

Desempenho agronômico da cultura da soja em função da correção de solo com carbonato de cálcio em pó e granulado

Dhiordes Marques de Oliveira Ferreira^{1*}; Augustinho Borsoi¹

¹ Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

* dhiorde@gmail.com

Resumo: A correção do solo e fornecimento de Ca e Mg é de suma importância para a cultura da soja, melhorando a disponibilidade de nutrientes com a elevação do pH, atividade microbiana, entre outras características que afetam a produtividade da cultura. Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho agrônomo na cultura da soja, submetido a correção de solo com carbonato de cálcio em pó e granulado com diferentes doses. Este trabalho foi realizado na fazenda escola do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz - FAG, Cascavel, Paraná, na safra 2024/25. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 11 tratamentos e três repetições, composto por calcário calcítico (2 t ha⁻¹) em pó e calcário dolomítico em pó (2 t ha⁻¹), Fort Ca (calcítico) e Fort Mag (dolomítico) em 4 doses (0,2; 0,3; 0,4 e 0,6 t ha⁻¹) e a testemunha sem calcário. As variáveis analisadas foram número de nós por planta, número de vagens, altura das plantas, produtividade e peso de mil grãos de soja, cultivada sob correção do solo com carbonato de cálcio em pó e granulado, aplicados em diferentes doses. Os diferentes tratamentos com formas e tipos de calcário influenciaram significativamente apenas a variável número de vagens por planta, destacando o tratamento 4 (Fort Ca 0,2 t ha⁻¹). As demais variáveis não apresentaram diferenças estatísticas significativas, embora alguns tratamentos tenham demonstrado desempenho agrônomo superior. A aplicação de calcário teve efeito positivo sobre os atributos químicos do solo.

Palavras-chave: Calcário; *Glycine max*; PRNT.

Agronomic performance of soybean crops as a function of soil correction with powdered and granulated calcium carbonate

Abstract: The soil correction and supply of Ca and Mg is very important for soybean crop, improving the availability of nutrients with the increase in pH, microbial activity, among other characteristics that affect crop productivity. Thus, the objective of this research was to evaluate the agronomic performance of soybean crops subjected to soil correction with powdered and granulated calcium carbonate at different doses. This work was carried out at the school farm of the University Center of the Assis Gurgacz Foundation - FAG, Cascavel, Paraná, in the 2024/25 season. The experimental design used was a randomized block design with 11 treatments and three replications, consisting of powdered calcitic limestone (2 t ha⁻¹) and powdered dolomitic limestone (2 t ha⁻¹), Fort Cálcio (calcitic) and Fort Mag (dolomitic) at four rates (0.2, 0.3, 0.4, and 0.6 t ha⁻¹), and an untreated control without lime. The variables analyzed were number of nodes per plant, number of pods, plant height, yield, and thousand-seed weight of soybean cultivated under soil amendment with powdered and granulated calcium carbonate applied at different rates. The different treatments with forms and types of lime significantly affected only the variable number of pods per plant, with treatment 4 (FortCa 0.2 t ha⁻¹) standing out. The other variables did not show statistically significant differences, although some treatments demonstrated superior agronomic performance. Lime application had a positive effect on soil chemical attributes.

Keywords: Limestone; *Glycine max*; PRNT.

Introdução

Na agricultura, a correção da acidez e a reposição de cálcio no solo constituem pilares fundamentais para o alcance de uma boa produtividade. Atualmente, a cultura da soja (*Glycine max*) está entre as principais commodities agrícolas do mundo e, no Brasil, consolidou-se como uma das culturas mais expressivas, sendo cultivada em praticamente todas as regiões do país. Nesse cenário, a calagem destaca-se como uma prática agrônômica essencial para a correção da acidez do solo e a melhoria das condições de desenvolvimento das plantas.

A Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) projeta uma produção de soja de 169,6 milhões de toneladas para a safra 2024/25, um aumento de 14,8 % em relação à safra 2023/24, que totalizou cerca de 147,4 milhões de toneladas. Esse crescimento na produção se deve principalmente ao resultado do aumento estimado de 9,6 % na produtividade da soja, que deve passar de 3,2 toneladas por hectare em 2023/24 para 3,5 toneladas por hectare no ciclo 2024/25. Além disso, a área cultivada na safra 2024/25 cresceu cerca de 3 %, passando de 46,02 milhões para 47,40 milhões de hectares (CONAB, 2025).

A acidez é uma característica comum nos solos agrícolas brasileiros, o que compromete a disponibilidade de nutrientes como cálcio, magnésio e potássio, além de aumentar a solubilidade de íons potencialmente tóxicos em altas concentrações, como o alumínio e o manganês (Franchini *et al.*, 2001). Essa acidez pode ser agravada por diversos fatores: a lixiviação provocada pela água, que remove as bases do complexo de troca e as substitui por íons H^+ ; a decomposição de minerais de argila, que libera alumínio trocável quando o pH atinge níveis muito baixos; a oxidação microbiana do nitrogênio amoniacal, que resulta na liberação de íons H^+ ; a troca de íons H^+ pelas raízes para absorção de cátions e manutenção do equilíbrio eletrostático; e, ainda, a liberação de íons H^+ pela matéria orgânica por meio da dissociação de grupos carboxílicos e fenólicos (Silva e Carvalho, 2023).

