



**DESEMPENHO DA SOJA E DO MILHO SUBMETIDOS A FONTES  
ALTERNATIVAS AO CALCÁRIO NO SUDOESTE GOIANO**

*PERFORMANCE OF SOYBEAN AND CORN SUBJECTED TO ALTERNATIVE  
SOURCES OF LIMESTONE IN SOUTHWESTERN GOIANA*

**Heitor Araújo Rezende**

Centro Universitário de Mineiros – UNIFIMES, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0009-0002-8393-3799>

E-mail: [heitor.rezend@gmail.com](mailto:heitor.rezend@gmail.com)

**Diego Oliveira Ribeiro**

Centro Universitário de Mineiros – UNIFIMES, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2336-3042>

E-mail: [diego@unifimes.edu.br](mailto:diego@unifimes.edu.br)

**Geovana Leão Martins Vitor**

Centro Universitário de Mineiros – UNIFIMES, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0009-0009-2633-3923>

E-mail: [geovanaleao78@gmail.com](mailto:geovanaleao78@gmail.com)

**Zaqueu Henrique de Souza**

Centro Universitário de Mineiros – UNIFIMES, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7733-4768>

E-mail: [zaqueu@unifimes.edu.br](mailto:zaqueu@unifimes.edu.br)

**Rogério Machado Pereira**

Centro Universitário de Mineiros – UNIFIMES, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8815-2604>

E-mail: [rogeriomachadop@unifimes.edu.br](mailto:rogeriomachadop@unifimes.edu.br)

**Warlles Domingos Xavier**

Universidade Federal de Goiás – UFG, Brasil

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7016-5367>

E-mail: [warlles.pesquisa@gmail.com](mailto:warlles.pesquisa@gmail.com)

**Submetido:** 1 abr. 2025

**Aprovado:** 15 abr. 2026

**Publicado:** 19 maio 2026

**E-mail para correspondência:**

[diego@unifimes.edu.br](mailto:diego@unifimes.edu.br)



**Resumo:** Parte dos solos brasileiros são naturalmente ácidos, e a principal forma de corrigir essa acidez é por meio da aplicação de calcário, que disponibiliza cálcio e magnésio. Nos últimos anos, houve um aumento no uso de corretivos alternativos, como os óxidos, que ainda são pouco conhecidos e exigem mais estudos que comprovem sua eficácia em áreas agrícolas. O presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho da soja e do milho quando submetidos à substituição total ou parcial do calcário por diferentes óxidos, analisando a produtividade, altura das plantas, teor de clorofila foliar e atributos químicos do solo. O experimento foi realizado na propriedade Invernadinha na safra 2023/2024, com início no dia 25 de outubro de 2023, dia da semeadura da soja. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com sete tratamentos e quatro repetições, totalizando 28 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram em: 1. Controle, sem aplicação de corretivos; 2. aplicação de calcário dolomítico (4.378,92 kg ha<sup>-1</sup>); 3. aplicação de óxido de cálcio e magnésio (7.882,05 kg ha<sup>-1</sup>); 4. óxido de cálcio (4.777 kg ha<sup>-1</sup>); 5. óxido de cálcio enriquecido com enxofre (3.153,9 kg ha<sup>-1</sup>); 6. calcário dolomítico (2.314,12 kg ha<sup>-1</sup>) e óxido de cálcio enriquecido com enxofre (3.622,1 kg ha<sup>-1</sup>); e 7. óxido de cálcio e magnésio (4.165,42 kg ha<sup>-1</sup>) e óxido de cálcio enriquecido com enxofre (3.622,1 kg ha<sup>-1</sup>). Os diferentes tratamentos de correção de acidez não influenciaram a produtividade das culturas. Contudo, o enxofre aumentou seus teores nas camadas de 0 a 0,2 m e 0,2 a 0,4 m nos tratamentos com óxido de cálcio com enxofre ou misturado a outros corretivos. O índice SPAD de clorofila B e clorofila total foi afetado pelos diferentes manejos de acidez do solo.

**Palavras-chave:** Nutrição. Corretivos. Silício.

**Abstract:** Some Brazilian soils are naturally acidic, and the main way to correct this acidity is through the application of limestone, which provides calcium and magnesium to the soil. In recent years, there has been an increase in the use of alternative corrective agents, such as oxides, which are still not well-known and require further studies to assess their effectiveness in agricultural areas. The present study aimed to evaluate the performance of soybean and corn when subjected to a total or partial substitution of limestone with different oxides, analyzing productivity, plant height, foliar chlorophyll content, and soil chemical attributes. The experiment was conducted at the Invernadinha farm during the 2023/2024 harvest, starting on October 25, 2023, the day of soybean sowing. The experimental design was a randomized block design with seven treatments and four replications, totaling 28 experimental units. The treatments consisted of: 1. control, with no acidity corrective agents applied; 2. application of dolomitic limestone (4,378.92 kg ha<sup>-1</sup>); 3. application of calcium and magnesium oxide (7,882.05 kg ha<sup>-1</sup>); 4. calcium oxide (4,777 kg ha<sup>-1</sup>); 5. calcium oxide enriched with sulfur (3,153.9 kg ha<sup>-1</sup>); 6. dolomitic limestone (2,314.12 kg ha<sup>-1</sup>) and calcium oxide enriched with sulfur (3,622.1 kg ha<sup>-1</sup>); 7. calcium and magnesium oxide (4,165.42 kg ha<sup>-1</sup>) and calcium oxide enriched with sulfur (3,622.1 kg ha<sup>-1</sup>). The different acidity correction treatments did not influence the productivity of the crops. However, sulfur increased its levels in the 0 to 0.2 m and 0.2 to 0.4 m soil layers in the treatments where calcium oxide with sulfur was used or mixed with other acidity corrective agents. The SPAD index of chlorophyll B and total chlorophyll was affected by the different soil acidity management practices.

