITAS, P. L. de; BALIEIRO, F. de C.; FONTANA, A.; SPERA, S. T.; LUMBRERAS, J. F.; VIANA, J. H. M.; ARAÚJO FILHO, J. C. de; SANTOS, F. C. dos; ALBUQUERQUE, M. R. de; MACEDO, M. C. M.; TEIXEIRA, P. C.; AMARAL, A. J.; BORTOLON, E.; BORTOLON, L. Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 9, p. 1003-1020, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000900001>.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Ameliorating soil acidity of tropical Oxisols by liming for sustainable crop production. In: SPARKS, D. (ed.). **Advances in agronomy**. London: Academic Press, 2008. v. 99, p. 345-399. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0065-2113\(08\)00407-0](https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)00407-0).
- GUARÇONI, A.; SOBREIRA, F. M. Classical methods and calculation algorithms for determining lime requirements. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 41, e0160069, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/18069657rbcS20160069>.
- MARASCHIN, L.; SCARAMUZZA, J. F.; VIEIRA, C. R. Incubação do calcário e as características químicas de solos com texturas diferentes. **Nativa**, v. 8, n. 1, p. 43-51, 2020.
- MARTINS, O. C. Construção da fertilidade do solo em solos arenosos. **Informações Agrônomicas**, n. 122, p. 21-23, 2008.
- MORAES, F. A.; MOREIRA, S. G.; PEIXOTO, D. S.; NUNES, M. R. Lime incorporation up to 40 cm deep increases root growth and crop yield in highly weathered tropical soils. **European Journal of Agronomy**, v. 144, 126763, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.126763>.
- MOREIRA, S. G.; MORAES, F. A.; PEIXOTO, D. S.; SILVA, J. C. R.; GAUDENCIO, J. R. F.; SILVA, B. M.; SILVA, M. M.; MACEDO, J. R. Deep incorporation of high limestones rates affects the macro and micronutrients availability and the accumulated grain yield in three acidic sites in Brazil. **European Journal of Agronomy**, v. 154, 127074, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eja.2023.127074>.
- SUGANYA, A.; SARAVANAN, A.; MANIVANNAN, N. Role of zinc nutrition for increasing zinc availability, uptake, yield, and quality of maize (*Zea mays* L.) grains: an overview. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 51, n. 15, p. 2001-2021, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1080/00103624.2020.1820030>.
- OLIVEIRA, D. B.; LACERDA, J. J. de J.; CAVALCANTE, A. P.; BEZERRA, K. G.; SILVA, A. P. M.; MIRANDA, A. C. G.; RAMBO, T. P.; MARSCHIO, R.; ANDRADE, H. A. F.; COSTA, P. M.; SOUSA, C. A. F.; OLIVEIRA JÚNIOR, J. O. L.; SAGRILLO, E.; SOUZA, H. A. Lime and gypsum rates effects in new soybean

areas in the Cerrado of Matopiba, Brazil.

Agriculture, v. 14, n. 7, 1034, 2024.

DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture14071034>.

RESENDE, A. V.; GIEHL, J.; SIMÃO, E. P.; ABREU, S. C.; GALVÃO, J. C. C.; BORGHI, E.; GONTIJO NETO, M. M. Nutrient removal by off-season grain sorghum as affected by intercropping with ruzigrass and fertilization levels in the Brazilian Cerrado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 21, e1282, 2022.

RESENDE, A. V.; COELHO, A. M.; RODRIGUES, J. A. S.; SANTOS, F. C. **Adubação maximiza o potencial produtivo do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2009. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Circular técnica, 119).

SAKO, H.; ALVES, M.; MORAES, M. F.; TEIXEIRA, W. W. R.; SILVA, R. O. L.; SHIOZAKI, E. A. **Fatores decisivos para se obter produtividade de soja acima de 4.200 kg/ha**. Sorocaba: Comitê Estratégico Soja Brasil, 2016. 29 p. (Circular Técnica, 2). Disponível em: <https://www.cesbrasil.org.br/wp-content/uploads/2022/07/Fatores-acima-4200-Circular-Tecnica-2-final.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2024.

SAS INSTITUTE. **SAS Statistical Analysis System**: SAS release 9.1 for Windows. Cary, 2003.

SINGER, A. Avaliação da reposição de calcário e gesso no SPD. **Revista Inovar**, p 1-5, 2024.

SOUSA, D. M. G. de; MIRANDA, L. N. de; OLIVEIRA, S. A. de. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F. de; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.;

NEVES, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 205-274.

STACKHOUSE, J. R.; WESTBERG, P. W.; CHANDLER, W. S.; ZHANG, T.; HOELL, J. M. **Prediction of Worldwide Energy Resource (POWER)**: agroclimatology methodology: version 1.0.2. Washington: The National Aeronautics and Space Administration, 2015.

TEIXEIRA, W. G.; ALVAREZ V., V. H.; NEVES, J. C. L. New methods for estimating lime requirement to attain desirable pH values in Brazilian soils. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 44, e0200008, 2020. DOI: <https://doi.org/10.36783/18069657rbc20200008>.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. (ed.). **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 574 p.

VIANA, J. H. M.; ALBUQUERQUE FILHO, M. R. de; SANTOS, F. C. dos; LADEIRA, D. de A. Nonlinear modeling of liming reaction and extractable base curves. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, n. 10, p. 820-827, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v27n10p820-827>.

ZANCANARO, L.; MINATO, E. A.; BATISTA, M. A.; MUNIZ, A. S. Manejo da fertilidade de solos arenosos no Cerrado mato-grossense. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 44, n. 1, p. 33-37, 2018.

Apoio



*Ministério da
Agricultura e Pecuária*