A calagem, portanto, é uma prática agrícola indispensável, pois promove reações químicas no solo que aumentam a disponibilidade de nutrientes como cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), nitrogênio (N), potássio (K), enxofre (S) e molibdênio (Mo), ao mesmo tempo que reduzem a disponibilidade de elementos como ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn) e boro (B). Além disso, essa prática estimula diversas atividades biológicas benéficas no solo (Lopes, 1998).

A aplicação de calcário é uma das estratégias mais utilizadas para a correção da acidez dos solos brasileiros, que tendem a ser naturalmente ácidos devido às condições climáticas e práticas de manejo. Entre as formas disponíveis de corretivos, destacam-se o calcário granulado e o calcário em pó, que apresentam diferenças significativas quanto às características físicas e

ao potencial de reatividade no solo. Estudos indicam que o calcário granulado pode apresentar uma reação mais rápida e eficaz na neutralização da acidez, impactando positivamente as características agronômicas e a produtividade da soja (Caires e Feldhaus, 2015; Silva *et al.*, 2018).

A utilização do calcário granulado tem sido associada a melhorias na estrutura do solo e na eficiência de absorção de nutrientes pelas plantas, o que se reflete em aumentos expressivos de produtividade (Caires *et al.*, 2015; Ferreira *et al.*, 2020). Essa forma física é especialmente vantajosa em sistemas de plantio direto, nos quais a incorporação do corretivo é limitada, uma vez que permite melhor distribuição e promove uma ação gradual no solo, atendendo às exigências nutricionais das plantas ao longo do ciclo produtivo (Prado e Fernandes, 2016).

A granulometria do calcário está diretamente relacionada à sua taxa de reatividade no solo. Esse parâmetro é calculado com base na porcentagem do corretivo que reage no período de três meses. A reatividade depende de diversos fatores, sendo a espessura das partículas um dos principais. Partículas com tamanho entre 0,84 e 2,00 mm apresentam apenas 20 % de reação nesse intervalo de tempo, o que confere um efeito residual. Já partículas entre 0,30 e 0,84 mm reagem aproximadamente 60 % em três meses. As partículas menores que 0,30 mm reagem quase completamente nesse mesmo período, influenciando diretamente o Poder Relativo de Neutralização Total (PRNT) do corretivo (Alcorde e Rodella, 2003).

Os parâmetros comumente analisados em estudos sobre calagem incluem o pH do solo, a saturação por bases, os teores de cálcio e magnésio, o crescimento radicular e o rendimento de grãos. Pesquisas realizadas no estado do Rio Grande do Sul demonstraram que a aplicação de calcário granulado resultou em aumentos significativos no rendimento da soja, alcançando incrementos de até 16,7 % na produtividade (Bambolin *et al.*, 2015). De forma semelhante, experimentos realizados no estado do Mato Grosso constataram que a aplicação de calcário com diferentes granulometrias elevou a produtividade da soja para até 88 sacas por hectare após o segundo ano de aplicação (Lange, 2020).

O objetivo desta pesquisa é avaliar o desempenho agrônômico da cultura da soja, submetido a correção de solo com carbonato de cálcio em pó e granulado com diferentes doses.

Material e Métodos

O experimento foi realizado entre setembro de 2024 e março de 2025, na Fazenda Escola do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz (FAG), localizada no município de Cascavel, Paraná, com coordenadas geográficas 24°56'19'' de latitude Sul, 53°30'26'' de longitude Oeste e altitude média de 680 metros. O clima da região foi classificado como

subtropical úmido (Cfa), sem estação seca definida, conforme a classificação de Köppen (Nitsche *et al.*, 2019).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico Típico, de textura muito argilosa (Santos *et al.*, 2018). A área foi conduzida sob sistema de plantio direto, com cultivo de soja na safra de verão e trigo na safra de inverno. Os dados da análise de solo encontram-se descritos na Tabela 1.

Tabela 1- Dados da análise de solo de 0-20 cm da área experimental.

pH	P	V%	MO	Mg	Al ³⁺	K	Ca	T
CaCl2	mg dm ⁻³	%	%	Cmol _c dm ⁻³	Cmol _c dm ⁻³	Cmol _c dm ⁻³	Cmol _c dm ⁻³	Cmol _c dm ⁻³
4,82	20,41	63,4	3,46	1,61	0,5	0,17	6,5	13,55

O delineamento experimental utilizado foi em blocos inteiramente casualizados (DIC), com 11 tratamentos, utilizando calcário calcítico granulado e calcário dolomítico granulado em quatro doses, além de calcário calcítico e dolomítico convencionais em pó e um tratamento testemunha sem aplicação de calcário. O experimento contou com três repetições, totalizando 33 unidades experimentais, conforme descrito na Tabela 2.

Tabela 2- Descrição dos tratamentos utilizados no experimento.