**Keywords:** Nutrition. Correctives. Silicon.



## Introdução

O estado de Goiás é destaque no cenário nacional como importante polo produtor de produtos agropecuários. As principais atividades produtoras, são pastagens, com o uso intensivo ou mesmo subutilizadas de forma extensiva, para a produção de carne e leite <sup>(1)</sup>. Há também grandes produções de grãos, principalmente soja, milho e em menor escala a cultura do sorgo cultivado em segunda safra <sup>(2)</sup>.

Para a produção de culturas produtoras de grãos e forragens se torna necessário realizar a correção do solo. No Brasil, os solos ácidos do bioma cerrado representam uma área de 1,8 milhões de km<sup>2</sup>. Os solos tropicais do planalto central brasileiro são, em sua grande maioria, profundos e intemperizados, naturalmente ácidos e de baixa fertilidade <sup>(3)</sup>. A correção da acidez e da fertilidade desses solos, para a maioria dos cultivos, é recomendada para alcançar uma produtividade adequada das culturas agrícolas <sup>(2)</sup>.

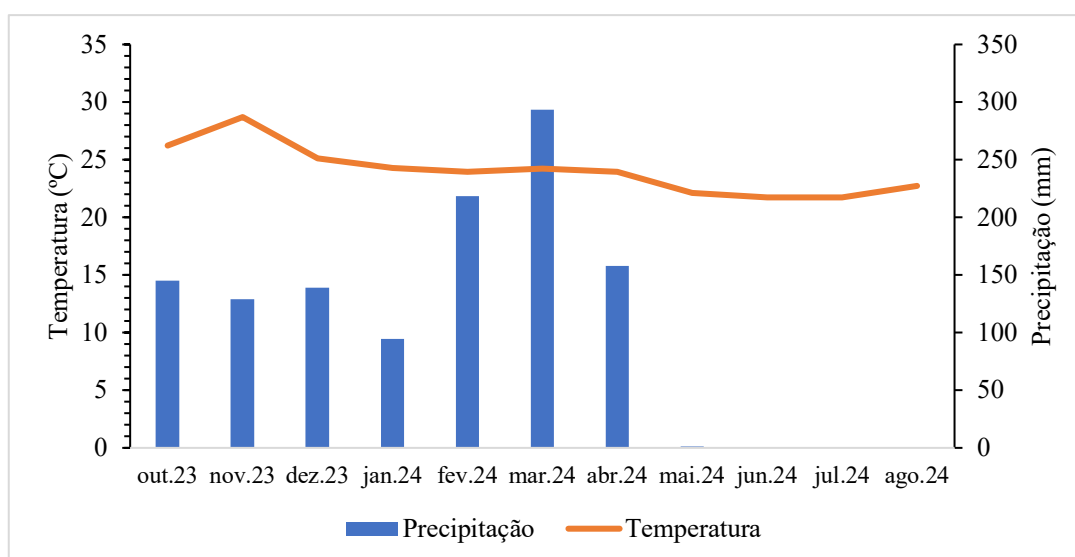
Para a produção de grão no solo, é necessário conter nutrientes disponíveis em quantidades suficientes. Em estudo avaliando a concentração e a remoção de nutrientes pela cultura da soja entre 2015 e 2019, Filippi et al. <sup>(4)</sup>, observaram que, para cada tonelada de soja produzida, são extraídos pelos grãos em média 57,2; 17,6; 5,5; 2,9; 2,6 e 2,5 kg, respectivamente, de N, K, P, S, Ca e Mg. Portanto, para um adequado desempenho de culturas anuais, é necessário ter no solo nutrientes disponíveis para a produtividade das culturas, bem como, condições adequadas para o crescimento radicular, como o pH em faixas adequadas.

A forma mais comum de corrigir a acidez do solo é com a utilização de calcário, o produto mais utilizado por parte dos agricultores do planalto central brasileiro. Há relatos de que grande parte das culturas apresentam desempenho adequado quando os teores de cálcio (Ca) na saturação por bases (V%) variam entre 50 e 70%, magnésio (Mg) entre 10 a 20% e potássio (K) entre 2 a 5% <sup>(5)</sup>. Para muitas culturas de ciclo anual, a dose recomendada de calcário é aquela equivalente ao aumento da saturação de bases (V%) à 60% <sup>(6)</sup>. Entretanto, trabalhos que utilizam outras fontes de corretivos de acidez do solo, além do calcário, são ainda incipientes para a região o planalto central, necessitando de ensaios que avaliem o desempenho das culturas anuais, bem como, os teores de nutrientes após a sua utilização. Portanto, o objetivo desse estudo foi avaliar o desempenho da soja e do milho submetido a substituição total ou parcial do calcário por diferentes óxidos.

## Metodologia

O experimento foi desenvolvido na Fazenda J.S - Invernadinha, localizada no município de Perolândia, apresentando as seguintes coordenadas: 17°22'05,2354" S, 52°19'49,6588" O. A região apresenta temperatura média anual de aproximadamente 24.2°C e precipitação pluviométrica média de 1.400 mm. O clima predominante é quente, semiúmido e notadamente sazonal, com verão chuvoso e inverno seco, sendo classificado como "Aw", conforme a classificação de Köppen. Durante a condução do experimento, foram monitoradas a temperatura e a precipitação pluviométrica, cujos resultados são apresentados na Figura 1.

