

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

MATHEUS ZAMBON JORGE

ALTAS DOSES DE CALCÁRIO PROMOVEM AUMENTO NA PRODUTIVIDADE DA  
SOJA EM SOLOS DE DIFERENTES TEXTURAS

Monte Carmelo

2025

MATHEUS ZAMBON JORGE

ALTAS DOSES DE CALCÁRIO PROMOVEM AUMENTO NA PRODUTIVIDADE DA  
SOJA EM SOLOS DE DIFERENTES TEXTURAS

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao curso de Agronomia da  
Universidade Federal de Uberlândia,  
Campus Monte Carmelo, como  
requisito necessário para a obtenção do  
grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Douglas José Marques

Monte Carmelo  
2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

MATHEUS ZAMBON JORGE

ALTAS DOSES DE CALCÁRIO PROMOVEM AUMENTO NA PRODUTIVIDADE DA  
SOJA EM SOLOS DE DIFERENTES TEXTURAS

Aprovado

---

Nome do orientador  
Orientador (a)

Homologado pelo Colegiado do Curso  
Supervisionado em: \_\_\_\_/\_\_\_\_/20\_\_\_\_

---

Coordenador do Curso

Monte Carmelo  
2025

## **AGRADECIMENTOS**

Antes de todos agradeço a Deus e Nossa Senhora pois sem eles não seria possível estar próximo a realização de um sonho, que é a de me tornar engenheiro agrônomo. Em seguida agradeço aos meus pais Sandra e Nivaldo e a minha irmã Maria, que sempre me apoiaram e não mediram esforços para me ajudar na realização deste sonho, sempre aconselhando e auxiliando apesar das dificuldades. Agradeço também minha namorada Maria Eduarda, pela cumplicidade, paciência e ajuda em toda essa trajetória. Agradeço meus amigos de infância que acompanharam esta trajetória, Roniel Chiquitelli, Guilherme Louzada, Gabriel, Rafael Lima, Lucas Marafão e Daniel Dantas. Ao longo desta história dentro da faculdade muitas amizades foram feitas, porém agradeço em especial ao Daniel Ávila, Fernando Pinheiro, João Rodolfo, Thiago Rodrigues, Gabriel Nery, Vitor Galdino, Felipe Gomes.

Agradeço ao corpo docente e à Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo – MG, pela excelência no ensino, pelas oportunidades proporcionadas e pelo valioso conhecimento adquirido, que possibilitaram grande crescimento e desenvolvimento ao longo desta graduação.

Agradeço ao meu orientador, Prof. Dr. Douglas José Marques, pela confiança depositada, pelo acompanhamento dedicado nesta pesquisa e pelo empenho constante em buscar a excelência nos experimentos e resultados, contribuindo significativamente para o enriquecimento da trajetória acadêmica dos alunos e orientandos. Minha sincera gratidão.

Agradeço também ao grupo de pesquisa NESF- Núcleo Estudantil de soja e feijão, que me agregou e me auxiliou dentro da faculdade.

## RESUMO

A calagem é uma prática importante para aumentar a produtividade da soja. Atualmente, os produtores tem aplicado altas concentrações de calcário no solo, as vezes, com ausência de critérios técnicos. Essa aplicação, sem considerar os aspectos técnicos, pode apresentar grande variação, em função dos tipos de solos no cerrado, causando dúvida em relação as doses aplicadas de calcário no solo. Sendo assim, a hipótese da pesquisa, foi investigar aplicação de altas doses de calcário afetam a produtividade da soja em diferentes tipos de solo. Sendo assim, a pesquisa teve como objetivo investigar as alterações químicas no solo, na folha e na produtividade da soja em função das diferentes doses de calcário em solos de diferentes texturas. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial com dois solo (arenoso e argiloso) e cinco dose de calcário para o solo arenoso (controle= 0 t ha<sup>-1</sup>; moderado = 1,40 t ha<sup>-1</sup>; alto = 2,80 t ha<sup>-1</sup>; muito alto = 5,60 t ha<sup>-1</sup> e extremo = 11,20 t ha<sup>-1</sup>) e para o solo argiloso (controle= 0 t ha<sup>-1</sup>; moderado = 0,80 t ha<sup>-1</sup>; alto = 1,60 t ha<sup>-1</sup>; muito alto = 3,2 t ha<sup>-1</sup> muito e extremo = 6,40 t ha<sup>-1</sup>), com quatro repetições. Ao final da pesquisa, foram avaliados os aspectos químico, bioquímicos e produtivo da soja. Concluiu-se com a pesquisa que o aumento das concentrações de calcário aumentou o pH, e a fertilidade no solo e teor de nutriente na folha, que promoveram aumento na produtividade da soja, independente da textura do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Concentração de calcário, química do solo, química folha

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	1
2 REVISÃO DA LITERATURA .....	2
2.1 Importância econômica da soja.....	2
2.2 Tipos de corretivos de solo .....	3
2.3 Amostragem de solo .....	4
2.4 Metabolismos do cálcio e magnésio na soja.....	4
3 MATERIAL E MÉTODOS .....	5
3.1 Local do experimento .....	5
3.2 Cultivar .....	5
3.3 Preparo do solo .....	5
3.4 Calagem e adubação .....	6
3.5 Manejo fitossanitário .....	8
3.6 Delineamento experimental .....	8
4 AVALIAÇÕES .....	9
4.1 Volume e massa da raiz .....	9
4.3. Análise da folha .....	10
4.4 Altura de plantas .....	10
4.5 Número de nós .....	10
4.6 Número de vagens .....	10
4.7 Número de grãos na vagem .....	10
4.8 Massa de 100 sementes.....	11
4.9 Produtividade.....	11
4.10 Análises estatísticas .....	11
5 RESULTADO E DISCUSSÃO .....	11
6 CONCLUSÃO .....	29

## 1 INTRODUÇÃO

A análise do solo, é um dos principais procedimentos no manejo da adubação na cultura da soja. Através dos resultados da análise de solo, é feita a recomendação da dose adequada de calcário a ser aplicado no solo. Atualmente, algumas informações divulgadas em redes sociais, sem critério técnico sobre a dose, tem gerado dúvidas e incertezas para o produtor, que investe na análise química do solo para os diferentes tipos de solo. Percebemos que a aplicação do calcário tem aumentado, sem critério técnico, aumentando consideravelmente, o custo de produção. Assim a hipótese da pesquisa, foi investigar os efeitos de altas doses de calcário nos aspectos químicos do solo, bioquímico na folha e na produtividade da soja em diferentes tipos de solo.

A correta aplicação do calcário depende dos diferentes níveis tecnológicos de cada sistema de produção (ARGENTA et al., 2023). O posicionamento do calcário vai depender da cultivar implantada, e principalmente dos atributos químicos, físicos e mineralógicas do solo (PARENTE et al., 2024).

Existem algumas metodologias para a recomendação de calcário, como por exemplo temos o método da neutralização do alumínio e da elevação dos teores de cálcio e magnésio no solo, este método vai variar de acordo com o teor de argila que está presente no solo, o outro método é o que se utiliza a saturação por base do solo (DE SOUSA et al., 2004). Ainda não existe uma recomendação oficial no Brasil que determina qual é o método mais adequado para aplicação do corretivo (PARENTE et al., 2024).

É importante entender que independentemente do método utilizado temos que levar em consideração, as condições climáticas, propriedades físicas e químicas do solo, e qual é o nível tecnológico do agricultor (LUZ et al., 2002). O procedimento mais importante processo da calagem é a amostragem do solo (MOREIRA, 2012). A amostragem de solo deve ser feita na camada arável do solo de 0 - 20 cm, levando em consideração critérios técnicos como relevo, cobertura vegetal, histórico da área textura do solo, para ser uma amostra representativa (ARRUDA, 2014).

Existem diferenças na reação do calcário em função da textura do solo (WANG et al., 2005) em um solo de textura arenosa, cerca de 70% da sua composição é areia, tendo baixa capacidade de retenção de água (NUNES, et al., 2017) menor potencial de agregação, por isso são solos mais suscetíveis a lixiviação de seus nutrientes por conta da sua CTC (DE SOUSA et al., 2004). Já para os solos argilosos é comum a utilização de doses mais elevadas de calcários para correção, isso ocorre pois os níveis de matéria orgânicas em solos argilosos costumam ser mais elevados quando comparados com solos arenosos (CQFS, 2016).

A utilização de corretivos de solo pode levar a alteração do custo de produção e em sua produtividade (AGUERO, 2021), porém esse processo é feito sem levar em consideração a variação espacial da região produtiva (ALVES et al., 2025). Em solos arenosos a resposta da calagem é mais rápida, porém baixa durabilidade, e em solos mais argilosos esta correção é mais lenta, porém tem uma maior CTC e retém nutrientes por mais tempo (EMBRAPA, 2018). Em doses menores do recomendado, tem baixa eficiência em neutralizar o alumínio, e com isto não neutralizando a acidez, e limitando a disponibilidade de nutrientes, diminuindo o crescimento radicular, e em doses exorbitantes, diminui a disponibilidade de micronutrientes como ferro e zinco (SOUZA et al., 2007)

## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

### **2.1 Importância econômica da soja**

Produtividade global de soja para o ano de 2025 está projetada para 424,3 milhões de toneladas, que representa um aumento de 7,4% em relação à safra anterior. E o Brasil tem grande porcentagem desse número pois ele é o maior produtor, e exportador do mundo. A estimativa de produção do Brasil para safra 2024/ 2025 é de 166,33 milhões de toneladas (CONAB, 2025), em seguida vem os Estados Unidos, com 120 milhões de toneladas, e a Argentina em terceiro com a produtividade de 51 milhões de toneladas (USDA, 2025).

Por se tratar de uma commodity a soja desempenha um papel crucial na economia do país, com uma estimativa de chegar a US\$ 54,4 bilhões para safra de 2025 (ABIOVE, 2025),



e com isso a soja movimenta cerca de 2% do PIB brasileiro (IBGE, 2024). No Brasil o maior produtor de soja é o Mato Grosso do Sul, com uma estimativa de produção de 44,0 milhões de toneladas, e segundo maior Paraná com estimativa de 20 milhões de toneladas (ABIOVE, 2025).

A estimativa de produção de soja para safra 2024/2025 do Brasil coloca Minas Gerais, como o 6º maior produtor, podendo alcançar 8 milhões de toneladas, com uma produtividade média de 3.509 kg ha<sup>-1</sup>, com um aumento em relação à safra anterior que foi de 3.201 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2025).

## **2.2 Tipos de corretivos de solo**

O calcário agrícola é o corretivo mais utilizado no Brasil, ele pode ser do tipo, calcítico, dolomítico e magnesiano, eles são denominados a partir da sua concentração de nutrientes eles são responsáveis por elevar o pH e diminuir a toxidez de alumínio agindo na correção da acidez do solo. Sendo assim, destaca-se a calagem em magnesiano, dolomítico e calcítico, conforme sejam as concentrações de cálcio e magnésio (RAIJ et al., 1997).

