

CRESCIMENTO DE SOJA EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO PSAMÍTICO SUBMETIDO À APLICAÇÃO DE DOSES DE CALCÁRIO COM E SEM GESSO AGRÍCOLA

Durvalino Augusto Rodrigues Neto¹, Antônio Nolla^{1*}, João Henrique Castaldo¹, Raphael
Gustavo Pedroso Delanhese¹, João Víctor Pinho Nunes¹

¹Universidade Estadual de Maringá - UEM, Campus de Umuarama, Departamento de Ciências Agrônômicas.
Estrada da Paca s/n, Bairro São Cristóvão, Umuarama - PR, CEP: 87507-190. E-mail:

durvarodrigues@gmail.com, anolla@uem.br, jhcastaldo2@uem.br, ra129162@uem.br, ra134881@uem.br

*autor correspondente: anolla@uem.br

RESUMO: O objetivo desta pesquisa foi avaliar o desenvolvimento de soja submetida a doses de calcário, com e sem gesso agrícola em um Latossolo de textura arenosa. Os tratamentos foram doses de calcário (0, 962, 1.923 e 3.846 kg ha⁻¹), combinados com a aplicação ou não de gesso agrícola. O delineamento adotado foi fatorial 4x2m com três repetições. Após 30 dias de incubação, cultivou-se soja cultivar Lança[®] em parcelas de 4 x 6 m. Aos 50 dias após a emergência da soja, avaliou-se altura de plantas, diâmetro caulinar e matéria seca de parte aérea e ao final do ciclo da cultura, obteve-se a produtividade e análise do teor de enxofre no solo. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos testados por Tukey a 5 % de probabilidade de erro. As plantas de soja apresentaram aumento de crescimento com a aplicação de calcário. No entanto, a aplicação ou não de gesso não afetou a performance da cultura. Doses maiores de calcário reduziram o desenvolvimento da soja. A dose de máxima eficiência técnica para a produtividade da soja foi de 2.300 kg ha⁻¹ de calcário, equivalente à saturação por bases de 64,39%.

PALAVRAS-CHAVE: calagem superficial, plantio direto, gessagem.

SOYBEAN GRAIN YIELD IN IN A PSAMMITIC DYSTROPHIC RED OXISOL SUBJECTED TO THE APPLICATION OF DOSES OF LIMESTONE WITH AND WITHOUT AGRICULTURAL PLASTER

ABSTRACT: The objective of this research was to evaluate the development of soybeans subjected to doses of limestone, with and without agricultural gypsum in an Oxisol with a sandy texture. The treatments were doses of lime (0, 962, 1,923 and 3,846 kg ha⁻¹), combined with the application or not of agricultural gypsum. The adopted design was a 4x2m factorial with three replications. After 30 days of incubation, soybean cultivar Lanza[®] was grown in 4 x 6 m plots. At 50 days after soybean emergence, plant height, stem diameter and aerial part dry matter were evaluated and at the end of the crop cycle, productivity and analysis of the sulfur content in the soil were obtained. The data were subjected to analysis of variance and when significant, tested by Tukey at a 5% probability of error. Soybean plants showed increased growth with the application of lime. However, whether or not gypsum was applied did not affect crop performance. Higher doses of limestone reduced soybean development. The dose of maximum technical efficiency for soybean productivity was 2,300 kg ha⁻¹ of limestone, equivalent to base saturation of 64.39%.

KEY WORDS: surface liming, no tillage, gypsum.

INTRODUÇÃO

A soja é uma planta leguminosa da família Fabaceae, produz um grão considerado aleuro-oleaginoso e atualmente é o mais cultivado e exportado pelo Brasil, sendo que na safra agrícola 2023/2024, foram produzidas 147,72 milhões de toneladas do grão, com uma produtividade média de 3.201 kg ha⁻¹ (CONAB, 2024). A produção de soja brasileira vem crescendo ao longo dos anos devido ao aumento na área cultivada, mas sobretudo pelo significativo incremento na produtividade. Dentre as práticas realizadas no sistema de produção da soja, destaca-se o manejo de correção da acidez do solo, que é uma das práticas mais importantes relacionadas à nutrição das plantas, pois propicia um ambiente favorável ao desenvolvimento da cultura. O solo cultivado com soja deve apresentar pH equilibrado, sem a presença Al⁺³ tóxico e possuir níveis adequados de nutrientes como Ca, Mg, P, K e S, disponíveis para absorção durante o crescimento das plantas. É de suma importância também, a presença de alguns micronutrientes como cobalto e molibdênio, que auxiliam as bactérias do gênero *Bradyrhizobium* no processo de fixação biológica de nitrogênio (Pauletti e Motta, 2019), quando estão atuando em simbiose com a cultura, por meio do sistema radicular.