**Figura 1 - Distribuição da precipitação pluviométrica anual acumulada (mm) e temperatura média (°C) durante o período experimental.**



Fonte: Elaborado pelos autores, (2025).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico <sup>(7)</sup>, e apresenta, na camada de 0-0.20 m, 465 g kg<sup>-1</sup> de argila, 50 g kg<sup>-1</sup> de silte e 485 g kg<sup>-1</sup> de areia. A área experimental era cultivada com pastagem, *Urochloa decumbens*, por mais de 10 anos em sistema extensivo de pastejo, com lotação anual de 0.4 UA ha<sup>-1</sup>. Para a caracterização química de cada tratamento foi retirado uma amostra na camada de 0-0.2 m (Tabela 1), sendo as análises químicas realizadas conforme Teixeira et al. <sup>(8)</sup>.

**Tabela 1 - Caracterização química básica da área experimental, na camada de 0-0.2 m.**

pH	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V
Ca Cl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	-----mg dm <sup>-3</sup> -----		-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						----%----
4,6	18,7	7	242	1,55	1,39	0,33	7,3	3.55	10,85	33,71

Fonte: Elaborado pelos autores, (2025).

Para a seleção da área experimental do estudo, diversas análises de solo foram analisadas previamente e foi selecionada uma gleba em que os teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) estavam abaixo do nível considerado alto, necessitando, assim, de elevação nos teores desses elementos <sup>(6)</sup>. Os teores que seriam adequados para obter um desempenho de grande parte das culturas, são aqueles em que o Ca na saturação por bases varia entre 50 a 70% e Mg fique entre 10 a 20% na saturação por bases <sup>(5)</sup>. Uma amostra de solo foi coletada na área da instalação do experimento apresentando os teores de Ca de 1,55 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, correspondendo a 14,2% da capacidade de troca aniônica total (CTC total: T). Os teores de Mg foram de 1,39 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, correspondendo a 12,8% da capacidade de troca aniônica total, enquanto a T foi de 10,85 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. Para a determinação das quantidades dos diferentes corretivos de acidez do solo, o cálculo foi realizado para elevação dos teores de Ca a 40% da T, o que correspondeu a 4,34 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca.

O experimento foi implantado com o plantio da cultura da soja e a aplicação dos corretivos de acidez, no dia 25/10/2023. O delineamento adotado foi de blocos casualizados, constando de sete tratamentos e quatro repetições, totalizando 28 unidades experimentais. Cada unidade experimental foi composta por oito linhas de cada cultura (soja e milho), espaçadas com 0.45 m, por quatro metros de comprimento, totalizando 10,8 m<sup>2</sup>. Assim, os tratamentos foram as diferentes fontes de corretivos agrícolas para a elevação do teor de cálcio a 40% da CTC. Nesse sentido, os tratamentos foram:

Tratamento 01: Tratamento controle sem aplicação de corretivos da acidez do solo, para elevação do Ca na CTC;

Tratamento 02: aplicação de calcário dolomito (CaO: 36%, MgO: 15%) na dose de 4.378,92 kg ha<sup>-1</sup>.

Tratamento 03: aplicação de óxido de cálcio e magnésio (Ca: 20%, Mg: 10% e Si: 1%) na dose de 7.882,05 kg ha<sup>-1</sup>.



Tratamento 04: aplicação de óxido de cálcio (Ca: 33%, Si: 1%) na dose de 4.777 kg ha<sup>-1</sup>.

Tratamento 05: aplicação de óxido de cálcio enriquecido com enxofre (Ca: 23%, S: 10% e Si: 1%) na dose de 6.853,96 kg ha<sup>-1</sup>.

Tratamento 06: aplicação de calcário dolomítico (CaO: 36%, MgO: 15%) na dose de 2.314,12 kg ha<sup>-1</sup> e óxido de cálcio enriquecido com enxofre (Ca: 23%, S: 10% e Si: 1%) na dose de 3.622,1 kg ha<sup>-1</sup>.

Tratamento 07: Aplicação de óxido de cálcio e magnésio (Ca: 20%, Mg: 10% e Si: 1%) na dose de 4.165,42 kg ha<sup>-1</sup> e óxido de cálcio enriquecido com enxofre (Ca: 23%, S: 10% e Si: 1%) na dose de 3.622,1 kg ha<sup>-1</sup>.

As quantidades de elementos disponibilizadas em cada tratamento estão apresentadas na Tabela 2.

**Tabela 2 - Quantidades de elementos disponibilizados no solo em função das diferentes fontes de corretivos da acidez do solo.**

Tratamentos	Quantidade kg ha <sup>-1</sup>	Ca	Mg	Si	S
		-----kg ha <sup>-1</sup> -----			
Trat 1: Controle	0	00	00	0	0
Trat 2: calcário dolomítico	1558,3	400,9	140,9	0	0
Trat 3: óxido de cálcio e magnésio	2004	400,8	200,4	20,04	0
Trat 4: óxido de cálcio	1214,54	400,8	0	12,14	0
Trat 5: óxido de cálcio com enxofre	1742,6	400,8	0	17,42	174,26
Trat 6: calcário dolomítico (50% da dose) + óxido de cálcio com enxofre (50% da dose)	779,15 + 871,3	400,8	70,47	8,71	87,13
Trat 7: óxido de cálcio e magnésio (50% da dose) + óxido de cálcio com enxofre (50% da dose)	1002 + 871,3	400,8	100,2	18,73	87,13

Fonte: Elaborado pelos autores, (2025).