Tratamentos	Dosagens (t ha ⁻¹)	Calcário
T1	0,0	Sem aplicação de calcário
T2	2,0	Calcário calcítico em pó (Ca: 42 %, Mg: 4,9 % e PRNT: 81 %)
T3	2,0	Calcário dolomítico em pó (Ca: 29 %, Mg: 17,5 % e PRNT: 80 %)
T4	0,2	Calcário granulado fort cálcio (Ca: 38 %, Mg: 0,5 % e PRNT: 100 %)
T5	0,3	
T6	0,4	
T7	0,6	
T8	0,2	Calcário granulado fort mag (Ca: 23 %, Mg: 10 % e PRNT: 100 %)
T9	0,3	
T10	0,4	
T11	0,6	

A primeira etapa do experimento ocorreu em 12 de junho de 2024, com a coleta de amostras de solo para análise química, subsidiando a escolha da área e a definição das doses de calcário, considerando PRNT 80 dos produtos em pó. Em seguida, demarcaram-se parcelas de

5,0 m × 2,25 m, com cinco linhas de plantio e 1,0 m de espaçamento entre blocos. A aplicação dos insumos foi manual, e nova amostragem de solo foi realizada em 17 de setembro de 2024.

A semeadura ocorreu em 1º de outubro de 2024, utilizando a cultivar Brasmax Zeus IPRO 55ix57, de ciclo superprecoce (115 dias), grupo de maturação 5.5 e PMS de 209 g. A adubação de base utilizou 210 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 02-20-18 no sulco de semeadura e a cobertura foi feita com 30 kg ha⁻¹ de KCl no estágio V3, conforme a análise de solo.

Durante o ciclo da cultura, foram realizadas três aplicações nos estádios fenológicos V6, R1 e R4, com o objetivo de manejar pragas e doenças. Em cada uma dessas etapas, utilizaram-se combinações de fungicidas e inseticidas conforme a necessidade fitossanitária do momento. O inseticida com princípio ativo imidacloprido + bifentrina esteve presente em todas as aplicações, realizadas nos dias 18/11, 22/12 e 30/01.

As variáveis analisadas incluíram a altura de plantas, número de nós, número de vagens, produtividade de grãos, massa de mil grãos (MMG) e solubilização de cálcio conforme as doses aplicadas (pó e granulado).

A colheita manual foi realizada em 10 de fevereiro de 2025, cortando-se as plantas rente ao solo em duas linhas centrais de 4 m por parcela. A trilhagem foi feita em 12 de fevereiro, e a umidade dos grãos aferida em 17 de fevereiro para correção da produtividade a 13 %.

Após a colheita da soja foram coletadas novas amostras de solo na profundidade de 0 a 30 cm, com o objetivo de avaliar a eficiência dos tratamentos aplicados quanto à solubilização do cálcio no perfil do solo. Para cada tratamento, foram selecionadas três parcelas, cujas amostras foram posteriormente homogenizadas, a fim de garantir a representatividade e a uniformidade dos dados. A coleta seguiu critérios técnicos padronizados, assegurando a confiabilidade dos resultados.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e comparação de médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade de erro, utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2019).

Resultados e discussão

Na Tabela 3 estão apresentados os resultados referentes ao número de nós por planta, número de vagens, altura das plantas, produtividade e peso de mil grãos de soja, cultivada sob correção do solo com carbonato de cálcio em pó e granulado, aplicados em diferentes doses.

Tabela 3- Resumo da análise de variância e médias para número de nós por planta (NNP), número de vagens por planta (NVP), altura da planta (AP), produtividade de grãos (PG) e massa de mil grãos (MMG) em função da aplicação de calcários em pó e granulados. Cascavel, 2024/2025.

Tratamento	NNP	NVP	AP (cm)	Produtividade (kg ha ⁻¹)	MMG (g)
1 - sem calcário	21,47	40,63 b	79,63	4570,64	189,93
2 - 2 t ha ⁻¹ cal. calcítico (pó)	20,07	39,67 b	81,73	4738,49	190,33
3 - 2 t ha ⁻¹ cal. dolomítico (pó)	19,20	36,17 b	82,07	4624,12	189,47
4 - 0,2 t ha ⁻¹ Fort CA	30,50	59,77 a	80,33	5114,36	203,00
5 - 0,3 t ha ⁻¹ Fort CA	21,87	47,53 ab	83,77	5208,13	201,33
6 - 0,4 t ha ⁻¹ Fort CA	23,43	49,47 ab	82,50	5067,97	201,73
7 - 0,6 t ha ⁻¹ Fort CA	22,40	47,17 ab	83,33	5296,18	193,47
8 - 0,2 t ha ⁻¹ Fort Mag	30,00	48,97 ab	86,17	5295,77	215,20
9 - 0,3 t ha ⁻¹ Fort Mag	22,00	41,61 b	84,17	5446,49	197,80
10 - 0,4 t ha ⁻¹ Fort Mag	23,17	44,43 ab	78,50	5059,56	194,60
11 - 0,6 t ha ⁻¹ Fort Mag	21,53	43,47 ab	81,00	5144,89	192,40
QM Tratamentos	40,51 ^{ns}	120,97 [*]	14,64 ^{ns}	247486,87 ^{ns}	179,74 ^{ns}
Média	23,24	47,58	82,11	5051,51	197,21
CV(%)	23,35	23,01	6,19	10,02	5,53

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5 % de probabilidade de erro. QM: quadrado médio. CV: coeficiente de variação. *, ns: significativo e não significativa a 5 % de probabilidade de erro. cal.: calcário.