Geralmente, são utilizados o óxido de cálcio (CaO) recebendo o nome popular de cal virgem, a produção dele vem partir da queima do calcário calcítico, sua reação no solo é quase instantânea, e temos também o hidróxido de cálcio Ca(OH)<sub>2</sub>, sendo chamado de cal hidratado que também apresenta uma rápida reação no solo, esse material é proveniente da hidratação do óxido de cálcio. (LOPEZ, 1998)

O uso da escória siderúrgica no solo aumenta os níveis de cálcio, magnésio, fósforo, silício, ferro, manganês e zinco, além de diminuir a acidez potencial. No entanto, sua composição contém metais pesados, o que levanta preocupações quanto aos possíveis efeitos ambientais (DE ALMEIDA et al., 2023).

### **2.3 Amostragem de solo**

A amostragem correta de solo é essencial para uma boa calagem e adubação, revelando os atributos físicos e químicos do solo (BORGES et al., 2007). O primeiro passo de uma amostragem é separar as áreas em glebas homogêneas, levando em consideração, declividade, cobertura vegetal presente, características físicas, e o histórico da área (DE SOUSA et al., 2004).

As amostras de solo devem ser coletadas de forma aleatória, em zigue-zague nas glebas homogêneas não superiores que 10 hectares, com no mínimo 20 amostras simples formando uma amostra composta (BORGES et al., 2007).

A profundidade de cada amostra simples vai depender de diversos fatores, para calagem e adubação é usual de 0 a 20 cm, porém pode-se observar de 20 a 40 cm para aplicação de gesso, ou identificação de barreiras físicas como pedras ou químicas como alumínio. Como o calcário leva cerca de três meses para reagir totalmente no solo e haver a correção da acidez, recomenda-se fazer a coleta e análise de solo no mínimo quatro meses antes do plantio (BORGES et al., 2022).

Após a coleta das amostras elas devem ser identificadas e encaminhadas para o laboratório o mais rápido possível não excedendo 12 horas (BORGES et al., 2022). A identificação deve conter dados referentes a propriedade, como a gleba, o tamanho dela, data da amostra, profundidade, é importante não reutilizar sacos de adubo, ou embalagens já utilizadas (SERAT et al., 2002).

### **2.4 Metabolismos do cálcio e magnésio na soja**

O xilema é responsável pela translocação do Ca, sua absorção pela planta diminui com altas concentrações de K e de Mg. O Ca é responsável pela estabilidade da membrana celular, na falta dele, a membrana se torna instável, perdendo íons, por ser um nutriente de baixa mobilidade, a sua deficiência pode ser observada em tecidos mais novos (SFREDO et al., 2008).

Já o magnésio está diretamente ligado com a clorofila, sendo indispensável para a fotossíntese, o Mg corresponde a 2,7% do seu peso da clorofila, sua absorção é influenciada pela presença de K e de Ca sua deficiência pode ser observada em folhas mais velhas pois é um elemento muito móvel (SFREDO et al., 2008).

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local do experimento**

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo- MG – CaDEx, (18°43'36"S 47°31'28"W) em casa de vegetação do tipo arco, coberta com filme plástico de 150 micras, com as laterais revestidas com tela branca do tipo antiofídico.

#### **3.2 Cultivar**

A cultivar de soja escolhida foi a Olimpo IPRO, crescimento indeterminado, alto potencial produtivo, boa estabilidade, com um ciclo de vida em média de 115 a 125 dias. Foi plantada cinco sementes por vaso, o desbaste foi feito no estágio V3, deixando apenas uma planta por vaso.

#### **3.3 Preparo do solo**

Foram utilizadas duas diferentes classes de textura de solo na pesquisa: Latossolo Vermelho Distrófico (LVd) com textura muito argilosa, coletado em área de floresta nativa, equivalente a Oxisol (Soil Taxonomy) e Latossolo Amarelo Distrófico (LAd) com textura média arenosa, coletado em campo nativo, equivalente a Oxisol (Soil Taxonomy).

### 3.4 Calagem e adubação

Os solos foram coletados na profundidade de 0–20 cm (Tabela 1), as amostras de solo foram encaminhadas para análise no Laboratório Brasileiro de Análises Agrícola (LABRAS). Antes de serem acondicionados nos vasos foram peneirados para melhorar a homogeneidade do solo, os vasos foram preenchidos com 12 dm<sup>3</sup> de solo. Foram posicionados no interior da casa de vegetação sobre blocos de alvenaria para não haver contato com o solo, foi feita correção com o calcário com suas doses determinadas. A incubação aconteceu no dia 18/12/2024, usando em sacos plásticos, e foi deixado um espaço para a troca de ar (Imagem 1).

**Tabela 1.** Características químicas e físicas dos solo média-arenoso e muito argilosa.

Química	Unidade	média-arenoso	muito argilosa
pH em H <sub>2</sub> O		4,6	5,6
pH		4,3	4,8
P	mg dm <sup>-3</sup>	0,5	1,7
K	mg dm <sup>-3</sup>	35	23
Ca	cmolc dm <sup>-3</sup>	0,18	0,37
Mg	cmolc dm <sup>-3</sup>	0,11	0,1
Al	cmolc dm <sup>-3</sup>	0,92	0,26
H+Al	cmolc dm <sup>-3</sup>	3,40	2,70
SB	cmolc dm <sup>-3</sup>	0,38	0,51
t	cmolc dm <sup>-3</sup>	1,30	0,77
T	cmolc dm <sup>-3</sup>	3,78	3,21
V	%	10	16
m	%	71	34
<sup>2</sup> Análise física			
Textura		Média arenosa	Muito argilosa
		%	

Areia	59%	13%
Silte	27%	14%
Argila	14%	73%

<sup>1</sup>pH (acidez ativa) - Método:  $\text{CaCl}_2$  0,01 mol L<sup>-1</sup>; H+Al (acidez potencial) - Método: pH SMP; Alumínio trocável - Método: Titulometria (1 mol L<sup>-1</sup>); Matéria orgânica (MO) - Método: Colorimétrico (IAC); Fósforo, Potássio, Cálcio e Magnésio - Método: Resina trocadora de íons; S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (Enxofre) - Método: Turbidimetria ( $\text{BaCl}_2$  em pó); Fe, Mn, Cu e Zn Método: DTPA (Absorção Atômica); Boro:  $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  Método: microondas. <sup>2</sup>Análise física do solo: Método do densímetro. Embrapa (2018).



**Imagem 1.** A imagem mostra a incubação do solo, após a aplicação de calcário em sacos pretos, com espaço para transpiração do solo.

Os cálculos que foram utilizados para correção de acidez, seguiram a recomendação de Raij et al, (1997), com o V esperado de 70%. O calcário dolomítico utilizado para corrigir a acidez do solo possui carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) e carbonato de magnésio ( $\text{MgCO}_3$ ), poder de neutralização reativo = 92,5%, poder de neutralização = 100% e potência real de neutralização total (PRNT) igual a 92,5%, sendo aplicado e misturado ao solo.

Após o período de incubação do solo, foi realizada a fertilização do solo descrita na Tabela 2, de acordo com a análise de solo e recomendação para a cultura da soja (NOVAIS et al.; 1991 adaptado por MARQUES et al., 2021).

**Tabela 2.** Nutrientes, quantidades recomendadas e fontes utilizadas na fertilização do solo no presente estudo

Nutriente	Concentração (mg kg solo <sup>-1</sup> )	Fontes
N	5,0	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
P	300	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
K	200	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
S	40	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
B	0,81	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>
Mg	46	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O
Mn	3,0	MnSO <sub>4</sub>
Cu	7,5	CuSO <sub>4</sub> ·5H <sub>2</sub> O
Mo	0,5	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>24</sub> ·4 H <sub>2</sub> O
Zn	2,5	ZnSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O

### 3.5 Manejo fitossanitário

Com o intuito de diminuir a interferência de pragas e patógenos, foram utilizados inseticidas e fungicidas, durante todo o ciclo da cultura, quando julgado necessário durante o monitoramento diário. Sendo, que para o manejo de insetos pragas recorrentes da cultura, com destaque para o trips (*Caliothrips brasiliensis*) e a mosca branca (*Bemisia tabaci*), foram utilizados os inseticidas a base de abamectina, biofentrina, espiromesifeno, metilcarbamato de oxima, sendo aplicados individuais e em momentos distintos.

Para o manejo das doenças foliares foram realizadas aplicações com fungicidas a base, carboxamida triazolintiona e estrobilurina e triazol, sendo aplicados individuais e em momentos distintos.

As aplicações dos insumos foram realizadas com o auxílio de um pulverizador costal pressurizado CO<sub>2</sub> de pressão constante.

### 3.6 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial com dois tipos de solo (média arenosa e muito argilosa) e cinco concentrações de calcário para o solo arenoso (controle= 0 t ha<sup>-1</sup>; moderado = 2,45 t ha<sup>-1</sup>; alto = 4,9 t ha<sup>-1</sup>; muito alto = 9,80 t ha<sup>-1</sup> e extremo = 14,70 t ha<sup>-1</sup>) e para o solo argiloso (controle= 0 t ha<sup>-1</sup>; moderado = 1,87 t ha<sup>-1</sup>; alto = 3,74 t ha<sup>-1</sup>; muito alto = 7,48 t ha<sup>-1</sup> e extremo = 11,22 t ha<sup>-1</sup>), com quatro repetições. Foi utilizado um calcário dolomítico com carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) e carbonato de magnésio (MgCO<sub>3</sub>), poder de neutralização reativo = 92,5%, poder de neutralização = 100% e potência real de neutralização total (PRNT) igual a 92,5%.

## 4 AVALIAÇÕES

### 4.1 Volume e massa da raiz

Antes de serem colocadas na estufa para secagem e posterior determinação da matéria seca, o volume da raiz foi determinado, após a lavagem, das raízes permaneceram estendidas sobre uma bancada por 24 horas. Posteriormente, foi realizada a análise de volume, utilizando uma proveta graduada com capacidade para 1000 mL. A proveta foi preenchida até 500 mL com uma mistura de 70% de álcool e 30% de água. Em seguida, as raízes foram mergulhadas nessa solução, e o volume deslocado foi registrado em mililitros, permitindo assim o cálculo do volume radicular (Marques et al., 2010). Para estimar a matéria seca da planta foi feita a coleta da amostragem, logo em seguida pesada, para obter a massa fresca, após feita a secagem da amostragem em forno de circulação de ar forçada (70 °C) modelo SL-102/480-SOLAB foi feito o cálculo da matéria seca, usando realizado a determinação da massa em balança Modelo BEL- S22O2H.

$$Materia\ seca\ (\%) = \frac{Massa\ seca\ (g)}{Massa\ fresca\ (g)} \times 100$$

### 4.2 Análise do solo

A avaliação nutricional foi realizada com coletas de solo na camada de 0-20 cm usando trado no em cinco pontos do vaso no final do experimento.