Os fertilizantes utilizados como fonte de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), ou seja, NPK, para as culturas da soja e do milho foram os mesmos utilizados pelo produtor rural. A aplicação dos corretivos de acidez do solo foi realizada após o plantio da cultura da soja. Foram avaliados os teores de clorofila das culturas da soja e do milho no início do estágio de desenvolvimento reprodutivo de cada cultura e para a obtenção dos pigmentos fotossintéticos, clorofila A, B, e clorofila total, foi usado o determinador de clorofila portátil, ClorofiLOG® (CFL1030; Falker, Porto Alegre, RS, Brasil). Com o equipamento portátil, pressionando as folhas no seu sensor, retirou-se medições foliares de clorofila A e de clorofila B em três plantas diferentes de cada parcela. Já para o cálculo da produtividade das culturas da soja e do milho, foram coletadas as plantas de três linhas centrais de cada parcela com dois metros de comprimento, sendo que as plantas foram debulhadas para a coletas dos grãos e obtido o peso dos grãos em balança de precisão, que foram convertidos para um hectare e a umidade corrigida para 13%.

Para determinação dos teores dos nutrientes do solo, foram coletadas amostras deformadas por meio de um trado do tipo sonda na profundidade de 0-0.2 e 0.2-0.4 m, após a colheita do milho, no dia 10 de agosto de 2024. Foram coletadas amostras em oito pontos de cada unidade experimental para a formação de uma amostra composta por parcela. As amostras foram secas ao ar e peneiradas em malha de 2 mm e, posteriormente, enviadas para a análise dos teores de Carbono orgânico, pH, P, K, Ca, Mg, Al, H+Al e S <sup>(8)</sup>.

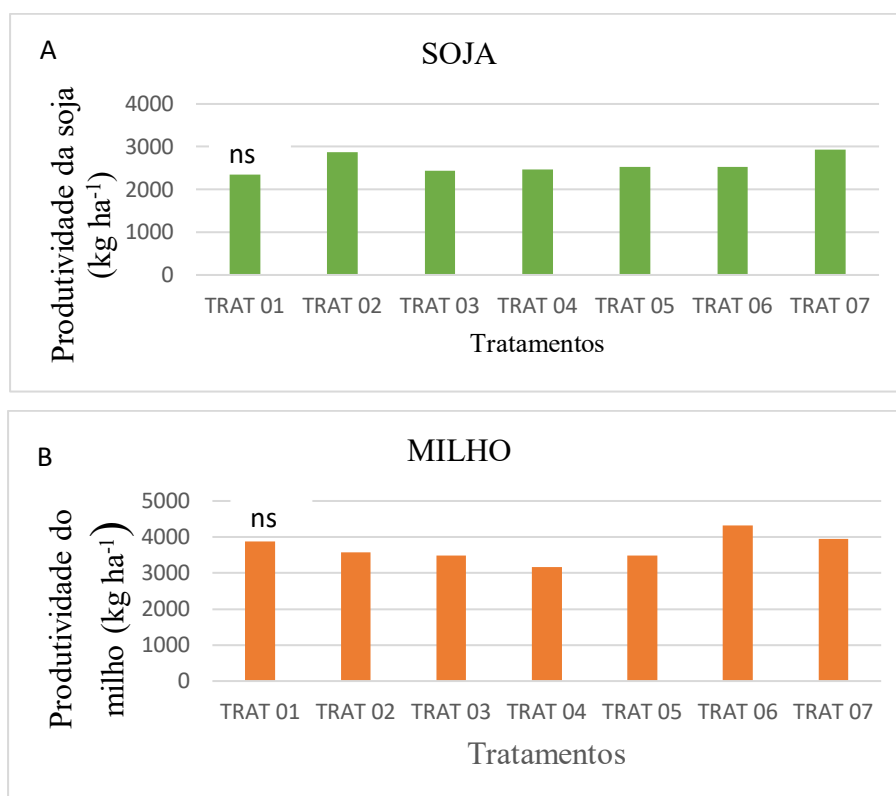
Para a comparação dos tratamentos, os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Um gráfico biplot foi usado para verificar a variabilidade geral do experimento e as tendências da multivariada. Também foi realizada uma análise de correlação entre as variáveis obtidas nesse estudo. As análises foram realizadas com o auxílio do programa Rbio® com interface do programa R <sup>(9)</sup>.

## Resultados e Discussão

As produtividades da soja cultivada em safra verão e do milho cultivado em segunda safra não foram influenciadas pelos diferentes corretivos de acidez do solo (Figuras 2A e 2B). A produtividade de grãos da cultura da soja variou entre 2.351 kg ha<sup>-1</sup>, obtido no tratamento controle (TRAT 01) e 2.932.1 kg ha<sup>-1</sup>, obtido no TRAT 07 (Figura 2A). A produtividade de grãos

da cultura do milho variou entre 3.157.4 kg ha<sup>-1</sup>, no TRAT 04, e 4.319.4 kg ha<sup>-1</sup>, obtido no TRAT 06 (Figura 2B).

**Figura 2 - Produtividade de grãos das culturas de Soja (Figura 2A) e do Milho (Figura 2B) cultivados sob Latossolo vermelho no ano safra de 2023 a 2024.**



TRAT 01: Controle; TRAT 02: calcário dolomítico; TRAT 03: óxido de cálcio e magnésio; TRAT 04: óxido de cálcio; TRAT 05: óxido de cálcio com enxofre; TRAT 06: calcário dolomítico (50% da dose) + óxido de cálcio com enxofre (50% da dose). TRAT 07: óxido de cálcio e magnésio (50% da dose) + óxido de cálcio com enxofre (50% da dose).

Fonte: Elaborado pelos autores, (2025).

A reatividade das partículas de calcário, assim como a dos óxidos, que é considerada mais acelerada, tem uma relação direta com a solubilidade e com a granulometria dos produtos <sup>(10,11)</sup>. Somado a isso, foi defendido por Pandolfo & Tedesco <sup>(12)</sup>, que, dependendo da granulometria dos corretivos, é necessário um período maior que 60 meses para a completa reação do produto.