Para alcançar esses níveis ideais de fertilidade do solo é fundamental monitoramento do solo por meio de análises químicas, readequação da acidez e nutrientes, quando necessário com a aplicação de corretivos de acidez, fertilizantes, condicionadores de solo. O manejo adequado da nutrição de plantas se torna ainda mais difícil quando se trata do cultivo da soja em solos arenosos, que possuem naturalmente baixa fertilidade, níveis de acidez elevados e algumas vezes presença de Al⁺³, se tornando indispensável as práticas de calagem e adubação, baseadas nas condições químicas do solo (Raij, 2011).

Como os solos arenosos apresentam naturalmente baixo teor de argila, baixa capacidade de troca catiônica e menor poder tampão, em relação aos solos de textura argilosa (Bissani et al, 2008), conseqüentemente, as recomendações de corretivos e fertilizantes em solos arenosos necessitam de estudos mais avançados, para a definição de doses desses insumos, a fim de se obter o máximo desenvolvimento produtivo da soja cultivada nesse tipo de solo.

Dentre os vários corretivos de acidez o calcário é o mais utilizado, sendo proveniente da moagem de rochas calcárias ou dolomíticas, que são encontradas em vários locais pelo do território brasileiro. Os calcários fornecem cálcio e magnésio no solo e sua reação libera íons hidroxilas (Oliveira et al., 2005), porém apresentam baixa solubilidade em água, o que implica em limitada reatividade e mobilidade no solo. Assim, há necessidade de incorporação do

corretivo ao longo do perfil do solo para diminuir o período de reação e aumentar a uniformidade dos elementos liberados na camada incorporada, proporcionando condições adequadas para o desenvolvimento das raízes em profundidade (Kaminski et al., 2005). Porém com a consolidação do sistema de plantio direto, que preconiza o não revolvimento do solo, a aplicação de calcário passou a ser feita de forma superficial, limitando seus efeitos à camada de 0 a 10 centímetros (Caires et. al, 2001). Isso restringe o crescimento radicular, tornando as plantas mais suscetíveis a períodos de estresses hídricos. Como alternativa pode ser empregado o uso de gesso agrícola, que é um resíduo das indústrias de fertilizantes fosfatados, proveniente do contato da rocha fosfatada com o ácido sulfúrico utilizado no processo de solubilização do fertilizante fosfatado (Martins et al., 2024).

O gesso possui sulfato de cálcio (CaSO_4), de alta solubilidade ($\sim 2,5 \text{ g/L}$), o que permite a sua distribuição no perfil do solo até a subsuperfície ($>20 \text{ cm}$) do solo (Meurer et al., 2004). O processo de deslocamento no perfil do solo, é facilitado pois os íons de cálcio e enxofre possuem ligação dupla, então, a mesma é bem estável e geralmente é quebrada por um íon de carga maior como por exemplo Al^{+3} (Zambrosi et al., 2007). Desta forma, recomenda-se aplicar o gesso junto ou preferencialmente após a aplicação de um corretivo de solo, de forma para que o corretivo atue na camada superficial, neutralizando o Al^{+3} , e gerando condição propícia para que as moléculas de gesso atinjam a camada subsuperficial (20 a 40 cm), liberando cálcio e enxofre nessa profundidade (Sousa et al., 2007).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento de soja submetida a doses de calcário, com e sem aplicação de gesso agrícola em Latossolo Vermelho distrófico típico.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em área experimental da Universidade Estadual de Maringá no *Campus* de Umuarama, em um Latossolo Vermelho Distrófico psamítico de textura arenosa, cujos atributos químicos e granulométricas estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Caracterização química (0-20 cm) do Latossolo Vermelho Distrófico psamítico de textura arenosa utilizado como base experimental

pH	T	$\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$	Al^{3+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^+	V	P	S	Argila
CaCl_2	-----	$\text{cmol}_c\text{dm}^{-3}$		-----	-----	-----	%	---mg dm^{-3} ---	-----	g kg^{-1}
4,63	6,86	4,28	0,00	1,75	0,75	0,08	37,58	3,85	13,17	121,5

Al^{3+} , Ca^{2+} e Mg^{2+} - extrator KCl 1 mol L^{-1} ; P e K^+ - Mehlich (HCl 0,05 mol L^{-1} + H_2SO_4 0,025 mol L^{-1}); T – Capacidade de troca de cátions; $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ - Acidez potencial; V – Saturação por bases; S - Enxofre.