#### **4.3. Análise da folha**

Para as amostras de folha foram coletadas na terceira folíolo terminal da folha da soja, que para a análise de tecido, na fase de desenvolvimento R1 (início de florescimento). Após foram encaminhadas para o Laboratório Brasileiro de Análises Ambientais e Agrícolas (LABRAS), para análise da folha.

#### **4.4 Altura de plantas**

As alturas das plantas foram estimadas com o auxílio de uma fita métrica com escala de 1 cm. A medição se inicia na base da planta e vai até o último nó da haste principal, durante o período reprodutivo em estágio R8.

#### **4.5 Número de nós**

Foi determinado o número de nós na haste principal com a contagem feita de forma manual, levando em consideração do terço inferior ao superior.

#### **4.6 Número de vagens**

Foi feita a contagem manual para avaliar número de vagens por planta, contando todas as vagens que a planta emitiu.

#### **4.7 Número de grãos na vagem**

Contagem manual, para determinar número de grãos na vagem, contando de todas as vagens emitidas pela planta.



#### **4.8 Massa de 100 sementes**

Para descobrir a massa foi selecionado 100 sementes sadias de forma manual, e pesando uma balança de precisão.

#### **4.9 Produtividade**

A produtividade da soja por planta foi determinada após a correção da umidade para 14%, e os resultados obtidos foram ajustados conforme o procedimento

$$PF=PI*(100-UI/100-UF)$$

Onde:

PF: peso final da amostra (g);

PI: peso inicial da amostra (g);

UI: umidade inicial da amostra (%);

UF: umidade final da amostra (14%).

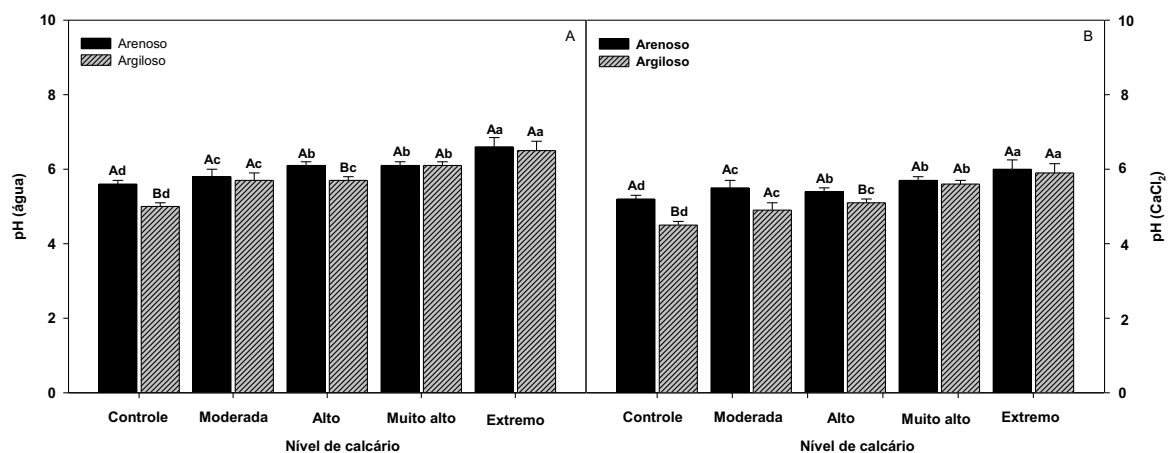
#### **4.10 Análises estatísticas**

Os dados experimentais serão submetidos à análise de variância e, quando encontradas diferenças significativas aplicou-se o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Erros padrão foram calculados para todas as médias. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o software Sisvar (Ferreira, 2019)

### **5 RESULTADO E DISCUSSÃO**

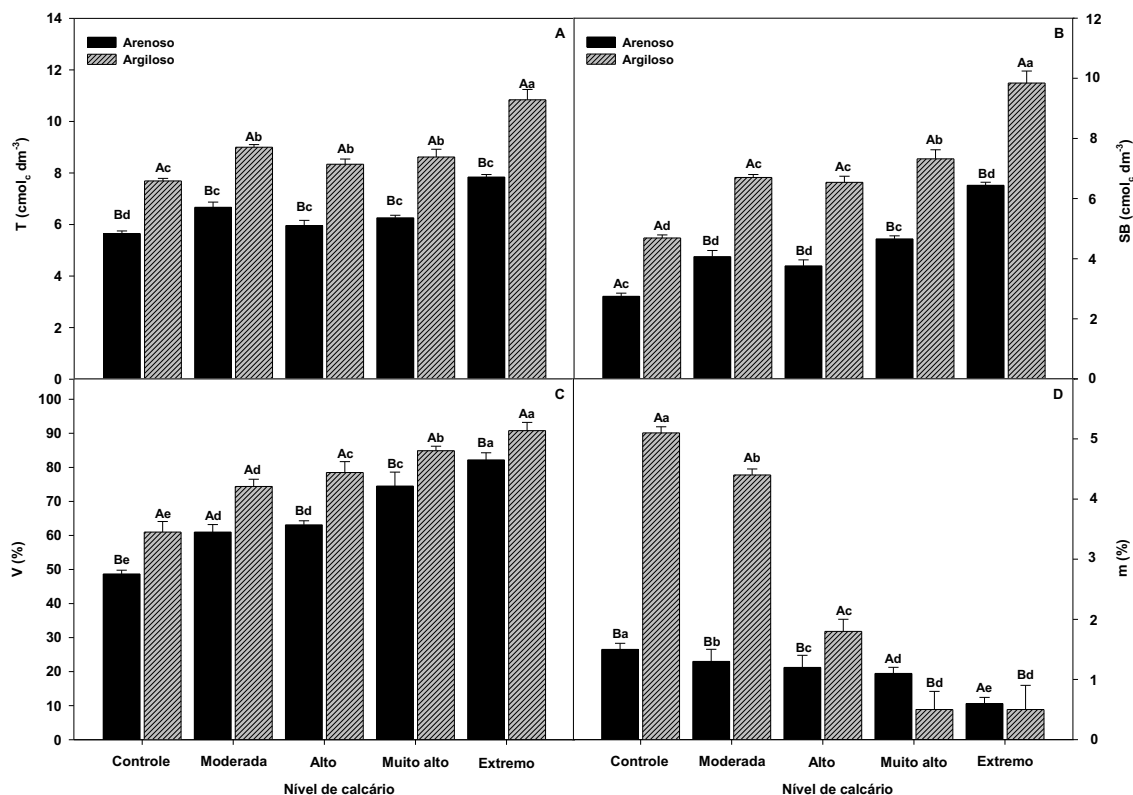
As doses de calcário dentro da mesma textura, o solo argiloso nível extremo teve um incremento de 15% do pH comparado com o controle (Figura 1A). Para o arenoso o maior incremento foi em extremo também tendo um incremento de 23% comparado com o controle

que foi o menor. Em pH  $\text{CaCl}_2$ . Apresentou diferença significativa quando comparado os dois tipos de solo foi no controle. Para os solos argilosos notamos um aumento com a elevação das doses calcário. Já o arenoso houve um aumento até o nível extremo onde ele teve um incremento de 8% quando comparado controle (Figura 1B). Segundo Soratto (2008) em seu trabalho afirma que o calcário quando incorporado ao solo e entrar em contato com a água, o calcário se dissolve e o carbonato de cálcio se separa em seus componentes esses produtos reagem com as partículas do solo, resultando na elevação do pH. Para Araujo, (2009) também afirma que o pH é elevado linearmente com o aumento das doses de calcário. Weirich (2000) também mostra em sua pesquisa que há um aumento do pH com a prática da calagem. Para Sgredo (2008) apresenta que o pH  $\text{CaCl}_2$  entre 5,4 a 5,9 para ter um melhor aproveitamento dos nutrientes. Já para Macali (2022) mostra que um pH que varia entre 5,5e 6,0 resulta em uma boa resposta da planta.



**Figura 1.** pH (água) (A) e pH ( $\text{CaCl}_2$ ) (B) no solo em função das concentrações de calcário (controle, moderado, alto, muito alto e extremo) em solo do tipo arenoso e argiloso. Letras maiúsculas diferentes em colunas de cores diferentes comparam dentro de cada nível de calcário dentro dos tipos de solo e letras minúsculas diferentes em colunas da mesma cor comparam os níveis de calcário em função dos tipos de solo, indicando diferenças significativas de acordo com o teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). As colunas representam médias de cinco repetições desvios padrão.

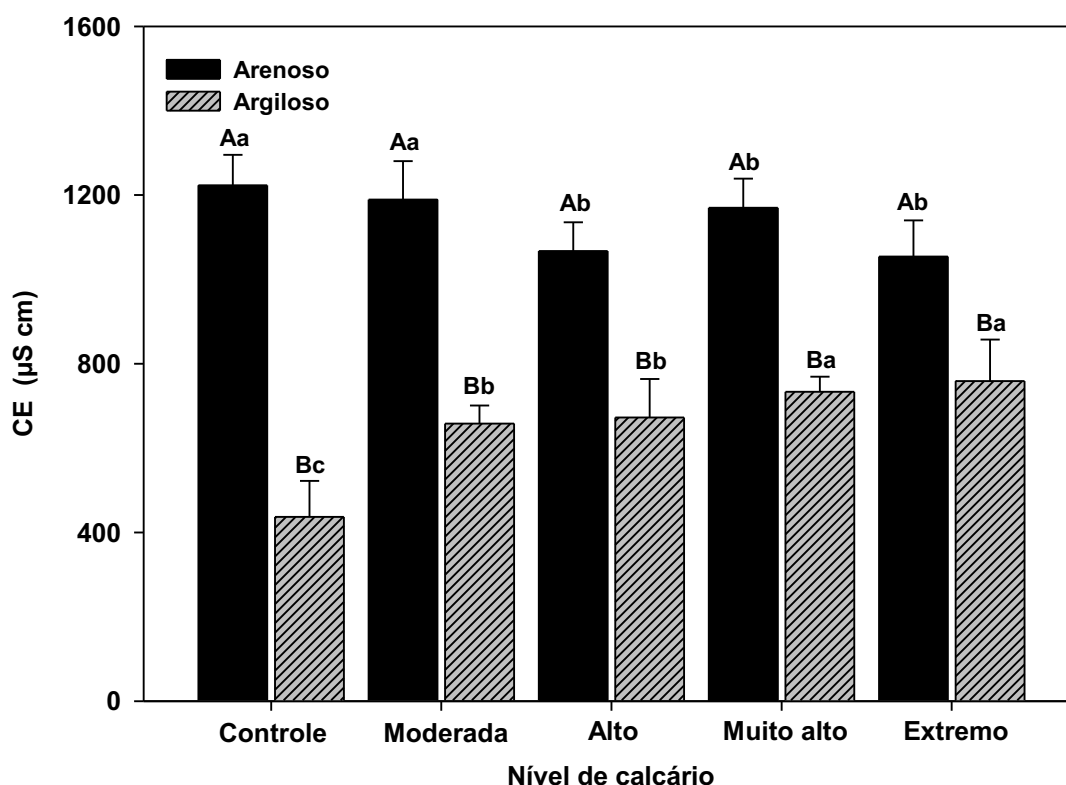
O solo argiloso apresenta maior valor quando comparado com o arenoso na CTC a pH 7, onde seu maior teor foi para a concentração extremo, que apresentou incremento de 27 %. O solo arenoso não apresentou diferença significativa entre as doses de calcário (Figura 2A). Os níveis de soma de bases do solo argiloso também foram maiores comparados com o solo arenoso, o maior incremento foi no nível extremo com um acréscimo de 35%. Quando comparando dentro da mesma textura o nível extremo se destacou nos dois tipos de solo, o arenoso teve um incremento de 53% e o argiloso de 50% comparado com o controle (Figura 2B). Na saturação por base (Figura 2C) Observamos um aumento gradativo com as doses de calcário. O nível extremo foi o que mais se destacou com um incremento de 27% em comparação com o controle. E entre as duas texturas o solo argiloso se destacou, quando comparados no nível extremo ele teve um acréscimo de 5% em relação ao solo arenoso. A saturação por alumínio apresentou uma queda gradativa com o aumento das doses de calcário em ambos os solos. O nível extremo apresentou 90% menor que o controle. Os solos argilosos tiveram valores maiores quando comparados com o arenoso, porém apresentaram melhor respostas ao tratamento (Figura 2D). Para Langer (2022) observou aumento da saturação por base em resposta a elevação de dose do calcário, e uma queda na saturação por  $Al^{+3}$ . Para a CTC também aumentou gradativamente com a adição do calcário no meio (BAMBOLIM et al., 2015). Para Sfredo e Jorge (2008) o calcário neutraliza o alumínio, já para Souza e Lobato (2002) a saturação por base deve ser maior em 50% para soja. Para o V% vai variar dependendo da região e do histórico da área (Mascarenhas et al., 1997) adota-se 60% e para Malavolta (1989) e Raij (1991) descrevem um teor de 60 a 70%.