A aplicação de corretivos no plantio direto de forma superficial reduz a capacidade das partículas de se dissolverem e reagirem, visto que o revolvimento do solo aumenta a área de contato do produto com o meio <sup>(13)</sup>. De fato, não foi realizada a incorporação dos corretivos ao solo, já que a aplicação dos mesmos ocorreu logo após a semeadura. Além disso, Fráguas <sup>(14)</sup> recomenda, para a reação completa do calcário, a aplicação de até 90 dias antes do plantio, tempo necessário para a correção da acidez e para a neutralização de elementos tóxicos.

Os diferentes manejos para a correção da acidez do solo influenciaram o índice SPAD de clorofila B e clorofila total na cultura do milho, mas não apresentando efeito na cultura da soja (Tabela 3). Na cultura do milho, o índice SPAD de clorofila B e clorofila total foram superiores no TRAT 07 e inferiores no TRAT 04. Já os tratamentos 01, 02, 03 e 04 ficaram intermediários entre os tratamentos 07, 01 e 02. Verificou-se então, uma tendência de maiores índices SPD de clorofila B e total no milho nos tratamentos em que continham enxofre.

**Tabela 3 - Índice Spad de clorofila A, clorofila B e total das culturas da soja e do milho cultivados na safra 2023/24 no sudoeste goiano, submetidos a diferentes formas de correção de acidez do solo.**

	SOJA			MILHO		
	Clorofila A	Clorofila B	Clorofila Total	Clorofila A	Clorofila B	Clorofila Total
TRAT 01	30.07 <sup>ns</sup>	14.68 <sup>ns</sup>	44.75 <sup>ns</sup>	41.43 <sup>ns</sup>	20.25 abc	61.70 ab
TRAT 02	30.55	15.70	46.28	37.38	16.33 abc	53.68 ab
TRAT 03	29.48	14.45	43.95	36.60	12.98 c	49.58 b
TRAT 04	29.20	14.10	43.33	37.00	14.00 bc	51.00 b
TRAT 05	31.28	14.85	46.13	35.68	18.53 abc	54.20 ab
TRAT 06	30.58	16.07	46.68	38.95	21.30 ab	60.20 ab
TRAT 07	31.15	16.15	47.30	43.85	22.83 a	66.65 a

TRAT 01: Controle; TRAT 02: calcário dolomítico; TRAT 03: óxido de cálcio e magnésio; TRAT 04: óxido de cálcio; TRAT 05: óxido de cálcio com enxofre; TRAT 06: calcário dolomítico (50% da dose) + óxido de cálcio com enxofre (50% da dose). TRAT 07: óxido de cálcio e magnésio (50% da dose) + óxido de cálcio com enxofre (50% da dose).

Fonte: Elaborado pelos autores, (2025).



Mesmo com incrementos de aproximadamente 76% no índice SPAD de clorofila B e 35% clorofila total obtidos no TRAT 07, quando comparado ao tratamento 03, não afetou a produtividade da cultura do milho cultivado em segunda safra. Diferente dos resultados encontrados nesse estudo, Li et al. <sup>(15)</sup> relatam que o aumento do teor foliar de clorofila na cultura do milho é importante devido a sua relação linear entre o rendimento de grãos e biomassa vegetal. Os incrementos nos teores de clorofila B são importantes devido a captação de maior quantidade de luz incidente para o sítio de ação dos fotossistemas, o que leva a uma maior formação de ATP e NADPH, que serão utilizados pelo vegetal no processo fotossintético, aumentando o rendimento da planta <sup>(16)</sup>.

Os atributos foram pouco afetados com o uso de diferentes tipos de corretivos da acidez do solo, bem como, das diferentes combinações entre os mesmos (Tabela 4 e Tabela 5). Após 244 dias do início da condução da área experimental, o teor de enxofre (S), nas camadas de 0 a 0.2 m e 0.2 a 0.4 m e o pH na camada de 0.2 a 0.4 m, foram influenciados conforme os tipos de corretivos utilizados para a correção de acidez.

**Tabela 4 - Atributos químicos de um Latossolo Vermelho após a correção de diferentes manejos de corretivos da acidez do solo, na camada de 0 a 20 cm. avaliados não foram influenciados conforme o manejo adotado na correção de acidez do solo.**

	pH	P	K	S	Ca	Mg	Al	H+Al
		----- mg dm <sup>-3</sup> -----			----- cmol dm <sup>-3</sup> -----			
TRAT 01	4.7 <sup>ns</sup>	12.3 <sup>ns</sup>	342 <sup>ns</sup>	31.5 bcd	2.2 <sup>ns</sup>	1.1 <sup>ns</sup>	0.3 <sup>ns</sup>	9.1 <sup>ns</sup>
TRAT 02	4.7	7.8	239	23.5 d	2.2	1.3	0.2	8.2
TRAT 03	4.9	5.4	192	29.0 cd	3.1	0.9	0.2	7.8
TRAT 04	4.8	5.7	114	27.0 d	2.9	0.8	0.2	7.6
TRAT 05	4.8	5.9	132	60.8 a	3.4	1.0	0.2	8.2
TRAT 06	4.7	6.3	156	54.3 ab	3.1	0.8	0.2	8.7
TRAT 07	4.7	6.3	196	51.8 abc	3.1	0.9	0.2	8.7

TRAT 01: Controle; TRAT 02: calcário dolomítico; TRAT 03: óxido de cálcio e magnésio; TRAT 04: óxido de cálcio; TRAT 05: óxido de cálcio com enxofre; TRAT 06: calcário dolomítico (50% da dose) + óxido de cálcio com enxofre (50% da dose). TRAT 07: óxido de cálcio e magnésio (50% da dose) + óxido de cálcio com enxofre (50% da dose).