Tabela 2 – Caracterização química (20-40 cm) do Latossolo Vermelho Distrófico psamítico de textura arenosa utilizado como base experimental

pH	T	H ⁺ + Al ³⁺	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	V	P	S	Argila
CaCl ₂	----- cmol _c dm ⁻³ -----						%	---mg dm ⁻³ ---		g kg ⁻¹
4,5	2,95	2,19	0,4	0,58	0,13	0,05	25,70	1,20	7,03	121,5

Al³⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ - extrator KCl 1 mol L⁻¹; P e K⁺ - Mehlich (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹); T – Capacidade de troca de cátions; H⁺ + Al³⁺ - Acidez potencial; V – Saturação por bases; S - Enxofre.

O ensaio foi realizado a campo em parcelas de 4m x 2m. Com base nos dados obtidos da análise de solo realizou-se os cálculos para a necessidade de calagem, a fim de elevar a saturação por bases (V%) até 60%, sendo a dose calculada de 1.923 kg ha⁻¹ de calcário (PRNT = 80%). A determinação da aplicação de gesso agrícola levou em consideração a saturação por alumínio (m%) que é a porcentagem de alumínio na CTC efetiva (t) da camada de 20 a 40 cm de profundidade e a dose é definida a partir do teor de argila na mesma camada, nesse solo a saturação por alumínio foi 34,48%, o que indicou a necessidade de utilização de gessagem na dose de 700 kg ha⁻¹ (Pauletti e Motta, 2019).

O experimento consistiu da aplicação de calcário nas doses de 0, 962 1923 (recomendação de calagem) e 3846 kg ha⁻¹, correspondentes à elevação da saturação por bases até à 37,58; 48,8%; 60,0% e 82,4% respectivamente; combinado ou não com a aplicação de gesso agrícola. O delineamento foi esquema fatorial 4x2 em blocos casualizados com 3 repetições.

Para a execução do experimento aplicou-se o calcário e o gesso em superfície e após 30 dias realizou-se a semeadura de soja, cultivar Lança® (BRASMAX), tratada com fungicida e inseticida para controle de pragas e doenças de início do ciclo. Também se procedeu à inoculação das sementes com a bactéria *Bradyrhizobium japonicum* para a fixação biológica de nitrogênio. Para semeadura, utilizou-se uma semeadora de sete linhas espaçadas em 0,45 metro (m) regulada para distribuir 13 sementes m⁻¹, objetivando uma população final de 266.666 plantas ha⁻¹ conforme preconizado pelo fabricante. Por ocasião da semeadura procedeu-se a adubação de base onde a recomendação foi de 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg ha⁻¹ de K₂O, visando a produtividade de 4000 kg ha⁻¹ de grãos, que foram fornecidos com a aplicação dos fertilizantes superfosfato triplo (45% P₂O₅) e cloreto de potássio (60% K₂O) para suprir a necessidade de fósforo (P) e potássio (K⁺) respectivamente (Pauletti e Motta, 2019). Após a semeadura

executou-se práticas culturais (controle de plantas daninhas, pragas e doenças) de acordo com a necessidade para manter o crescimento normal das plantas de soja.

O período de desenvolvimento das plantas no campo situou-se entre setembro de 2018 a janeiro de 2019, sendo a precipitação pluviométrica deste período representada por meio da Figura 1.