**Figura 2.** Teor da CTC a pH 7 (A), soma de bases (B), saturação por bases (C) e saturação por Al+3 (D) no solo em função das concentrações de calcário (controle, moderado, alto, muito alto e extremo) em solo do tipo arenoso e argiloso. Letras maiúsculas diferentes em colunas de cores diferentes comparam dentro de cada nível de calcário dentro dos tipos de solo e letras minúsculas diferentes em colunas da mesma cor comparam os níveis de calcário em função dos tipos de solo, indicando diferenças significativas de acordo com o teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). As colunas representam médias de cinco repetições desvios padrão.

Para a condutividade elétrica (CE) do solo comparando a interação entre os tipos de solo, observamos maior CE para o solo tipo arenoso. Para o solo tipo arenoso os maiores teores CE foram para o nível controle e moderado. Já para o solo argiloso observamos os maiores teores CE para os níveis de calcário muito alto e extremo (Figura 3). As aplicações de calcário em função das quantidades de corretivo podem modificar a concentração de íons e sais nos solos corrigidos. A disponibilidade de íons e sais no solo pode afetar a condutividade elétrica (CE) do solo (HEINIGER et al., 2003). À medida que aumenta a quantidade de sais dissolvidos na solução, eleva-se o valor da condutividade elétrica (CE)

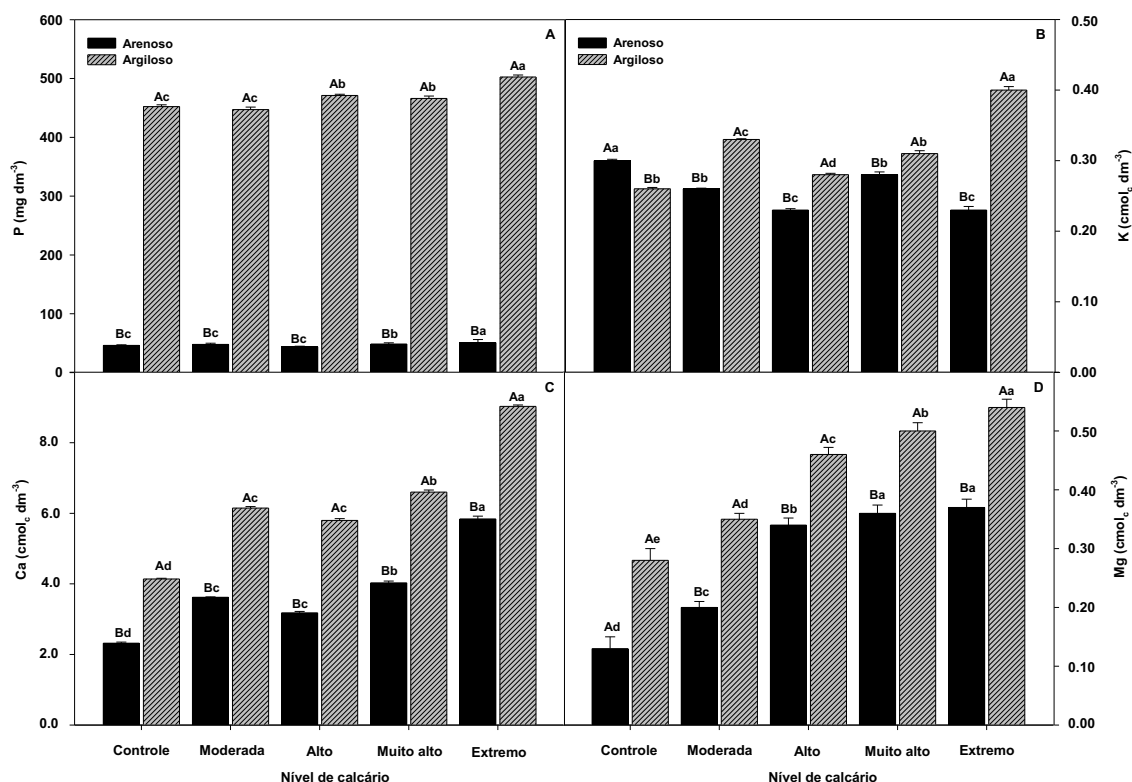
registrado (TOMÉ JR., 1997). Para Frazen et al. (2019), menciona que pode haver perda de rendimento da soja com (CE) em solução de água a partir de 0,2 dS m.



**Figura 3.** Condutividade elétrica do solo em função das concentrações de calcário (controle, moderado, alto, muito alto e extremo) em solo do tipo arenoso e argiloso. Letras maiúsculas diferentes em colunas de cores diferentes comparam dentro de cada nível de calcário dentro dos tipos de solo e letras minúsculas diferentes em colunas da mesma cor comparam os níveis de calcário em função dos tipos de solo, indicando diferenças significativas de acordo com o teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). As colunas representam médias de cinco repetições desvios padrão.

Observa-se que o solo argiloso se destacou do arenoso em concentração de fósforo em todos os tratamentos, onde seu maior valor chegou no nível extremo com um incremento de 91%. O nível extremo obteve a maior concentração em ambos os solos, no argiloso o nível extremo teve um incremento de 16% quando comparado com o controle e moderado, já no arenoso teve um incremento de 50% quando comparado o controle moderado e alto, com o

extremo (figura 4A). O solo se argiloso se destacou no nível moderado, alto, muito alto e extremo em relação ao arenoso. No extremo o argiloso teve um incremento de 37%. Já no controle o argiloso teve um decréscimo de 17%. Observa-se também que diminuiu a sua concentração em níveis de alto e extremo para o solo arenoso (Figura 4B). Para concentração de calcário, observamos que o solo argiloso teve um maior incremento, chegando até 30% na dose extremo (Figura 4C). Os níveis tiveram um aumento gradativo com a elevação da dose a partir do moderado. No solo arenoso a dose extrema, quando comparado com o controle teve um incremento de 40% e no argiloso de 52%. Para níveis de Mg o solo argiloso se destacou. Podemos observar um aumento gradativo nas concentrações com a elevação da dose do calcário para o solo argiloso. No solo arenoso nota-se um incremento até o nível alto, tornando-se estável em moderado e extremo (Figura 4 D). Para Viviani, et al. (2010) em solos com alto teor de fósforo o aumento do pH se torna mais disponível. Para Prado et al. (2004) afirma que com aumento da dose de calcário, eleva-se o teor e a disponibilidade do cálcio para planta gradativamente. Já para Preston (2022) mostra que em pH mais elevados o potássio pode se tornar mais disponível. Castro et al., (2020) afirma em sua obra que o pH é o principal fator para a recomendação da adubação.

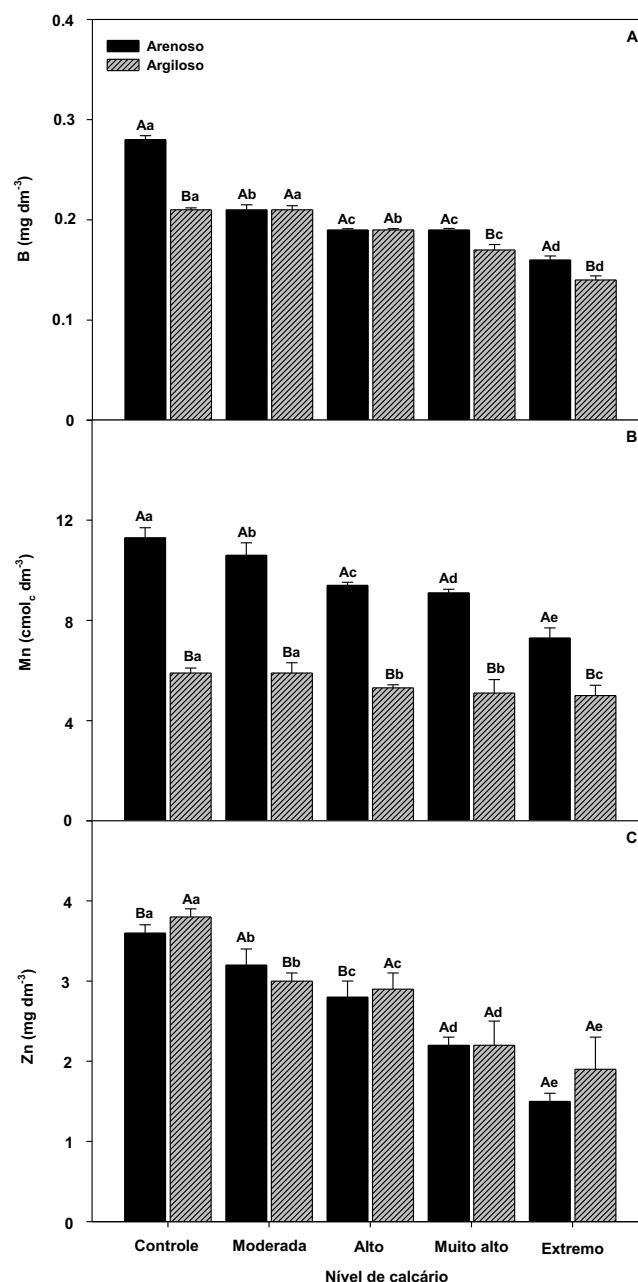


**Figura 4.** Teor de fósforo (A), potássio (B), cálcio (C) e magnésio (D) no solo em função das concentrações de calcário (controle, moderado, alto, muito alto e extremo) em solo do tipo arenoso e argiloso. Letras maiúsculas diferentes em colunas de cores diferentes comparam dentro de cada nível de calcário dentro dos tipos de solo e letras minúsculas diferentes em colunas da mesma cor comparam os níveis de calcário em função dos tipos de solo, indicando diferenças significativas de acordo com o teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). As colunas representam médias de cinco repetições desvios padrão.