Em relação ao número de nós por planta, observou-se uma variação considerável entre os tratamentos. O tratamento 4 apresentou o maior número de nós (30,50), o que pode ser interpretado como um indicativo de maior vigor vegetativo e ramificação, características desejáveis para o aumento do número de estruturas reprodutivas. Em contrapartida, o tratamento 3 apresentou o menor número de nós (19,20), revelando baixo desenvolvimento estrutural da planta, possivelmente relacionado à baixa eficiência do tipo ou forma de corretivo utilizado neste tratamento.

O número de vagens por planta, variável diretamente associada à produtividade, apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos, com destaque para o tratamento 4, que apresentou média de 59,77 vagens por planta, estatisticamente superior aos demais. Esse resultado reforça a correlação entre o maior número de nós e a maior formação de vagens, indicando que este tratamento foi eficiente na nutrição da planta durante o ciclo. O tratamento 3, novamente, apresentou desempenho inferior, com a menor média de vagens (36,17), o que impacta negativamente na produtividade final.

Fageria *et al.* (2011) observaram que a aplicação de calcário influenciou significativamente a absorção de nutrientes como P, K, Ca e Mg na parte aérea da planta,

resultando em aumento no número de vagens por planta e na produtividade de grãos. Esses resultados corroboram a importância da calagem na melhoria das características químicas do solo e no desempenho da cultura da soja.

Por outro lado, Lima *et al.* (2009) relataram que o número total de vagens por planta de soja não foi influenciado significativamente pela cobertura vegetal nem pelos tratamentos com e sem calagem superficial. Os autores destacam que fatores como disponibilidade hídrica e fotoperíodo adequado são determinantes para a formação de vagens, podendo superar os efeitos da calagem em determinadas condições.

No que se refere à altura das plantas, os valores variaram entre 78,50 cm e 86,17 cm, sendo que essa variável não apresentou diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos. Isso indica que, independentemente da forma ou tipo de calcário utilizado, a altura das plantas permaneceu relativamente estável, não sendo um bom indicativo isolado da eficiência dos tratamentos.

Barizon (2001) conduziu um experimento em latossolo vermelho distrófico, aplicando doses crescentes de calcário dolomítico na superfície do solo, com e sem palhada de *Brachiaria brizantha*. Os resultados indicaram que, embora a calagem tenha melhorado atributos químicos do solo, como pH e saturação por bases, não houve efeito significativo na altura das plantas de soja. Isso sugere que a altura das plantas pode não ser um bom indicativo isolado da eficiência dos tratamentos de calagem, corroborando os achados do presente estudo.

Em outro estudo, Martins e Pitelli (2000) avaliaram os efeitos da calagem e da adubação fosfatada sobre o crescimento de plantas de soja e capim-marmelada, em condições de convivência e isolamento. Eles observaram que a calagem incrementou a altura das plantas de soja apenas nas parcelas que receberam adubação com fósforo, independentemente da dose. Isso indica que a resposta da altura das plantas à calagem pode depender da interação com outros fatores nutricionais, como a disponibilidade de fósforo, e não apenas da aplicação isolada de calcário.

Por sua vez, Sampaio *et al.* (2021) investigaram os efeitos de doses elevadas de calcário calcítico na cultura da soja em duas safras agrícolas. Eles verificaram que a altura das plantas apresentou resposta quadrática às doses de calcário, com a máxima altura observada na dose de 3,9 t ha⁻¹. Doses superiores resultaram em redução na altura das plantas, possivelmente devido a desequilíbrios nutricionais causados pelo excesso de calcário. Esses resultados sugerem que a altura das plantas pode ser influenciada por doses elevadas de calcário, embora essa resposta dependa de diversos fatores, incluindo as condições específicas do solo e do ambiente.

A variável produtividade de grãos, apresentou apenas diferenças numéricas entre os tratamentos, sendo que o T9 (5464,49 kg ha⁻¹), T7 (5296,18 kg ha⁻¹) e T8 (5295,77 kg ha⁻¹), onde foram obtidas melhores produtividades. sugerindo que esses tratamentos foram os mais eficientes na disponibilização de nutrientes e na correção da acidez do solo, proporcionando condições adequadas para o pleno desenvolvimento da cultura. Em contraste, o tratamento 1 (sem calcário) apresentou a menor produtividade (4570,64 kg ha⁻¹), evidenciando a importância da correção da acidez do solo para o bom desempenho da soja.