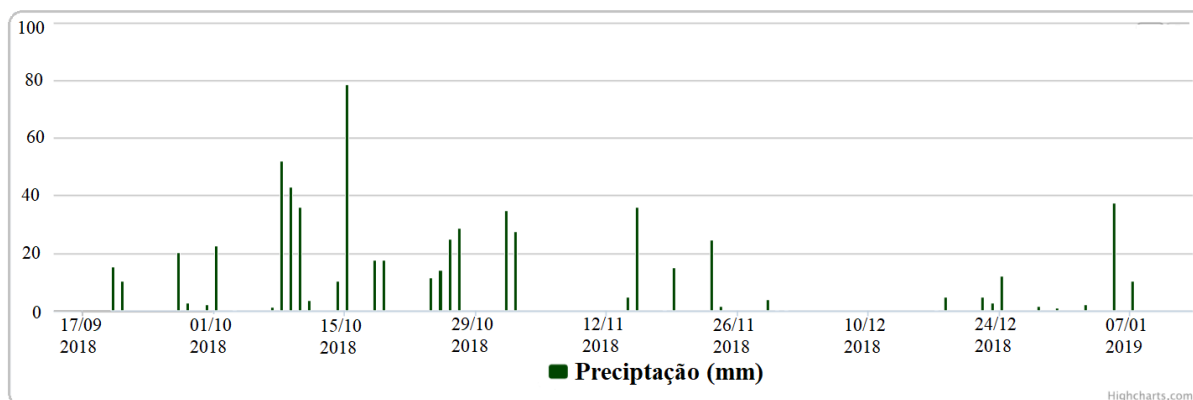


Figura 1: dados meteorológicos de Umuarama-PR no período de 17/09/2018 a 07/01/2019 (Fonte: INMET).

Aos 50 dias após a emergência da soja foram realizadas análises das plantas, sendo utilizadas plantas existentes em 1 metro da área útil de cada parcela, que foram levadas ao Laboratório de Análise de Solos e Plantas (LASP/UEM), para avaliação da altura de parte aérea, diâmetro caulinar e massa seca de parte aérea. Ao final do ciclo da soja, no estágio de maturação plena (estádio R.9), foi medido a massa seca dos grãos (para estimar a produtividade).

Os dados coletados foram submetidos a análise estatística de variância a 5% de probabilidade de erro e quando significativos, realizou-se análise de regressão para doses de calcário e teste de Tukey para o fator gessagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos nas avaliações de plantas foram significativos a 5% de erro para doses de calcário, mas não foram alteradas pela aplicação de gesso (Tabela 3). Provavelmente, isso ocorreu provavelmente pelo fato do teor de enxofre no solo quando o experimento foi implantado era elevado alto (13,17 mg dm⁻³) médio (7,03 mg dm⁻³), respectivamente nas camadas de 0-20 e 20 a 40 cm (Tabela 1 e 2), o que provavelmente acabou interferindo no desempenho do condicionador de solo aplicado no ensaio.

Tabela 3 - Análise de variância dos parâmetros altura de plantas, diâmetro de caule, matéria seca, e produtividade na aplicação de doses de calcário (C), com e sem gesso agrícola (G). Umuarama-PR, 2018/19

Variáveis	Altura de Planta (cm)	Diâmetro do caule (cm)	Matéria seca (kg ha ⁻¹)	Produtividade (kg ha ⁻¹)
C	4,94*	28,33**	5,03*	4.66*
G	0,41ns	0,49ns	0,05ns	2,71ns
C x G	0,16ns	1,47ns	0,71ns	0,68ns
Blocos	2,65ns	4,79ns	1,67ns	0,27ns
CV (%):	8,66	9,32	25,14	8,64

CV = Coeficiente de variação, * = Significativo a 5%, ** = Significativo a 1%, ns = não significativo.

A aplicação de calcário foi eficiente em aumentar todas as características avaliadas em relação a testemunha (figura 2). Isso provavelmente porque calagem, deve ter aumentado o pH do solo, melhorando a disponibilidade de macro e micronutrientes, como cálcio e magnésio, que são essenciais para o desenvolvimento das plantas (Bissani et al., 2008).