O teor de B tem uma queda gradativa com o aumento da dose de calcário para ambas as texturas de solo. Para o solo arenoso notou-se queda, quando comparando com a dose controle (maior teor) e a dose extremo (menor) foi de 50% e para o solo argiloso foi de 25% (Figura 5 A). Para o teor de manganês (Figura 5B) o solo arenoso apresentou maiores valores na sua concentração. Ainda no solo arenoso, teve uma queda gradativa neste teor com o aumento da dose de calcário onde o extremo foi 36% menor que o controle. Para o solo argiloso teve pouca variação com uma pequena queda no teor a partir do nível muito alto. O teor de Zn (Figura 5 C) também apresenta uma queda gradativa com o aumento da dose de calcário quando comparamos o maior teor que é o controle e o menor teor que é o extremo

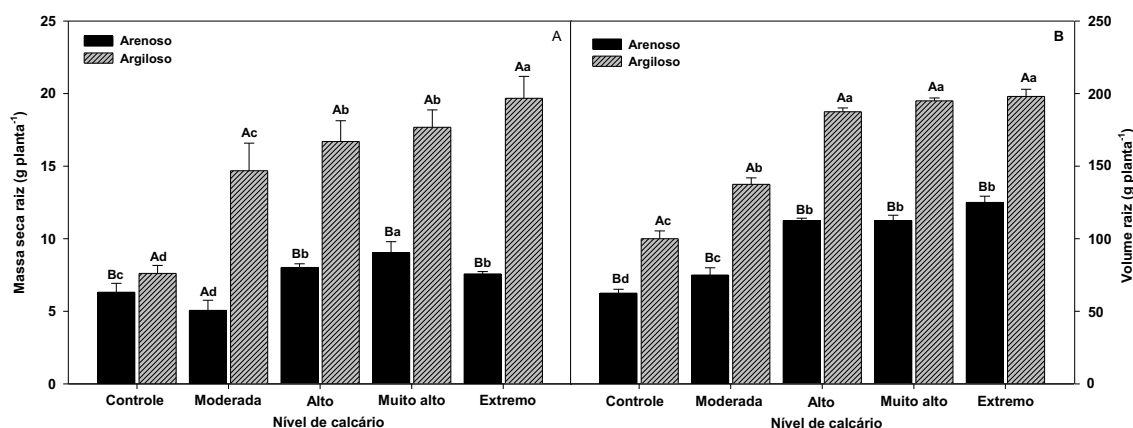
podemos observar uma queda de 57% para o solo arenoso e de 50% no solo argiloso. O B é um micronutriente cuja sua disponibilidade depende do pH do solo, e com o aumento deste pH a sua disponibilidade diminui (DA CRUZ et al., 1987). Para Souza et al. (2010) apresenta que em condições mais acidez a um aumento na disponibilidade de manganês e do zinco essa disponibilidade diminui com a elevação do pH. Para Adriano et al. (2001) afirma que a diminuição do pH aumenta a disponibilidade de Mn.





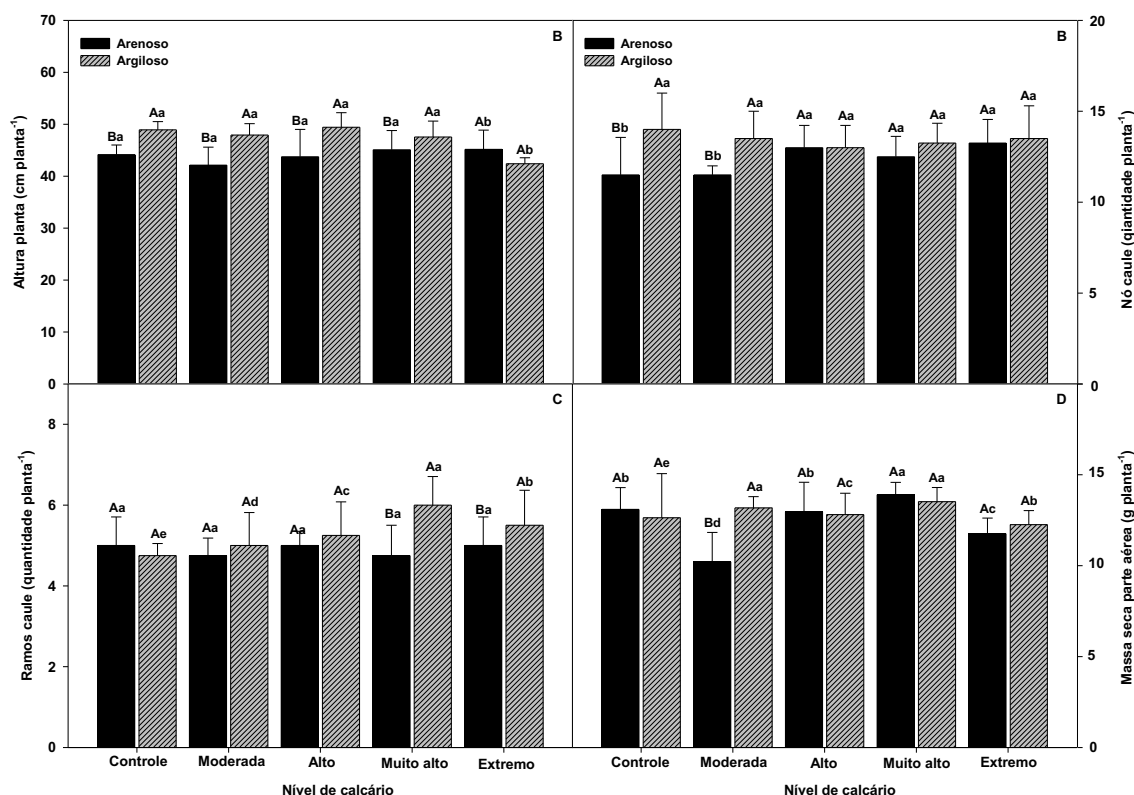
**Figura 5.** Teor boro (A), manganês (B) e zinco (C), no solo em função das concentrações de calcário (controle, moderado, alto, muito alto e extremo) em solo do tipo arenoso e argiloso. Letras maiúsculas diferentes em colunas de cores diferentes comparam dentro de cada nível de calcário dentro dos tipos de solo e letras minúsculas diferentes em colunas da mesma cor comparam os níveis de calcário em função dos tipos de solo, indicando diferenças significativas de acordo com o teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). As colunas representam médias de cinco repetições desvios padrão.

Para a massa seca da raiz (Figura 6A) observamos 75% maior produção de raiz para o solo tipo argiloso. Para o solo tipo argiloso notamos aumento da massa secada raiz com incremento dos níveis de calcário. Já, para o solo arenoso houve aumento até o nível muito alto da massa seca da raiz. Para a o volume da raiz (Figura 6B) observasse que o solo argiloso foi superior incrementado 30% quando comparado com o solo tipo arenoso. Observamos ainda, que para os dois tipos de solo (arenoso e argiloso) o volume da raiz aumentou com as concentrações de calcário. Para o solo tipo arenoso aumentou 42% com o aumento da concentração de calcário. O processo de calagem eleva pH e neutraliza o Al (MARTINI; MUTTERS, 1989) e aumenta o crescimento da raiz, melhorando as funções fisiológicas e bioquímicas da planta (ROSOLEM; MARCELLO, 1998). A espessura e o comprimento das raízes da soja podem ser comprometidos pela presença de alumínio no solo (VILELA; ANGHINONI, 1984). Segundo Sanzonowicz et al. (1995) verificou que as raízes têm um acréscimo linear a cada unidade de pH acrescentada no meio.



**Figura 6.** Massa seca (A) e volume da raiz da soja (B) em função das concentrações de calcário (controle, moderado, alto, muito alto e extremo) em solo do tipo arenoso e argiloso. Letras maiúsculas diferentes em colunas de cores diferentes comparam dentro de cada nível de calcário dentro dos tipos de solo e letras minúsculas diferentes em colunas da mesma cor comparam os níveis de calcário em função dos tipos de solo, indicando diferenças significativas de acordo com o teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). As colunas representam médias de cinco repetições desvios padrão.