Em estudo conduzido por pesquisadores da Embrapa, observou-se que a aplicação de calcário aumentou significativamente o número de vagens por planta. As doses variaram de 0 a 4,28 g kg⁻¹ de solo, resultando em incremento de 24,75 para 38,31 vagens por planta. Esse aumento destaca a importância da calagem na melhoria dos componentes de rendimento da soja (Fageria *et al.*, 2012).

Mascarenhas *et al.* (2000) relataram que a aplicação equilibrada de calcário e potássio resultou em aumento progressivo na altura das plantas de soja. Esse efeito positivo na arquitetura da planta pode ser atribuído à melhoria das condições nutricionais e do pH do solo proporcionadas pela calagem.

A massa de mil grãos (MMG) variou entre 189,37 g (T3) e 215,20 g (T8). O valor mais alto obtido no tratamento 8 superou, inclusive, o peso padrão de mil sementes da cultivar utilizada (209 g). A associação entre maior MMG e produtividade reforça a eficácia do tratamento.

Negreiros *et al.* (2024) destacam em seu estudo que aplicações de calcário, especialmente nas doses de 15, 20 e 25 t ha⁻¹, resultaram em aumento no número de vagens por planta e no peso de mil grãos. Dentre essas, a dose de 15 t ha⁻¹ apresentou o melhor custo-benefício, com médias próximas às obtidas com doses mais elevadas. Isso indica que o uso de menor quantidade de corretivo pode ser eficiente, gerando bons resultados produtivos e contribuindo para a redução dos custos.

De forma geral, os resultados evidenciam que os tratamentos com calcário granulado, especialmente os compostos Fort Mag (tratamento 9) e Fort Cálcio (tratamento 8), proporcionaram os melhores resultados em produtividade, número de vagens e PMS.

Nas Tabelas 4 e 5 estão apresentados os dados das análises químicas do solo realizadas antes e após o plantio, no ano de 2025, com foco nos teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), capacidade de troca catiônica (CTC), matéria orgânica (M.O), saturação por bases (V%) e pH.

Em relação ao cálcio (Ca²⁺), observou-se um aumento considerável nos teores após o plantio. Os valores iniciais variavam entre 3,55 e 5,60 Cmol_c dm⁻³, enquanto nas análises

posteriores os níveis oscilaram entre 4,16 e 9,15 $\text{Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$. Esse acréscimo está em consonância com os resultados obtidos por Mascarenhas *et al.* (1996), que ao avaliarem o efeito da calagem em solo Podzólico Vermelho-Amarelo, verificaram aumento significativo na produtividade de grãos de soja, independentemente da cultivar, além do incremento nos teores de proteína e redução no teor de óleo nos grãos, indicando melhora na disponibilidade de nutrientes como o cálcio.

O magnésio (Mg^{2+}) também apresentou elevação, passando de 1,16 a 1,89 $\text{Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ antes do plantio para 1,38 a 2,45 $\text{Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ após o plantio. Esse comportamento reafirma os achados de Diniz *et al.* (2022), cujo experimento demonstrou que a aplicação superficial e residual de calcário aumentou a produtividade de soja à medida que as doses se aproximaram da recomendação técnica, reforçando a importância da calagem para suprimento adequado de nutrientes como o magnésio.

A capacidade de troca catiônica (CTC), um dos principais indicadores da fertilidade do solo, também apresentou melhora expressiva. Os valores variaram de 5,04 a 7,86 $\text{Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ antes do plantio, alcançando até 11,93 $\text{Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ após o cultivo. Esse resultado está alinhado com o estudo de Caires *et al.* (2003), que ao avaliar a aplicação superficial de calcário em sistema de plantio direto, observaram melhora significativa no pH do solo e na saturação por bases, refletindo em melhores condições químicas para o desenvolvimento da soja.

Quanto à matéria orgânica (M.O.), os dados revelaram estabilidade ou leve aumento. Os teores variaram de 3,13 % a 5,24 % antes do plantio e de 3,12 % a 5,44 % após o plantio. Embora as alterações tenham sido sutis, esse comportamento é positivo, indicando que as práticas de manejo adotadas conseguiram manter ou até melhorar ligeiramente os níveis de M.O., o que é benéfico para a estrutura do solo e sua capacidade de retenção de nutrientes.

Tabela 4- Resultados das análises químicas do solo antes da semeadura da soja.

Tratamentos	Ca	Mg	CTC	M.O	V%	pH
	-----($\text{Cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)-----			-----(%)-----		CaCl ₂
1 - sem calcário	4,37	1,34	6,06	3,66	57,07	4,94
2 - 2 t ha ⁻¹ cal. calcítico (pó)	5,46	1,75	7,54	4,11	57,32	4,80
3 - 2 t ha ⁻¹ cal. dolomítico (pó)	4,30	1,40	6,06	4,40	54,56	4,89
4 - 0,2 t ha ⁻¹ Fort CA	3,55	1,16	5,04	5,19	48,51	4,99
5 - 0,3 t ha ⁻¹ Fort CA	4,23	1,32	5,87	3,73	53,32	4,94
6 - 0,4 t ha ⁻¹ Fort CA	5,46	1,73	7,57	4,98	60,41	5,02
7 - 0,6 t ha ⁻¹ Fort CA	4,71	1,60	6,61	4,58	60,59	5,02
8 - 0,2 t ha ⁻¹ Fort Mag	4,30	1,36	5,88	3,13	56,07	5,00
9 - 0,3 t ha ⁻¹ Fort Mag	4,64	1,45	6,49	4,59	53,75	4,77
10 - 0,4 t ha ⁻¹ Fort Mag	4,78	1,57	6,56	4,77	56,28	5,04
11 - 0,6 t ha ⁻¹ Fort Mag	5,60	1,89	7,86	5,24	62,73	5,10

Tabela 5- Resultados das análises químicas do solo depois da colheita da soja.