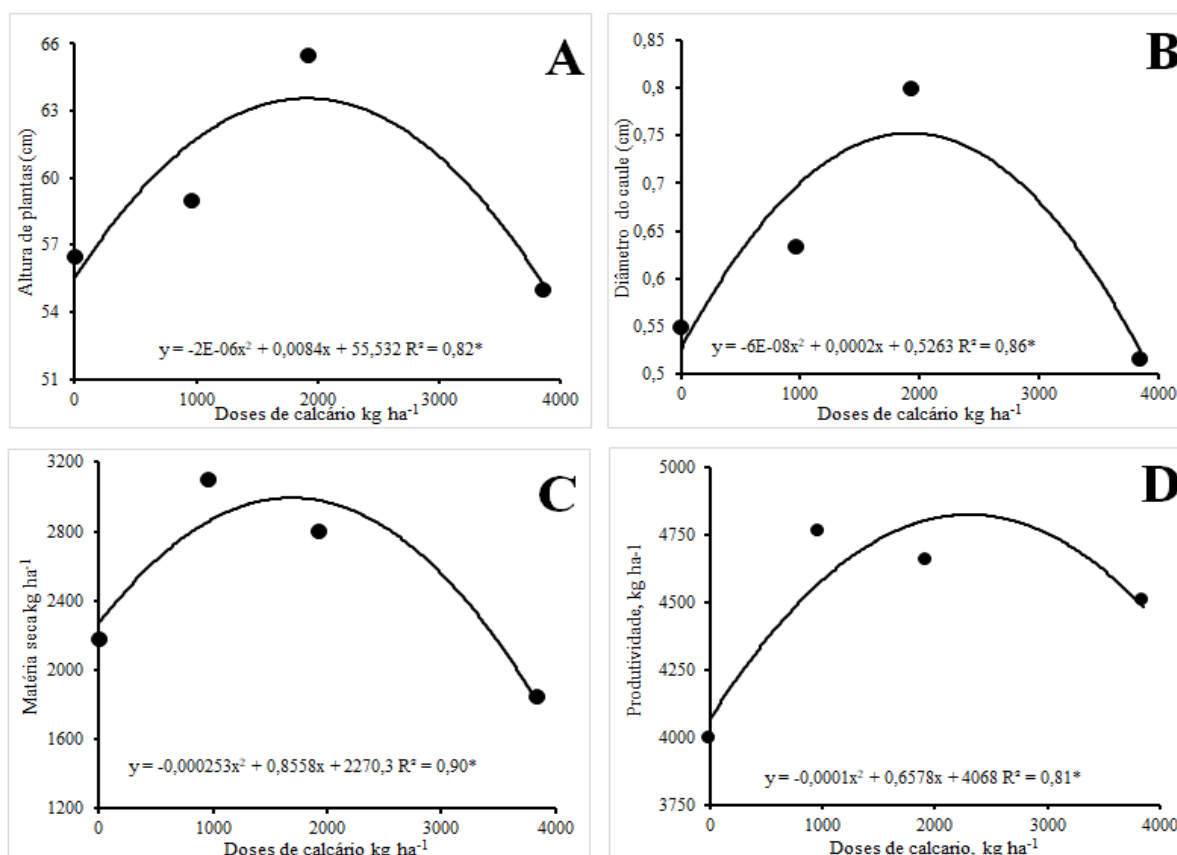


Figura 2- Altura (A) diâmetro do caule (B) matéria seca da parte aérea (C) e produtividade de soja submetida a aplicação de doses de calcário em um Latossolo Vermelho distrófico psamítico.

Com o fornecimento de cálcio (Ca) que é um nutriente de alta importância para as plantas, já que atua diretamente na estruturação da planta, estando presente em grandes concentrações nas paredes celulares e membrana plasmática. Este nutriente importante para regiões da planta de intensa multiplicação (regiões meristemáticas) e expansão celular é considerado indicativo de maior crescimento de plantas, concordando com resultados obtidos por Albuquerque et al. (2005). A deficiência de cálcio pode causar escurecimento e morte das pontas das raízes ocasionando sendo prejudicial ao desenvolvimento radicular e posterior absorção de água e nutrientes pelas mesmas de forma efetiva, além problemas na formação do tubo polínico (Vitti et al., 2006). Isto diminui a taxa de fecundação e possivelmente uma queda de produtividade, o que pode justificar a baixa produtividade para a testemunha. O magnésio (Mg) por sua vez, atua diretamente na fotossíntese da planta, fazendo parte da constituição da clorofila, além de ser considerado o nutriente que mais ativa enzimas no metabolismo das plantas. Desta forma, ocorre ativação de enzimas do processo de fosforilação, de forma que o nutriente participa também na ativação dos aminoácidos para a formação de posteriores cadeias proteicas, influenciando diretamente o tipo de nitrogênio proteico ou não proteico nas plantas (Taiz et al., 2021).

Observou-se que o uso de calcário nas doses acima (3846 kg ha^{-1}) do recomendado gerou redução no crescimento das plantas de soja (Figura 2). Isso deve ter ocorrido porque o uso excessivo de corretivo deve ter promovido uma condição de desbalanço de nutriente no sistema coloidal negativo do solo, o que deve ter influenciado em maiores problemas de lixiviação de nutrientes como potássio e nitrogênio (N-NO_3). Esta condição reduz a o desenvolvimento da soja, concordando com resultados obtidos por Rodrighero et al. (2015).