Fonte: Elaborado pelos autores, (2025).

Os teores de S na camada de 0 a 0.2 m foram superiores no TRAT 05 e menores no TRAT 02 (Tabela 4). O aumento nos incrementos de S na camada superficial do solo foi do tratamento 05 para o TRAT 02, e permitiu incremento de quase três vezes os teores observados no TRAT 02, que foi utilizado calcário dolomítico, e, aproximadamente, duas vezes quando comparado ao tratamento controle (TRAT 01). Os tratamentos 01, 03, 06 e 07 permaneceram intermediários entre os tratamentos 05 e 02.

**Tabela 5 - Atributos químicos de um Latossolo Vermelho após a correção de diferentes manejos de corretivos da acidez do solo, na camada de 20 a 40 cm.**

	pH	P	K	S	Ca	Mg	Al	H+Al
		----- mg dm <sup>-3</sup> -----			----- cmol dm <sup>-3</sup> -----			
TRAT 01	4.6 b	8.5 <sup>ns</sup>	172 <sup>ns</sup>	18.50 b	1.9 <sup>ns</sup>	1.1 <sup>ns</sup>	0.2 <sup>ns</sup>	8.3 <sup>ns</sup>
TRAT 02	5.0 ab	6.9	207	11.25 b	2.2	1.3	0.1	7.2
TRAT 03	4.9 ab	5.5	160	12.75 b	2.3	0.8	0.1	6.9
TRAT 04	5.4 a	5.0	129	18.25 b	3.7	0.8	0.1	6.7
TRAT 05	4.9 ab	4.9	141	42.00 a	3.3	1.2	0.1	6.8
TRAT 06	4.8 b	6.6	145	27.75 ab	2.6	0.9	0.2	7.8
TRAT 07	4.8 b	5.5	188	28.25 ab	2.6	0.9	0.1	7.3

TRAT 01: Controle; TRAT 02: calcário dolomítico; TRAT 03: óxido de cálcio e magnésio; TRAT 04: óxido de cálcio; TRAT 05: óxido de cálcio com enxofre; TRAT 06: calcário dolomítico (50% da dose) + óxido de cálcio com enxofre (50% da dose). TRAT 07: óxido de cálcio e magnésio (50% da dose) + óxido de cálcio com enxofre (50% da dose).

Fonte: Elaborado pelos autores, (2025).

Na camada de 0.2 a 0.4 m, os teores de S foram maiores no TRAT 05 e menores nos tratamentos 01, 02, 03 e 04, ficando intermediários nos tratamentos 06 e 07. Os incrementos nos teores de S na camada de 0.2 a 0.4 m, no tratamento 05 e nos tratamentos 01 ao 04, permitiram incrementos variando entre 127 e 273%. Esses incrementos nos teores de S nas camadas de 0 a 0.2 e 0.2 a 0.4 m, estão relacionados com a quantidade de S que foi fornecida pelo óxido de cálcio contendo S e nos tratamentos em que foram utilizados esse produto para corrigir e elevar os teores de Ca na camada de 0 a 0.2 m. Os tratamentos contendo S forneceram ao solo entre 174 a 87 kg de S, conforme consta na Tabela 2.

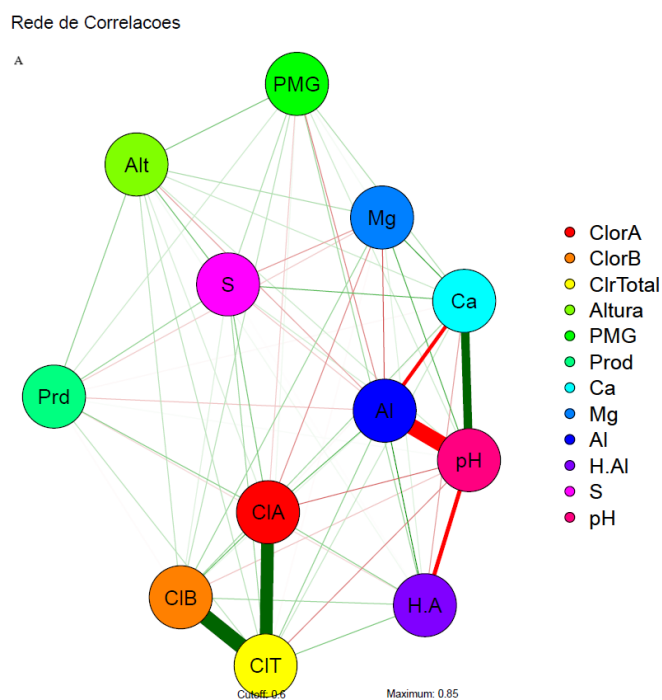
O pH foi influenciado somente na camada de 0.2 a 0.4 m, em que os maiores valores foram obtidos no TRAT 04 e os menores valores foram observados no tratamento controle

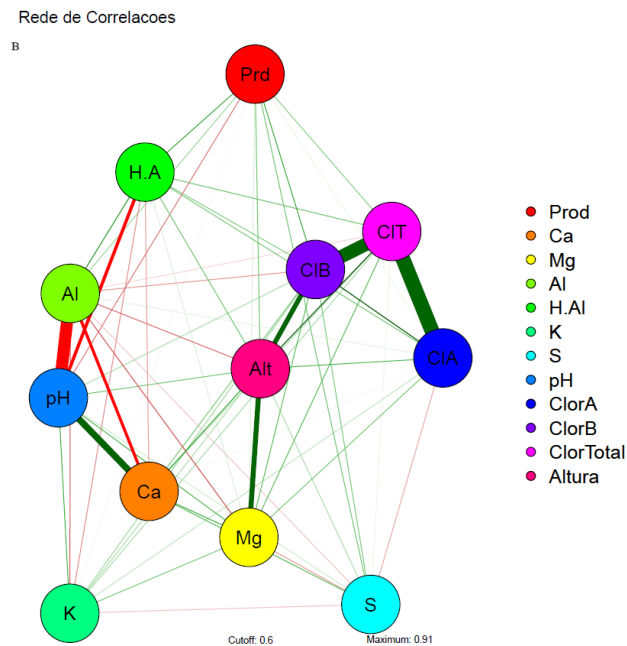
(TRAT 01) e nos tratamentos 06 e 07. Os valores de pH nos TRAT 02, TRAT 03 e TRAT 05 foram intermediários entre os maiores e menores valores de pH (Tabela 5).