Tratamentos	Ca	Mg	CTC	M.O	V%	pH
	------(Cmol _c dm ⁻³)-----			-----(%)-----		CaCl ₂
1 - sem calcário	4,16	1,38	5,84	4,38	56,30	5,27
2 - 2 t ha ⁻¹ cal. calcítico (pó)	5,19	1,56	6,93	4,31	68,14	5,69
3 - 2 t ha ⁻¹ cal. dolomítico (pó)	6,21	1,87	8,21	4,44	69,99	5,33
4 - 0,2 t ha ⁻¹ Fort CA	5,67	1,62	7,73	3,87	65,45	4,69
5 - 0,3 t ha ⁻¹ Fort CA	6,90	1,99	9,07	4,55	69,44	5,49
6 - 0,4 t ha ⁻¹ Fort CA	8,06	2,38	10,88	4,17	74,48	5,50
7 - 0,6 t ha ⁻¹ Fort CA	9,15	2,45	11,93	5,44	74,66	5,44
8 - 0,2 t ha ⁻¹ Fort Mag	5,12	1,53	6,82	3,12	53,09	4,91
9 - 0,3 t ha ⁻¹ Fort Mag	7,03	2,00	9,37	4,43	65,95	5,27
10 - 0,4 t ha ⁻¹ Fort Mag	6,90	2,04	9,18	4,52	70,78	5,57
11 - 0,6 t ha ⁻¹ Fort Mag	8,61	2,38	11,32	4,35	75,46	5,44

A saturação por bases (V%), que representa o percentual de bases trocáveis em relação à CTC total, também apresentou melhora após o plantio. Os valores variaram de 48,51 % a 62,73 % inicialmente, alcançando 53,09 % a 74,86 % nas análises finais. Esses dados corroboram Nolla e Anghinoni (2006), que identificaram a saturação por bases e o pH em água como os indicadores mais eficazes para tomada de decisão quanto à calagem em áreas sob plantio direto consolidado, seguidos pelos teores de alumínio trocável ou sua saturação na CTC.

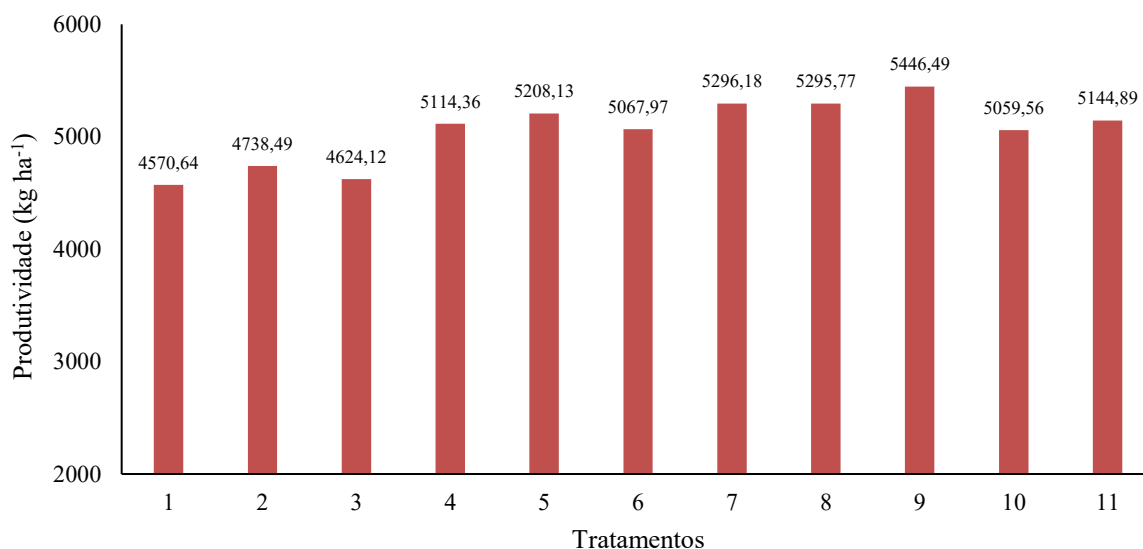
Os valores de pH, indicativo direto da acidez do solo, melhoraram em todos os pontos de coleta. Inicialmente, os valores situavam-se entre 4,77 e 5,10, subindo para uma faixa de 4,91 a 5,69 após o plantio. Esses dados estão em consonância com os resultados de Murara *et al.* (2019), que verificaram o aumento gradual do pH com a aplicação de calcário, atingindo valores máximos de pH na camada de 0 a 10 cm com doses de 26,5 t ha⁻¹, e incremento proporcional em camadas mais profundas à medida que as doses aumentaram.