Além disso os teores de cálcio e magnésio são excessivamente elevados, estes competem com o potássio pela CTC, retirando o mesmo, com isso o potássio pode ser facilmente lixiviado a camadas profundas, dificultando a absorção pelas raízes. O excesso de cálcio também pode reagir com os fosfatos passando pelo processo de retrogradação (Souza et al., 2007), que deixa o fósforo indisponível para absorção pelas plantas até o momento em que diminua o teor de cálcio no solo e a reação seja revertida. Com as possíveis perdas do potássio (K) por lixiviação, haverá falta de K na planta, e isso pode causar vários problemas, já que esse elemento é responsável, pela abertura de estômatos e ativação enzimáticas principalmente de reações relacionadas ao enchimento de grãos e frutos (Meurer, 2006), podendo resultar em

quebra na produção. Com a possível ligação do fósforo (P) ao cálcio no processo de retrogradação causada pelo excesso de Ca (Souza et al., 2007), pode decorrer em deficiência de P nas plantas, sabendo que o P participa diretamente da composição do ATP (adenosina trifosfato) a molécula energética dos vegetais, sabendo que sua falta pode ocasionar queda no metabolismo e consequentemente queda no acúmulo de reservas (Araujo e Machado, 2006).

A partir da primeira derivada das equações de regressão de ordem 2 da Figura 2, foi possível determinar as doses de máxima eficiência técnica para aplicação de calcário conforme apresentado na Tabela 4. Observou-se que o melhor rendimento das plantas variou entre 1691 e 2300 kg ha⁻¹ de calcário, valores próximos à recomendação de calagem (1923 kg ha⁻¹) para a cultura da soja. No entanto, quando se considera a produtividade como parâmetro de planta, a melhor performance da cultura foi obtida com a aplicação de 2300 kg ha⁻¹ de calcário, a qual corresponde a necessidade de aplicar 20% mais calcário que o recomendado. Isto deve ter acontecido porque o uso de calcário em solos de textura arenosa, como no presente trabalho (Tabela 1), os corretivos de acidez são utilizados principalmente para o fornecimento de nutrientes como cálcio e magnésio. Isto está relacionado com a reduzida (6,86 cmol_ckg⁻¹) CTC do solo avaliado, na qual geralmente o solo nestas condições apresenta menor capacidade de disponibilidade de nutrientes em solução (Sousa e Lobato, 2004).

Tabela 4 – Doses de máxima eficiência técnica da utilização de calcário para as variáveis altura, diâmetro do caule, matéria seca da parte aérea e produtividade das plantas de soja em Latossolo Vermelho distrófico psamítico

Altura	Diâmetro	Matéria seca	Produtividade
-----Dose de calcário de máxima eficiência técnica, kg ha ⁻¹ -----			
2100	2000	1691	2300

As doses de calcário são muito dependentes da capacidade de troca catiônica (CTC), pois quando a CTC aumenta a dose também aumenta e vice versa (Pauletti e Motta, 2019). Assim, avaliou-se a relação entre o parâmetro de plantas e a saturação por bases a ser atingida com o uso do corretivo testado no experimento (Figura 3). Com os ajustes nas doses de calcário para as saturações por bases desejadas (Pauletti e Motta, 2019) foi possível observar que os resultados a mesma tendência da relação entre as doses de calcário e a performance das plantas