Foi realizada uma rede de comparações por meio da correlação de Pearson para visualizar todas as características medidas nesse estudo, simultaneamente, para as culturas da soja e do milho (Figura 3A e 3B). As correlações positivas foram expressas em linhas verdes, as correlações negativas expressas pelas linhas vermelhas e a intensidade da correlação é proporcional à espessura das linhas.

Na cultura da soja e do milho, houve uma alta correlação entre as clorofilas A, B e total. Na cultura do milho houve correlação positiva entre altura de plantas e teores de Ca e Mg no solo. Em ambas as correlações mostradas nas Figuras 3A e 3B, houve correlação positiva entre o pH e o teor de Ca e houve correlação negativa, indicando que quanto maior o pH, menores os teores de alumínio no solo e a acidez potencial (H+Al).

**Figura 3 - Rede de correlações entre produtividade (Prod), Calcio (Ca), Magnésio (Mg), Alumínio (Al), Hidrogênio mais Alumínio (H+Al), Potássio (K), Enxofre (S), potencial hidrogeniônico (pH), Clorofila A (ClorA), Clorofila B (ClorB), Clorofila total (ClorTotal) e altura de plantas nas culturas da soja (Figura 3A) e do milho (Figura 3B) cultivados sob Latossolo vermelho no ano safra de 2023 e 2024.**





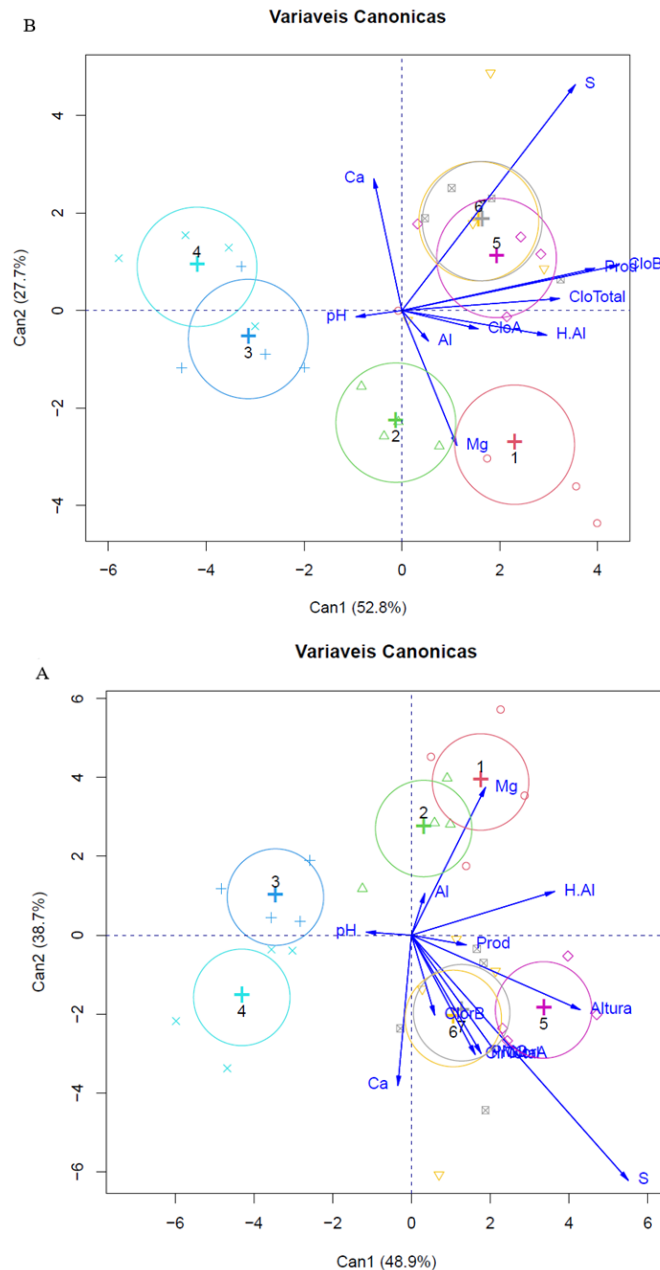
Fonte: Elaborado pelos autores, (2025).

Para verificar a contribuição de cada variável, foram realizadas análises de variáveis canônicas (Figura 4A e 4B). Portanto, os acúmulos das variâncias nas duas primeiras variáveis corresponderam a 88% e 81%, respectivamente, para as culturas da soja e do milho, sendo superior ao recomendado, que é, no mínimo, de 80% <sup>(17)</sup>. Desta forma, as variáveis canônicas nesse estudo podem ser utilizadas para uma interpretação precisa.

Os autovetores postados na Figura 4, mostram que os tratamentos 01 e 02 estiveram próximos entre si, e estiveram próximos aos teores de Mg, e maiores teores de H+Al. O TRAT 05 esteve mais próximo da altura de plantas e, também, aos maiores teores de S e da produtividade da cultura da soja. Os tratamentos 06 e 07 estiveram próximos entre si e estiveram próximos ao índice SPAD de clorofila A, B e Total. O TRAT 03 esteve próximo ao pH. O TRAT 04 esteve isolado, não estando perto de nenhuma variável analisada.