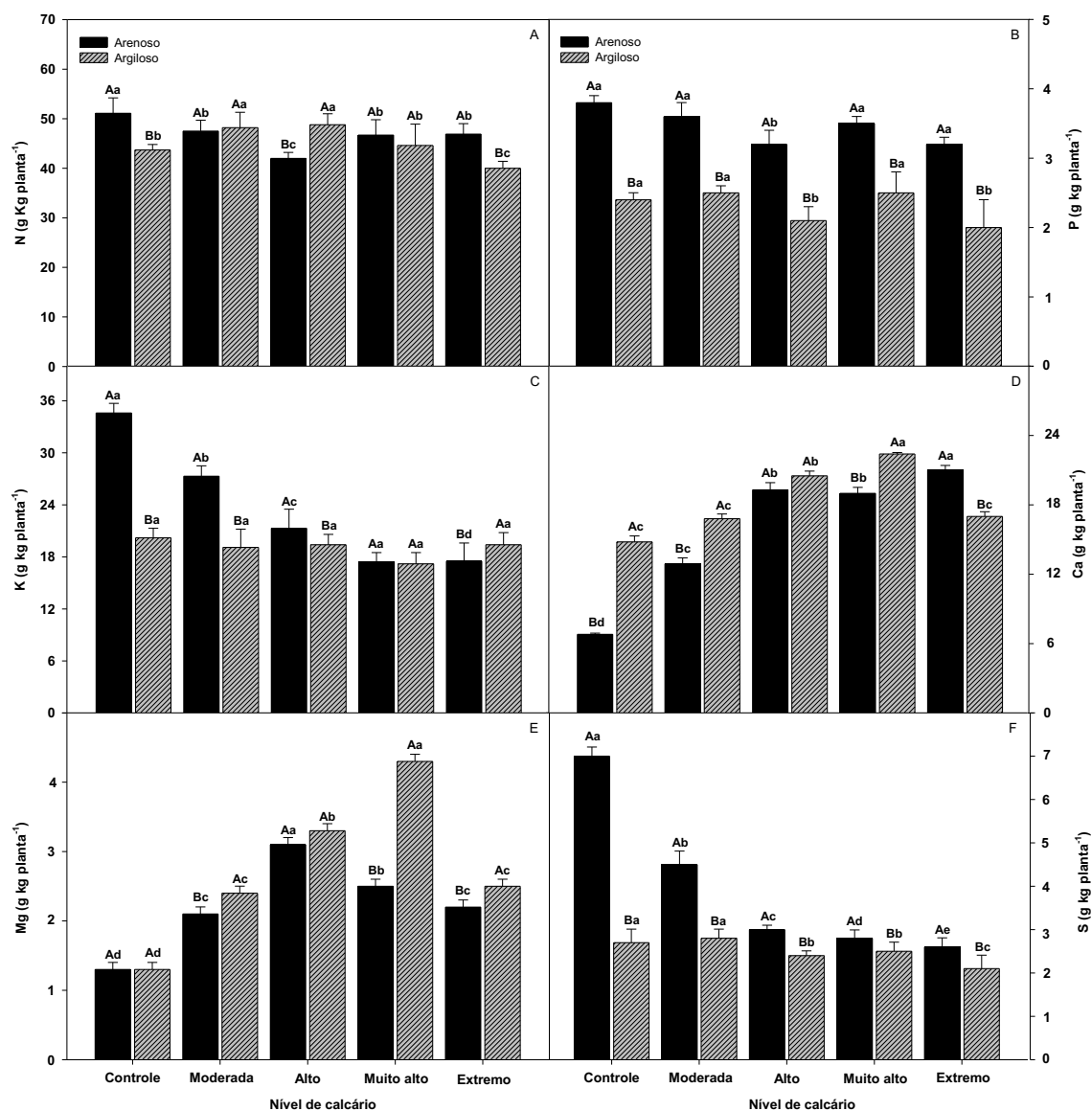
Para a interação tipos de solo e níveis de calcário na altura de planta (Figura 7A) o solo tipo argiloso aumentou 20% altura da soja em função dos níveis de calcário. Para o número de nó observamos diferenças significativa para o solo tipo argiloso nos níveis de calcário controle e moderado quando comparado com o solo tipo arenoso (Figura 7B). Para a quantidade de ramos no caule (Figura 7C) os níveis muito alto e extremo foram superiores para o solo tipo argiloso, quando comparado com o solo tipo arenoso. Para a massa seca da planta (Figura 7D) não foi possível diferenciar tendência de aumento ou queda, observamos em média 15 gramas de massa seca da parte aérea para os níveis de calcário quando comparado com os tipos de solo. Em meios ácidos o crescimento da planta é comprometido, pois a disponibilidade de alguns nutrientes é menor (SUMNER; NOBLE, 2003). Segundo Moretto e Viecegli, (2012) com o aumento da dose de calcário, à um incremento no tamanho da planta. Em seu trabalho Fageria e Baligar, (1999) mostra que o pH ideal para produção de matéria seca na soja é de 5,6 para Borkert e Cox, (1999) que em uma faixa de 5,0 a 7,0 houve um decréscimo no seu peso.



**Figura 7.** Altura planta (A), nó caule (B), ramos reprodutivos no caule (C) e massa seca parte aérea (caule+folha) (D) em função das concentrações de calcário (controle, moderado, alto, muito alto e extremo) em solo do tipo arenoso e argiloso. Letras maiúsculas diferentes em colunas de cores diferentes comparam dentro de cada nível de calcário dentro dos tipos de solo e letras minúsculas diferentes em colunas da mesma cor comparam os níveis de calcário em função dos tipos de solo, indicando diferenças significativas de acordo com o teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). As colunas representam médias de cinco repetições desvios padrão.

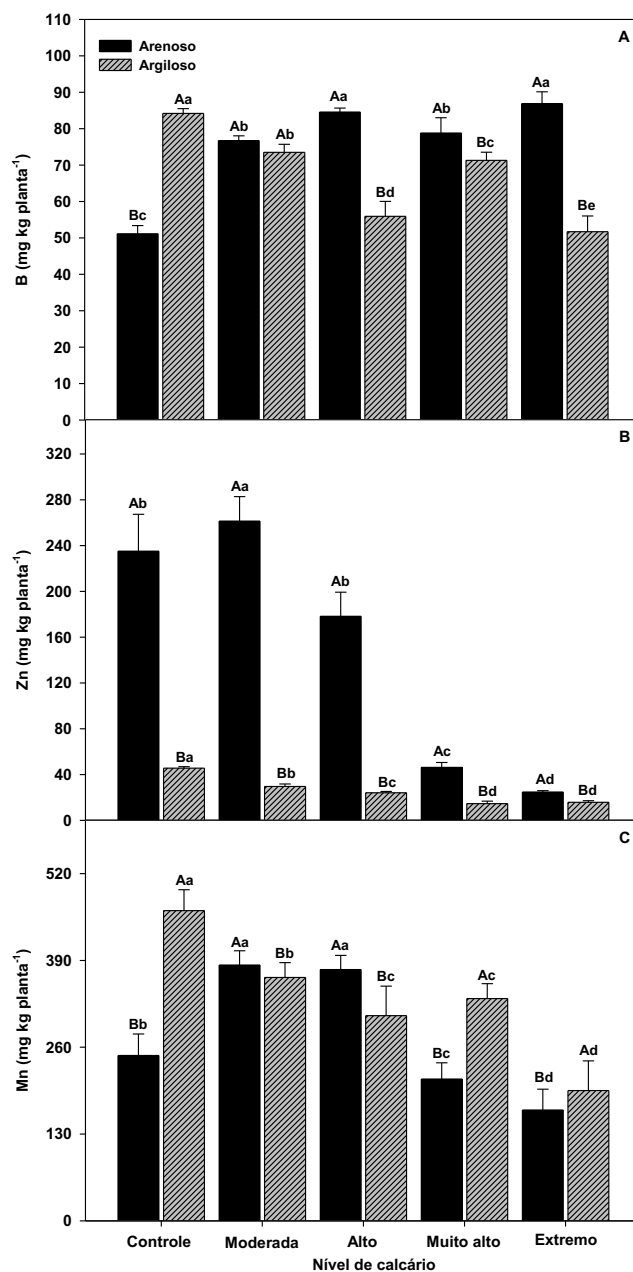
Para o teor de N na folha foi possível determinar nos níveis de calcário alto e muito alto 10% superior para o solo tipo argiloso, quando comparado com o arenoso (Figura 8A). Para a interação entre os tipos de solo, o teor de P na folha aumentou 50% para solo tipo arenoso no nível controle. Para o solo tipo arenoso o teor de P foi menor para o nível extremo de calcário (Figura 8B). Para a interação dos tipos de solo (arenoso e argiloso) para o teor de K na folha da soja aumentou 53% para o nível controle no solo tipo arenoso. Para o solo tipo argiloso não houve diferença significativa para o teor de K (Figura 8C). Para o teor de Ca (Figura 8D) e Mg (Figura 8E) na folha da soja, observamos aumento com os níveis de

calcário para os dois tipos de solo (arenoso e argiloso) apresentado na Figura 8 D. Para o teor de S na folha aumentou 50% para o solo tipo arenoso, no nível controle, quando comparado com o solo tipo argiloso (Figura 8F). Segundo FAQUIN (2025) o pH ideal para um melhor desenvolvimento da planta fica em torno de 6,0 a 6,5, pois aumenta a disponibilidade de alguns nutrientes. P, N, K, S e Mo são nutrientes que se tornam mais disponível para planta com a aplicação do calcário (LOPEZ, 1998). A concentração de cálcio e magnésio aumenta em função da aplicação do calcário (ADAMEK et al., 2024). Para Cantarella et al. (2022) nos teores adequados para os macronutrientes estão entre N= 40 a 54; P= 2,5 a 5,0; K= 17- 25; Ca= 4 a 20; Mg= 3,0 a 10,0 e S= 2,1 a 4,0 g kg.



**Figura 8.** Teor nitrogênio (A), fósforo (B), potássio (C), cálcio (D), magnésio (E) e enxofre (F) na folha da soja em função das concentrações de calcário (controle, moderado, alto, muito alto e extremo) em solo do tipo arenoso e argiloso. Letras maiúsculas diferentes em colunas de cores diferentes comparam dentro de cada nível de calcário dentro dos tipos de solo e letras minúsculas diferentes em colunas da mesma cor comparam os níveis de calcário em função dos tipos de solo, indicando diferenças significativas de acordo com o teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). As colunas representam médias de cinco repetições desvios padrão.

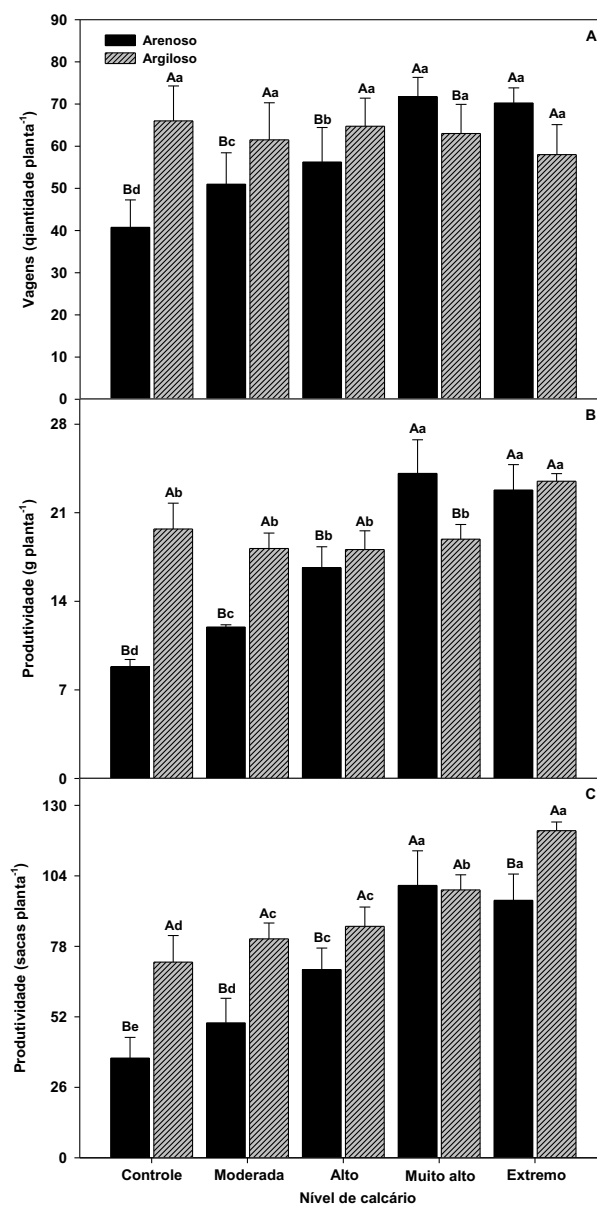
Para o teor do micronutrientes na folha observamos (Figura 9) que os níveis de calcário afetaram os teores do B, Zn e Mn. O teor do B (Figura 9 A) para o solo tipo arenoso os teores foram maiores 60% para nível extremo, com tendência de redução até o menor nível de calcário. Observamos efeito contrário para o solo tipo argiloso, para o teor do B na folha da soja, notamos que o nível controle aumentou 47% em comparação com o maior nível de calcário para o solo tipo argiloso. Para o teor de Zn na folha em função da interação tipos de solo e nível de calcário verificamos redução no teor do elemento na folha com aumento dos níveis de calcário, onde o solo tipo arenoso para o nível controle foi 86% superior quando comparado com o maior nível de calcário e o tipo de solo argiloso (Figura 9 B). Para o teor de Mn na folha em função da interação tipos de solo e nível de calcário verificamos redução no teor do elemento na folha com aumento dos níveis de calcário, para os dois tipos de solo para o nível controle foi 33% superior quando comparado com o maior nível de calcário (Figura 9 C). Com o aumento do pH os nutrientes como ferro, manganês e zinco, se tornam menos disponíveis para planta (BRADY, 1983). Segundo Lopez (1998) a produtividade de soja pode ser comprometida devia “super calagem” por comprometer a disponibilidade de alguns nutrientes. Para as micronutrientes Cantarella et al., (2022) traz que os valores adequados para as folhas entre (B= 21-55; Zn= 20-50 e Mn= 20-100 mg kg).