Os tratamentos sem calcário (T1) e 2 t ha⁻¹ (T3) registraram os menores índices de produtividade, 4.570,64 e 4624,12 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 1). No tratamento T9 (0,3 t ha⁻¹ de Fort Mag), se alcançou o valor máximo de 5.446,49 kg ha⁻¹. Apesar da tendência de melhora no desempenho agrônomo, as diferenças entre os tratamentos não foram estatisticamente significativas, o que indica que os efeitos benéficos observados não apresentaram distinções consistentes do ponto de vista estatístico.

Quando esses resultados experimentais são comparados com as projeções da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) para a safra 2024/25, nota-se um desempenho superior em todos os tratamentos. A Conab estima uma produtividade média

nacional de 3.500 kg ha⁻¹ para a soja, valor que foi superado até mesmo pela testemunha do experimento (T1), cuja produtividade foi 30,6 % maior. O melhor resultado, observado no tratamento T9, representou um incremento de aproximadamente 55,6 % em relação à média nacional projetada, evidenciando o potencial agrônomo das estratégias de correção da acidez com calcários granulados de alta eficiência.

Figura 1- Médias de produtividade de grãos da soja em função da aplicação de calcários em pó e granulados. Cascavel, 2024/2025.



Entretanto, verificou-se uma discreta redução na produtividade nos tratamentos T10 e T11 (com 0,4 e 0,6 t ha⁻¹ de Fort Mag, respectivamente), o que indica que doses superiores àquela aplicada em T9 não proporcionam aumentos adicionais de rendimento. Tal comportamento pode estar relacionado a um possível efeito de saturação do solo ou a desequilíbrios nutricionais induzidos pelo excesso de corretivo, os quais podem interferir negativamente no desempenho fisiológico das plantas.

Conclusões

Os diferentes tratamentos com formas e tipos de calcário influenciaram significativamente apenas a variável número de vagens por planta, destacando-se o tratamento 4 (Fort Ca 0,2 t ha⁻¹) como o mais eficaz nesse aspecto. As demais variáveis não apresentaram diferenças estatísticas, embora alguns tratamentos, como Fort Mag 0,3 t ha⁻¹ e Fort Ca 0,6 t ha⁻¹, tenham demonstrado desempenho agrônomo superior, com destaque para a produtividade de grãos.

A aplicação de calcário teve efeito positivo nos atributos químicos do solo, promovendo melhorias significativas nos teores de cálcio, magnésio, pH, capacidade de troca catiônica (CTC) e saturação por bases, além de manter ou elevar ligeiramente os níveis de matéria orgânica.

Referências

ALCORDE, J. C.; RODELLA, A. A. **Granulometria e reatividade de corretivos agrícolas: Efeitos no PRNT e na correção da acidez do solo**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), 2003.

BARIZON, R. R. M. **Calagem na superfície para a cultura da soja, em semeadura direta sobre *Brachiaria brizantha***. 2001. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/items/b8b06852-3391-4df2-ad4d-c9f3fb1b60f2>. Acesso em: 20 mai. 2025.

BAMBOLIN, L. L.; COSTA, C. A.; Nogueira, M. A. Efeito da aplicação de calcário granulado no rendimento da soja em solos ácidos no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 2, p. 563-570, 2015.

CAIRES, E. F.; FELDHAUS, I. C. Aplicação de calcário granulado na correção da acidez do solo e nos atributos agrônômicos da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 2, p. 481- 489, 2015.

CAIRES, E. F.; FERRARI, R. A.; MORGANO, M. A. Produtividade e qualidade da soja em função da calagem na superfície em semeadura direta. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 2, 2003.

CAIRES, E. F.; CHURKA, S.; BARTH, G.; GARBUIO, F. J. Correção da acidez subsuperficial do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na superfície em sistema de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, n. 4, p. 1034-1043, 2015.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 12, safra 2024/25, n. 9 nono levantamento, junho 2025. Disponível em: https://www.gov.br/conab/pt-br/atuacao/informacoes-agropecuarias/safras/safra-de-graos/boletim-da-safra-de-graos/9o-levantamento-safra-2024-25/e-book_boletim-de-safras-9o-levantamento-2025. Acesso em: 14 jun. 2025.

DINIZ, J. F.; ROQUE, C.; RATKE, R. F.; VAEZ, R. N. Produtividade de grãos da soja em função da aplicação superficial e residual de calcário. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 2, e16911225569, 2022.

FAGERIA, N. K.; MOREIRA, A.; CASTRO, C.; MORAES, M. F. Índices de acidez para produção de soja cultivada no estado de Tocantins. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 32., 2011, São Pedro. **Resumos [...]**. São Pedro: Embrapa, 2011. p. 100318.