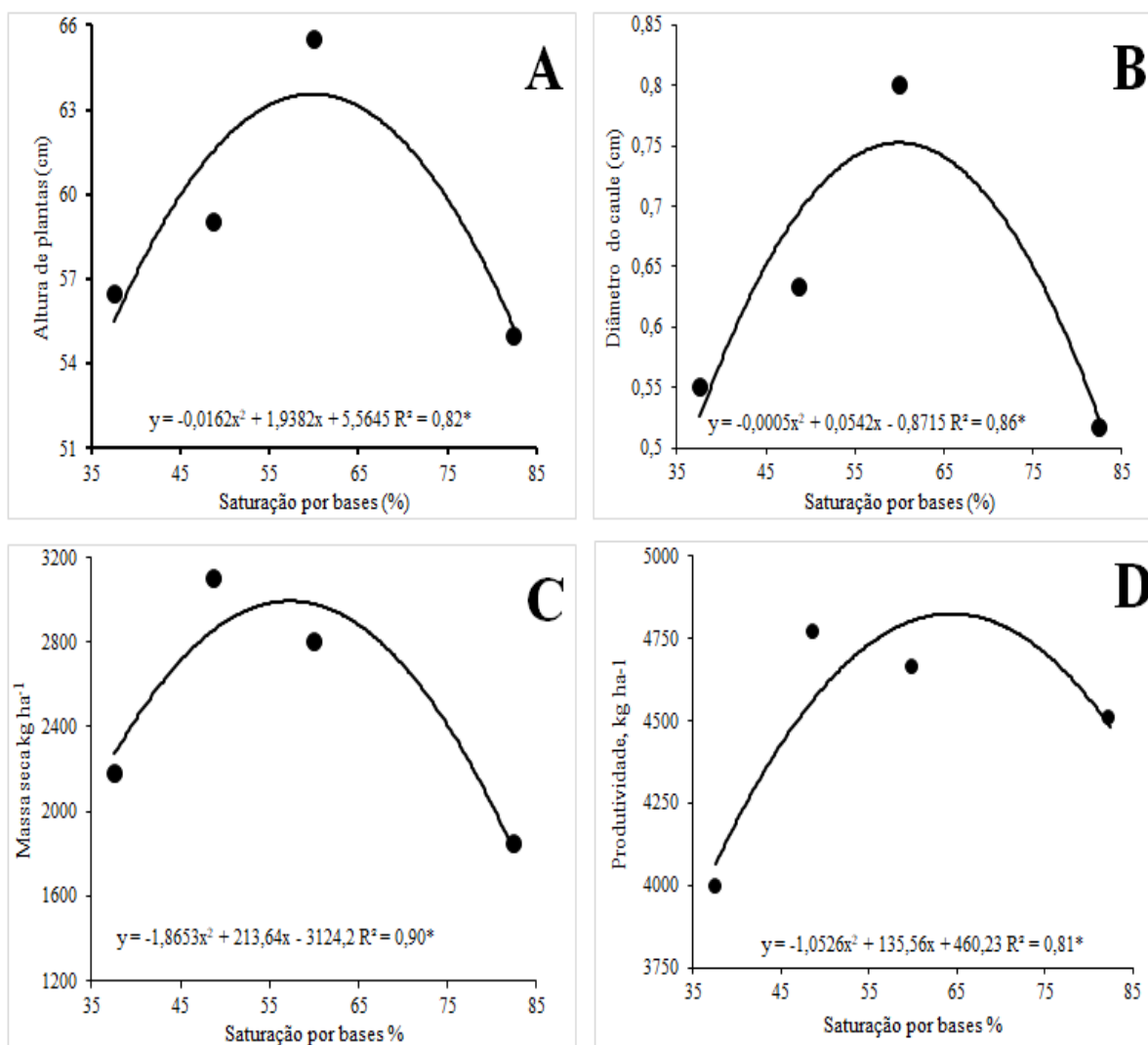


Figura 3- Relação entre altura (A) diâmetro do caule (B) matéria seca da parte aérea (C), produtividade de soja (D) e a saturação por bases estimada pela aplicação de doses de calcário em um Latossolo Vermelho distrófico psamítico.

(Figura 2). Por meio da derivação da equação da linha de tendência, se definiu as saturações por bases de máxima eficiência técnica para cada uma das características avaliadas (Tabela 5).

A partir desses valores é possível observar que para altura, diâmetro e matéria seca, as saturações por bases foram próximas à dose recomendada (60%) para a soja (Pauletti e Motta 2019), variando entre 57 e 64%. Isso indica que o uso de calcário para solos arenosos apresenta-se próximo da saturação por bases considerada com ideal (60%) para a cultura da soja (Pauletti e Motta, 2019). No entanto, quando se relaciona a produtividade com a saturação por bases, observa-se que o melhor rendimento das plantas foi obtido quando a saturação por bases foi elevada até 64,4%. Este resultado concorda com Nolla et al. (2006), que estabelece como

Tabela 5 – Indicadores para a aplicação de calagem baseada na saturação por bases na qual há a máxima eficiência técnica para as variáveis altura, diâmetro do caule, matéria seca da parte aérea e produtividade das plantas de soja em Latossolo Vermelho distrófico psamítico

Altura	Diâmetro	Matéria seca	Produtividade
-----Saturação por bases (%) de máxima eficiência técnica -----			
59,82	60,19	57,27	64,39

referência a aplicação de calcário para elevar a saturação por bases até 62%. e também com a CQFS (2004), que estabelece como critério de calagem a saturação por bases de 65% para o estado do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Em geral, trabalhos semelhantes de calagem superficial, não apresentaram aumento na produtividade de grãos logo no primeiro ano de aplicação (Vieira et al., 2013), mas em anos atípicos, influenciados por períodos de estresse hídrico, conforme o trabalho de Caires et al. (2005) onde houve aumento na produtividade, semelhante ao resultado obtido no presente trabalho.