**Figura 9.** Teor boro (A), zinco (B), manganês (C) na folha da soja na função das concentrações de calcário (controle, moderado, alto, muito alto e extremo) em solo do tipo arenoso e argiloso. Letras maiúsculas diferentes em colunas de cores diferentes comparam dentro de cada nível de calcário dentro dos tipos de solo e letras minúsculas diferentes em colunas da mesma cor comparam os níveis de calcário em função dos tipos de solo, indicando diferenças significativas de acordo com o teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). As colunas representam médias de cinco repetições desvios padrão.



Para o número de vagens (Figura 10A) para o tipo de solo arenoso, houve aumento de 57% para o maior nível de calcário, quando comparado com o nível controle. Já para o solo tipo argiloso não foi possível definir tendência de aumento e queda. Para a produtividade da soja (Figura 10B) para o solo tipo arenoso, notamos 74% de aumento para o nível extremo. Já para o solo argiloso notamos 30% maior produtividade por planta para o nível extremo em comparação com o controle. Para a produtividade sacas por hectare (Figura 10 C) notamos a mesma tendência da Figura 10 B, onde a interação dos tipos de solo e nível de calcário foi maior em 80% para solo argiloso aplicando a maior concentração de calcário nível extremo para o solo argiloso quando comparado com o solo arenoso, no nível controle. Em solos argilosos a produtividade teve um aumento gradativo chegando em seu maior incremento em extremo e menor no controle. A produtividade da soja pode ser prejudicada por conta do pH do solo, pois ele influencia de forma direta na disponibilidade de nutrientes (ADAME et al., 2024). O calcário em altas doses diminui a disponibilidade micronutrientes, e acabam influenciando na disponibilidade sua disponibilidade (SILVA; MENDONÇA, 2007; SOUZA et al., 2007). Segundo Miranda et al. (2005) a soja tem melhor produtividade com a dose adequada de calcário (Barizon, 2001) descreve aumento na massa de 100 grãos com o aumento das doses de calcário.



**Figura 10.** Vagem na planta (A), produtividade planta (B) e produtividade sacas hectare (C) na soja em função das concentrações de calcário (controle, moderado, alto, muito alto e extremo) em solo do tipo arenoso e argiloso. Letras maiúsculas diferentes em colunas de cores diferentes comparam dentro de cada nível de calcário dentro dos tipos de solo e letras minúsculas diferentes em colunas da mesma cor comparam os níveis de calcário em função dos tipos de solo, indicando diferenças significativas de acordo com o teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). As colunas representam médias de cinco repetições desvios padrão.

## **6 CONCLUSÃO**

Concluiu-se com a pesquisa que o aumento das concentrações de calcário elevou o pH do solo, a concentração de nutrientes no solo, os teores de nutrientes, na folha que promoveram aumento na produtividade da soja para os solos de textura média arenoso e muito argilosa.

## REFERÊNCIAS

ABIOVE - Associação brasileira das indústrias de óleos vegetais. **Relatório de Produção e Exportação de Soja**. São Paulo, 2024. Disponível em: <https://www.abiove.org.br> . Acesso em: 8 mar. 2025.

ADAME, K. S.; ZANCANARO, M. A. C.; JANKE, J. P. Z.; MORESCO, V. A. P. Efeito de diferentes doses de calcário no desenvolvimento da soja. In: **CITY FARM – FEIRA DE TECNOLOGIA, INOVAÇÃO E CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 4., 2024, Cascavel**. Anais.... Cascavel: Centro Universitário Fundação Assis Gurgacz, 2024. ISSN 2965-5668. Disponível em: <https://revistas.fag.edu.br/cityfarm>. Acesso em: 27 jul. 2025.

ADRIANO, D. C. **Trace elements in terrestrial environments – Biogeochemistry, bioavailability, and risks of metals**. 2 ed., New York: Springer-Verlag, 2001. 867p. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-21510-5>. Acesso em: 15 abril. 2025

AGUERO, V. M. **Viabilidade econômica da produção de milho e soja influenciada por doses de calcário e gesso**. Dissertação (Fitotecnia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, MS, 2021.

ALVA, A. K.; BLAMEY, F. P. C.; EDWARDS, D. G.; ASHER, C. J. An evaluation of aluminum indices to predict aluminum toxicity in plants grown in nutrient solutions. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, v. 17, n. 12, p. 1271-1280, 1986.

ALVES, R. W. P.; COSTA, F. DA S.; BECKHAUSER, E. C. R.; BATISTA, J. A.; FONSECA, E. L. da. Análise econômica da aplicação de calcário em taxa variável na manutenção da fertilidade do solo para o cultivo de soja. **Caderno Pedagógico**, v. 22. n. 4, p. e14068, 2025. <https://doi.org/10.54033/cadpedv22n4-122>.

ARAÚJO, S. R.; DEMATTÊ, J. A. M.; GARBUIO, F. J. APLICAÇÃO DE CALCÁRIO COM DIFERENTES GRAUS DE REATIVIDADE: Alterações químicas no solo cultivado com milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1755-1764, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000600024>.

ARRUDA, M. R. D.; MOREIRA, A.; PEREIRA, J. C. R. **Amostragem e cuidados na coleta de solo para fins de fertilidade**. – Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2014. 18p. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.3759.6007>.

BAKAIYANG, L. et al. **Re-use in road construction of a Karal-type clay-rich soil from North Cameroon after a lime/cement mixed treatment using two different limes**. Case studies in construction materials, v. 15, n. e00626, p. e00626, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cscm.2021.e00626>.

BAMBOLIM, AMAURI; CAIONE, GUSTAVO; SOUZA, NAIARA FERNANDA; SEBEN JUNIOR, GETULIO DE FREITAS; FERBONINK, GUILHERME FERREIRA. calcário líquido e calcário convencional na correção da acidez do solo, **REVISTA DE AGRICULTURA NEOTROPICAL**, [S. l.], v. 2, n. 3, p. 34–38, 2015. DOI: 10.32404/rean.v2i3.277 <https://doi.org/10.32404/rean.v2i3.277>.

BARIZON, R. R. M. **Calagem na superfície para a cultura da soja, em semeadura direta sobre *Brachiaria brizantha***. 2001. 88f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2001. Disponível em: [https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90721?utm\\_source=chatgpt.com](https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90721?utm_source=chatgpt.com)

BORGES, A. L. **Recomendações de calagem e adubação no Estado de Goiás. Capítulo 4 – Amostragem de solo**. Goiânia: Embrapa Arroz e Feijão, 2022. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/229042/1/Doc-2022-465.pdf>.

BORGES, A. L.; ACCIOLY, A. M. de A. **Amostragem de solo para recomendação de calagem e adubação**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2007. <https://core.ac.uk/reader/15428960> Acesso em: 9 ago. 2025

BORKERT, C. M.; COX, F. R. Effects of acidity at high soil zinc, copper and manganese on peanut, rice and soybean. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 30, p.1371-1384, 1999. <https://doi.org/10.1080/00103629909370293>. Acesso em: 5 ago.2025

CAIRES, E. F.; JORIS, H. A. W.; CHURKA, S. Efeitos a longo prazo da adição de calcário e gesso na produtividade de milho e soja em plantio direto e nas propriedades químicas do solo no sul do Brasil. **Soil Use and Management**, Oxford, v. 27, p. 45-53, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2010.00310.x>

CASTRO, C. D., OLIVEIRA JUNIOR, A. D., DE OLIVEIRA, F. A., FIRMANO, R. F., ZANCANARO, L., KLEPKER, D., e VINICIUS, D. M. B. **Magnésio: manejo para o equilíbrio nutricional da soja**, 2020. Disponível em:

<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1125328>. Acesso em: 27 jun 2025

CASTRO, C. de; KLEPKER, D.; SFREDDO, G. J.; OLIVEIRA, F. A. de; OLIVEIRA JÚNIOR, A. de. **Análise foliar**. Agência de Informação Tecnológica, Embrapa Soja, 2021.

CENTENO, L. N.; FUENTES GUEVARA, M. D.; CECCONELLO, S. T.; SOUSA, R. O.; TIMM, L. C. Textura do solo: conceitos e aplicações em solos arenosos. **Revista Brasileira de Engenharia e Sustentabilidade**, Pelotas, v. 4, n. 1, p. 31, 2017. <https://doi.org/10.15210/rbes.v4i1.11576> . Acesso em 20 de jun 2025.

**Companhia Nacional de Abastecimento**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/> Acesso em: 16 abr. 2025.

CRUZ, M. C. P.; NAKAMURA, A. M.; FERREIRA, M. E. Adsorção de boro pelo solo: efeito da concentração e do pH. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 22, n. 6, p. 621–626, 2014.10.1590/S1678-3921.pab1987.v22.14985.

DE ALMEIDA, EMIZAEEL M. Uso de escória de siderurgia como corretivo da acidez do solo. **Revista Científica Rural**, v. 25, n. 1, p. 43-60, 2023. Acesso em: 15 jul. 2025.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/Faepe, v. 183, 2005. [https://www.academia.edu/download/62131985/Nutricao\\_mineral\\_de\\_plantas20200218-118808-96dhfy.pdf](https://www.academia.edu/download/62131985/Nutricao_mineral_de_plantas20200218-118808-96dhfy.pdf). Acesso em 1 julho 2025

FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C. Growth and nutrient concentrations of common bean, lowland rice, corn, soybean and wheat at different soil pH on an Inceptisol. **Journal of Plant Nutrition**, v.22, p.1495-1507, 1999. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904169909365730> Disponível em: Acesso em: 19 jul 2025

FRANZEN, DAVID W.; FANNING, CARL D.; GREGOIRE, TERRY DAVID. **Managing saline soils in North Dakota**. Circular (NDSU Extension Service), 1994. [https://www.ndsu.edu/agriculture/sites/default/files/2024-06/sf1087.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.ndsu.edu/agriculture/sites/default/files/2024-06/sf1087.pdf?utm_source=chatgpt.com) Acesso em 2 jul 2025.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – **IBGE**. Contas nacionais trimestrais: PIB e suas fontes. Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 8 mar. 2025.