Os autovetores postados na Figura 4B, mostram que os tratamentos 05 e 06 estiveram próximos entre si e próximos dos teores de S e da produtividade da cultura do milho, além de estarem próximos ao índice SPAD de Clorofila B e total. O TRAT 01 esteve próximo ao teor de Mg no solo. Já os tratamentos 02, 03 e 04 estiveram isolados, não estando próximos a nenhuma variável analisada nesse estudo.

**Figura 4. Análise de variáveis canônicas entre produtividade (Prod), Calcio (Ca); Magnésio (Mg); Alumínio (Al); Hidrogênio mais Alumínio (H.Al); Potássio (K); Enxofre (S); pontencial hidrogeiônico (pH); Clorofila A (ClorA); Clorofila B (ClorB); Clorofila total (ClorTotal) e altura de plantas, nas culturas da soja (Figura 5A) e milho (Figura 5B), cultivados em Latossolo vermelho no ano safra de 2023 a 2024, sob diferentes manejos de corretivos da acidez do solo.**



Fonte: Elaborado pelos autores, (2025).



## Considerações Finais

As condições que dificultam a produção agrícola no sudoeste goiano têm tido soluções cada vez mais assertivas, como a adoção de corretivos de acidez do solo, que além de melhorar o pH, trabalha elementos considerados tóxicos e que impedem uma produtividade efetiva nas áreas agricultáveis. O calcário é o produto mais conhecido pela sociedade agrícola com as propriedades de correção de acidez do solo, mas que tem disputado espaço com os óxidos, que apresentam a mesma finalidade e podem facilitar as operações, porém ainda com resultados pouco conhecidos. O presente estudo analisou o desempenho das principais culturas cultivadas no sudoeste goiano, soja e milho, e foi concluído que a produtividade dessas culturas não foi afetada de forma significativa pelo uso de corretivos alternativos ao calcário.

## Referências

1. Pinto FA, Santos FL, Terra FD, Ribeiro DO, Sousa RRJ, Souza ED, Carneiro MAC, Paulino HB. Atributos de solo sob pastejo rotacionado em função da aplicação cama de peru. *Pesq Agropec Trop*. 2012;42:254-262.
2. Sanchez FG, Rubio F, Martinez V, Martinez HEP. Estresses abióticos: aidez, salinidade, deficiência hídrica. In: Martinez HEP, Lucena JJ, Bonilla P, editors. *Relações Solo-planta: bases para a nutrição e produção vegetal*. Viçosa: UFV; 2021. p. 128-159.
3. Bortoluzzi EC, Pérez CAS, Ardisson JD, Tiecher T, Caner L. Occurrence of iron and aluminum sesquioxides and their implications for the P sorption in subtropical soils. *Appl Clay Sci*. 2015;104:196-204.
4. Filippi D, Dernadin LOG, Ambrosini VG, Alves LA, Flores JPM, Martins AP, Pias OHC, Tiecher T. Concentration and removal of macronutrients by soybean seeds over 45 years in Brazil: a meta-analysis. *Rev Bras Cienc Solo*. 2021;45:e0200186.
5. Chaganti VN, Culman SW. Historical perspective of soil balancing theory and identifying knowledge gaps: A review. *Crops Soils*. 2018;51(1):40-47.
6. Sousa DMG, Lobato E. *Cerrado: Correção do solo e adubação*. Planaltina: Embrapa Cerrados; 2004. 416 p.



7. Santos HG, Jacomine PKT, Anjos LHC, Oliveira VA, Lumbrreras JF, Coelho MR, Almeida JA, Araújo-Filho JC, Oliveira JB, Cunha TNF. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: EMBRAPA; 2018. 356 p.
8. Teixeira PC, Donagemma GK, Fontana A, Teixeira WG. Manual de métodos de análise de solos. Brasília, DF: EMBRAPA; 2017. 573 p.
9. Bhering LL. Rbio: A tool for biometric and statistical analysis using the R platform. *Crop Breed Appl Biotechnol.* 2017;17(3):187-190.
10. Primavesi AC, Primavesi O. Características de corretivos agrícolas. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste; 2004.
11. Alcarde JC. Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas. São Paulo: ANDA; 2005.
12. Pandolfo CM, Tedesco MJ. Eficiência relativa de frações granulométricas de calcário na correção da acidez do solo. *Pesq Agropec Bras.* 1996;31(10):753-758.
13. Rodrighero MB, Barth G, Caires EF. Aplicação superficial de calcário com diferentes teores de magnésio e granulometrias em sistema plantio direto. *Rev Bras Cienc Solo.* 2015;39:1723-1736.
14. Fráguas JC. Preparo do solo, calagem e adubação. Brasília, DF: Embrapa; 2005. Available from: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/UvasRusticasParaProcessamento/calagem.htm>
15. Li N, Yang Y, Wang L, Zhou C, Jing J, Sun X, Tian X. Combined effects of nitrogen and sulfur fertilization on maize growth, physiological traits, N and S uptake, and their diagnosis. *Field Crops Res.* 2019;242:107593.
16. Whatley JM, Whatley F. Luz e a vida das plantas. São Paulo, SP: 1982. 101 p.
17. Mingoti SA. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. 2nd ed. Belo Horizonte: Editora UFMG; 2005. p. 295.



10.31072/rcf.v17i1.1506

Este é um trabalho de acesso aberto e distribuído sob os Termos da *Creative Commons Attribution License*. A licença permite o uso, a distribuição e a reprodução irrestrita, em qualquer meio, desde que creditado as fontes originais.



Open Access