CONCLUSÕES

A aplicação de calcário promoveu aumento no desenvolvimento da cultura da soja. No entanto, uso do gesso não alterou a performance da cultura.

A máxima eficiência técnica no desenvolvimento da soja ocorreu com a aplicação de calcário para elevar a saturação por bases em média até 60%. A maior produtividade de soja ocorreu com a aplicação de 2300 kg ha⁻¹, dose para elevar a saturação por bases até 64%.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, A. L.; FONTOURA, S. M. V.; BAYER, C.; PASSOS J. F. M. Avaliação de sistemas de preparo e calagem em um Latossolo Bruno aluminico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.6, p.963-975, 2005.
- ARAUJO, A.P.; MACHADO, C.T.T. Fósforo. In: FERNANDES, M.S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.253-280.
- BISSANI, C. A., GIANELLO, C., TEDESCO, M.J., CAMARGO, F.A.O. **Fertilidade dos Solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2008, 328 p.

CAIRES E.F.; ALLEONI L.R.F.; CAMBRI M.A.; BARTH G. Surface application of lime for crop grain production under a no-till system. **Agronomy Journal**, Madison, v.97, p.791-798, 2005.

CAIRES, E.F.; FONSECA, A.F.; FELDHAUS, I.C.; BLUM, J. Crescimento radicular e nutrição da soja cultivada no sistema de plantio direto em resposta ao calcário e gesso na superfície. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, n 4, p.1029-1040, 2001.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS RS/SC. 10Ed. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira - safra 2023/24**. Brasília: CONAB, 2024. 99p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 16 ago. 2024.

KAMINSKI, J.; SANTOS, D.R.; GATIBONI, L.C.; BRUNETTO, G.; SILVA, L.S. Eficiência da calagem superficial e incorporada precedendo o sistema plantio direto em um argissolo sob pastagem natural. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, n.2, p.573-580, 2005.

MARTINS, L.S.; SILVA, M.E.C.; SILVA, D.V. O uso de gesso agrícola na pecuária. **Revista Multidisciplinar Do Nordeste Mineiro**, Teófilo Otoni, v.7, n.1, p.1-17, 2024.

MEURER, E. J.; RHENHEIMER, D.; BISSANI, C. A. Fenômeno de sorção em solos. In: MEURER, J. E. (Ed.). **Fundamentos de química do solo** 2.Ed. Porto Alegre: Gênese, 2004. p. 131-179.

MEURER, E.J. Potássio. In: FERNANDES, M.S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.281-298.

NOLLA, A.; ANGHINONI, I. Critérios de calagem para a soja no sistema plantio direto consolidado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.30, n.2, p.475-483, 2006.

OLIVEIRA, I.P.; COSTA, K.A.P.; SANTOS, K.J.G.; MOREIRA, F.P. Considerações sobre a acidez dos solos de cerrado. **Revista Eletrônica Faculdade Montes Belos**, São Luís de Montes Belos, v.1, n.1, p.1-12, 2005.

PAULETTI, V.; MOTTA, A.V.C. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná**. 2Ed. Londrina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2019. 289p.

RAIJ, B.V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011. 420p.

RODRIGHERO, M. B, BARTH, G.; CAIRES, E.F. Aplicação superficial de calcário com diferentes teores de magnésio e granulometrias em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.39, p.1723-1736, 2015.

SOUSA, D.M.G. de; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2.Ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.

SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 205-285.

SOUSA, D.M.G.; MIRANDA, L.N.; OLIVEIRA, S.A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.205-285.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.M.; MURPHY, A. **Fundamentos de Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2021. 584p.

VIEIRA R.C.B.; BAYER C.; FONTOURA S.M.V.; ANGHINONI I.; ERNANI P.R.; MORAES R.P. Critérios de calagem e teores críticos de fósforo e potássio em Latossolos sob plantio direto no Centro-Sul do Paraná. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.37, n.1, p.188-198, 2013.

VITTI, G.C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, Magnésio e Enxofre. In: FERNANDES, M.S. (Ed.). **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p.299-326.

ZAMBROSI, F.C.B.; ALLEONI, L.R.F.; CAIRES, E.F. Aplicação de gesso agrícola e especiação iônica da solução de um Latossolo sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.1, p., 110-117, 2007.