FAGERIA, N. K.; MOREIRA, A.; MORAES, L. A. C.; MORAES, M. F. Influência do calcário e gesso na produção e nas propriedades químicas do solo cultivado com soja / Influence of lime and gypsum on yield and soil chemical properties cultivated with soybean. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA – VI*, 2012, Cuiabá. **Anais [...]**. Cuiabá: Embrapa Soja, 2012.

FERREIRA, D F. SISVAR. A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista brasileira de biometria**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019.

FERREIRA, A. D.; SOUZA, D. G.; MORAIS, M. T. Efeito do calcário granulado na melhoria das características físicas do solo e no rendimento da soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 50, e62110, 2020.

FRANCHINI, J. C., MALAVOLTA, E.; SOUZA, C. F. Efeito da acidez do solo sobre a absorção de nutrientes e a produção de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 11, p. 1429- 1436, 2001.

LANGE, A. Efeito da granulometria do calcário sobre a produtividade da soja no Mato Grosso. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 43, n. 1, p. 45-52, 2020.

LIMA, E. V.; SILVA, M. A.; OLIVEIRA, C. H.; SOUZA, A. P.; PEREIRA, J. M.; SANTOS, R. A. Características agrônômicas, produtividade e qualidade fisiológica da soja "safrinha" sob semeadura direta, em função da cobertura vegetal e da calagem superficial. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 31, n. 1, p. 70-79, 2009.

LOPES, A. S. **Manual internacional de fertilidade**. Potafós. Piracicaba, p. 177. 1998.

MASCARENHAS, H. A. A.; TANAKA, R. T.; GALLO, P. B.; PEREIRA, J. C. V. N. A.; AMBROSANO, G. M. B.; CARMELLO, Q. A. C. Efeito da calagem sobre a produtividade de grãos, óleo e proteína em cultivares precoces de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 1, p. 145-152, jan. 1996.

MASCARENHAS, H. A. A.; TANAKA, R. T.; CARMELLO, Q. A de C.; GALLO, P. B.; AMBROSANO, G. M. B. Calcário e potássio para a cultura de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 3, p. 445-449, jul./set. 2000.

MARTINS, D.; PITELLI, R. A. Efeito da adubação fosfatada e da calagem nas relações de interferência entre plantas de soja e capim-marmelada. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 18, n. 2, p. 327–335, 2000.

MURARA, H. G.; COSTA, A.; TRICHES, G. P.; BERKEMBROCK, J.; SZIMSEK, C.; STINGHER, G. Efeitos da calagem na produção de soja em um Cambissolo Húmico no Planalto Serrano de SC: produtividade da soja na safra 2018/2019. *In: – ANAIS DA XVII MOSTRA NACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA INTERDISCIPLINAR (MICTI)*, 2019. **Anais...** Blumenau, IFC, v. 1, n. 17, 2019.

NEGREIROS, K. K. S.; LOPES, A. S.; MATOS FILHO, C. H. A.; ASSIS, K. G. O.; NACIMENTO, F. N. Doses crescentes de calcário dolomítico na produção de grãos de soja no semiárido piauiense. *In: COINTER – IX CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS*, 2024. **Anais...** Maceió, UFAL, 2024.

NITSCHKE, P.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. S.; PINTO, L. F. D. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 2019.

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

PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Correção da acidez do solo e disponibilidade de nutrientes com o uso de calcário granulado em plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 40, n. 2, p. 234-240, 2016.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. D.; ANJOS, L. H.; OLIVEIRA, V. C.; CUNHA, T. C.; LOPES, A. S.; DIAS, N. M. S.; ALMEIDA, M.; ARAÚJO, E. O.; LIMA, J. F. R.; OLIVEIRA, R. P.; ALMEIDA, J. C.; FERREIRA, M. C.; OLIVEIRA, J. A.; COSTA, R. M.; PEREIRA, M. A. F.; SOUZA, F. A. S.; PINTO, A. C.; TEIXEIRA, W. R.; CLEMENTE, E. S. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 355 p.

SAMPAIO, M.; OLIVEIRA, A. P.; LIMA, C. E.; FERREIRA, J.; SOUZA, R. Componentes agronômicos e nutrição mineral de soja cultivada após doses elevadas de calcário calcítico. **Acta Iguazu**, Cascavel, v. 10, n. 1, p. 22-37, 2021.

SILVA, C. A.; SOUZA, D. M. G.; MOREIRA, F. M. S. Efeitos da granulometria do calcário na neutralização da acidez e na produtividade da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 53, n. 7, p. 845-854, 2018.

SILVA, R.; CARVALHO, M. Impacto da acidez do solo no desenvolvimento de culturas agrícolas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 47, n. 2, p. 123-134, 2023.

SMIDERLE, O. J.; SOUZA, A. G.; GIANLUPPI, V.; GIANLUPPI, D.; COSTA, K. N. A.; GOMES, H. H. S. Correlação entre componentes de produção de soja BRS Tracajá e diferentes densidades de plantas no Cerrado Roraima. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 9, n. 1, p. 1-10, 2019.