KABATA-PENDIAS e PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**. 3 ed. Boca Raton, CRC Press, 2001. 413p. <https://doi.org/10.1201/9781420039900>. Acesso em: 15 ago. 2025

SERRAT; B MONTE; SANTOS; J. C .D; SILVA,;M .APARECIDA Universidade federal do Parana setor de ciencias agrarias departamento de solos e eng. agrícola projeto de extensao universitaria solo planta **amostragem do solo perguntas e respostas**, 2002 disponível em: <http://www.soloplan.agrarias.ufpr.br/amostragemsolo.pdf>. Acesso em: 25 jul 2025



SILVA, I.R. e MENDONÇA, E.S. Matéria orgânica do solo. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.275-374, 2007.  
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1034986/1/Tony2015.pdf>. Acesso em: 22 jul. 2025.

SOUZA, D.M.G.; MIRANDA, L.N. & OLIVEIRA, S.A. NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B. & NEVES, J.C.L., eds. **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.205-274, 2007. Disponível em:  
<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1034986/1/Tony2015.pdf> Acesso em: 5 ago 2025

SOUSA, D. E.; GOMES, D. M.; LOBATO. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Brasília, DF; Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2004.  
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/555355/1/Cerrado-Correcao-solo-adubacao-ed-02-8a-impressao-2017.pdf> . Acesso em: 22 abr. 2025.

SOUZA, D.M.G; DE; LOBATO, E. Correção da acidez do solo. Cerrado: correção do solo e adubação. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2002. 81-96. Disponível em:  
<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/555355> Acesso em: 7 jun 2025

SOUZA, L. H. Efeito do pH do solo rizosférico e não rizosférico de plantas de soja inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* na absorção de boro, cobre, ferro, manganês e

zinco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 5, p. 1641–1652, set. 2010.  
<https://doi.org/10.1590/S0100-06832010000500017>.

SFREDO, GEDI JORGE. **Soja no Brasil: calagem, adubação e nutrição mineral**. Londrina: Embrapa Soja, 2008.  
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/470934/1/2008Documentos.n.30511.05.2011OK.pdf>.

SORATTO, RP; CRUSCIOL, CAC. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema de plantio direto recém-implantado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 2, pág. 675–688, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000200022>

SUMNER, M. E.; NOBLE, A. D. **Soil acidification: the world story. Handbook of soil acidity**, p. 15-42, 2003.  
<https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/9780203912317/handbook-soil-acidity?refId=6f2d3c16-d658-4b11-9549-44ed7e043758&context=ubx>. Acesso em jul. 2025.

**EMBRAPA. Calagem e correção da acidez do solo: guia prático**. Brasília: EMBRAPA, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos>. Acesso em: 8 mar. 2025.

LANGE, A.; ZAMBIASI J.; CAVALLI, E.; PEREIRA F. S. Incubação de calcário finamente moído e características químicas do solo sob cultivo de soja e milho. **Nativa**, v. 10, n. 4, 2022. <http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v10i4.14146>

LIMA, D. V., KLIEMANN, H. J., FAGERIA, N. K., DE MORAES, M. F., LEANDRO, W. M., SEVERIANO, E. D. C., EDUARDO, D. C. S. **Saturação por alumínio e relação Al/Ca para a cultura da soja em solos de cerrado**. 2003. Disponível em: <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-alice-doc-214365>. Acesso em 9 set 2025.

LOPES, A. S. **Manual internacional de fertilidade. Potafós**. Piracicaba, p. 177. 1998. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/solos/livros/MANUAL%20INTERNACIONAL%20DA%20FERTILIDADE%20DO%20SOLO.pdf> Acesso em: 14 ago 2025

LUZ, M. J.; FERREIRA, G. B.; BEZERRA, J. R. C. Adubação e correção do solo: procedimentos a serem adotados em função dos resultados da análise do solo. **Campo & Negócios**, p. 6–8, 2002.

MACALLI, R. **Desempenho da soja (Glycine max) em função do manejo da calagem e adubação na região de Curitiba/SC**. 2022. Curitiba: UFSC. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/232754>. Acesso em: 12 maio. 2025.

MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. 5. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1989. 292 p. [https://minerva.ufrj.br/F/?func=direct&doc\\_number=000672276&local\\_base=UFR01](https://minerva.ufrj.br/F/?func=direct&doc_number=000672276&local_base=UFR01).

MARTINI, J.A.; MUTTERS, R.G. **Soybean root growth and nutrient uptake as affected by lime rates and plant age: I. Al, Mn, P and S**. Turrialba, v.39, p.18-24, 1989.

Disponível em: <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/10590/A0788e01-03.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 26 jun 2025

MARQUES, D. J.; BIANCHINI, H. C.; MACIEL, G. M.; SANTOS, R. A.; PEREIRA, L. F.; SILVA, T. R. Alterações Morfofisiológicas Resultantes da Aplicação de Silício em Plantas de Milho Sob Estresse Hídrico. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 41, p. 569–584, 2022. <https://doi.org/10.1007/s00344-021-10322-5>

MASCARENHAS, H. A. A.; BATAGLIA, O. C.; QUAGGIO, J. A.; GALLO, P. B. Zinco nas folhas de soja em função da calagem. **Bragantia**, Campinas, v.47, n.1, p.137-142, 1988. <https://doi.org/10.1590/S0006-87051988000100015>

MASCHIETTO, E. H. G. **Gesso agrícola na produção de milho e soja em solo de alta fertilidade e baixa acidez em subsuperfície em plantio direto 2009**. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2009: <https://doi.org/10.1590/1983-40632015v4530301>

MIRANDA, L. N. DE. et al. Utilização de calcário em plantio direto e convencional de soja e milho em Latossolo Vermelho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 6, p. 563–572, jun. 2005. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2005000600006>

MORETTO, T.; VIECELLI, C. A. Efeito de diferentes doses de Cálcio aplicado no sulco de plantio sobre a produtividade da soja. **Cultivando o Saber. Cascavel**, v.5, n.3, p.47-52, 2012. <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/447>

NATALE, W.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M.. Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p. 1475–1485, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832007000600024>

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Teste de ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A.J.; GARRIDO, W. E.; ARAUJO, J. D., LOURENÇO, S. (3º). **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa-SEA, 1991. [https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/910596/1/bol33.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/910596/1/bol33.pdf?utm_source=chatgpt.com)

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais**. Viçosa: UFV, 1999. 399p <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&biblioteca>

OLIVEIRA JÚNIOR, A. de; OLIVEIRA, F. A. de; CASTRO, C. de; ZANCANARO, L.; KLEPKER, D.; FOLONI, J. S **Micronutrientes. In: Adubação – Micronutrientes**, Embrapa Soja. [https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1139184/1/Circular-Tecnica-94-versao-4.pdf?utm\\_source=chatgpt.com](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1139184/1/Circular-Tecnica-94-versao-4.pdf?utm_source=chatgpt.com) Acesso em: 19 ago. 2025.

PARENTE, O. M.; CASTRO, C. M.; SILVA, J. N.; SILVA, A.; SILVA, W. A.; SILVA, A.; FERNANDES, E. N. Otimização do Método SMP para a recomendação de calagem em solo da região sudoeste do Maranhão. **CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES**, v. 17, n. 5, p. e6837, 2024. Disponível em: [https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/6837?utm\\_source=chatgpt.com](https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/6837?utm_source=chatgpt.com)

PRADO, R. DE M.; NATALE, W. Calagem na nutrição de cálcio e no desenvolvimento do sistema radicular da goiabeira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 10, p. 1007–1012, 2004. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2004001000008>

PRESTON, CRISTIE. **Soil pH effects on potassium and phosphorus fertilizer availability and management**. **Nutrien Economics**, 2022. Disponível em: <https://nutrien-economics.com/news/soil-ph-effects-potassium-and-phosphorus-fertilizer-availability-and-management/>. Acesso em: 17 ago. 2025.

RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C.; ALVAREZ V., V. H.; OLIVEIRA, J. G. de; SACCOL, E.; ANJOS, L. H.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. rev. e atual. Campinas: Instituto Agrônômico, 1997. 285 p. (Boletim técnico, 100). Disponível em: [https://www.academia.edu/download/56601012/boletim\\_tecnico\\_100\\_pdf.pdf](https://www.academia.edu/download/56601012/boletim_tecnico_100_pdf.pdf).

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/484425/1/ct18.pdf>. Acesso em 16 ago. 2025.

ROSOLEM, CA; MARCELLO, CS. Crescimento radicular e nutrição mineral da soja em função da calagem e adubação fosfatada. **Scientia Agrícola**, v. 3, pág. 448–455, 1998. <https://doi.org/10.1590/S0103-90161998000300013>

TOMÉ JÚNIOR, Juarez B. **Manual para interpretação de análise de solo**. Guaíba, RS: Agropecuária, 1997. Bibliografia: p. 245-247. ISBN 8585347198 (broch.) Disponível em [https://acervo.bn.gov.br/sophia\\_web/acervo/detalhe/598420?i=1](https://acervo.bn.gov.br/sophia_web/acervo/detalhe/598420?i=1) Acesso em jun

UNITED STATES. Department of Agriculture. National Agricultural Statistics Service – NASS. **Old crop corn stocks up 29% from last year, soybean ending stocks up 29%**. Washington, D.C.: USDA, 30 set. 2024.

VILELA, L.; ANGHINONI, I. Morfologia do sistema radicular e cinética de absorção de fósforo em cultivares de soja afetadas pela interação alumínio fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.8, p.91-96, 1984. Disponível em: <https://www.sidalc.net/search/Record/dig-alice-doc-563014>

VIVIANI, C.; MARLENE. E. M; VITORINO. A.C.T.; NOVELINO O. J; GONÇALVES C .M Disponibilidade de fósforo em dois latossolos argilosos e seu acúmulo em plantas de soja, em função do aumento do pH. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 1, p. 61–67, jan. 2010. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000100007>

WEIRICH NETO, P. H.; CAIRES, E. F.; JUSTINO, A.; DIAS, J... Correção da acidez do solo em função de modos de incorporação de calcário. **Ciência Rural**, v. 30, n. 2, p. 257–261, mar. 2000. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782000000200010>

WELLS, R. Dynamics of soybean growth in variable planting patterns. **Agronomy Journal, Madison**, n 85, v.1, p. 44-48, 1993.  
<https://doi.org/10.2134/agronj1993.00021962008500010009x>