

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA

MICHELLY DE MORAES FERREIRA

EFEITO RESIDUAL DE REMINERALIZADOR COMO FONTE DE POTÁSSIO NA  
CULTURA DA SOJA

Monte Carmelo

2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
MICHELLY DE MORAES FERREIRA

EFEITO RESIDUAL DE REMINERALIZADOR COMO FONTE DE POTÁSSIO NA  
CULTURA DA SOJA

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

Orientador (a): Douglas José Marques

Monte Carmelo

2024

MICHELLY DE MORAES FERREIRA

EFEITO RESIDUAL DE REMINERALIZADOR COMO FONTE DE POTÁSSIO NA  
CULTURA DA SOJA

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

Monte Carmelo, 29 de abril de 2024

Banca Examinadora

---

Douglas José Marques  
Orientador

---

Ricardo Falqueto Jorge  
Membro da Banca

---

Gustavo Moreira Ribeiro  
Membro da Banca

Monte Carmelo  
2024

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus por ser minha fonte de força e paz, e estar sempre me protegendo e guiando.

Agradeço aos meus pais, à minha irmã Vanessa e minha avó Ana todo amor e cuidado. À minha mãe Lucimeire, ao meu pai Ivone e irmã, sou grata também por serem meus companheiros nessa jornada, especialmente pela ajuda valiosa de minha mãe neste trabalho.

Agradeço ao professor Douglas José Marques pelas oportunidades, orientações e paciência.

Ao Marco Iony Fernandes, sou grata pelos ensinamentos e por ser solícito em ajudar em certas oportunidades demandantes deste experimento, igualmente agradeço ao Daniel Cardoso.

Aos meus amigos Nadia Mendes, Maria Clara Silva e João Paulo Lima agradeço por todos os momentos compartilhados e a preciosa amizade que fizeram com que os anos de graduação fossem mais leves.

À Universidade Federal de Uberlândia por toda estrutura necessária para nossa formação e à todas as pessoas que lá trabalham. Agradeço aos professores, os quais foram essenciais para minha formação profissional e pessoal.

Deixo minha gratidão a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho.

*“Não te mandei, eu? Seja forte e corajoso, não se apavore, nem desanime, pois, O Senhor Teu Deus, estará contigo por onde quer que andares.”*

*(Josué 1:9)*

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>9</b>
2.1	Importância econômica da soja .....	9
2.2	Importância do potássio para a soja.....	10
2.3	Uso de remineralizador como fornecedor de K.....	11
2.4	Dinâmica do potássio em função da textura do solo .....	12
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>13</b>
3.1	Condições e local de estudo.....	13
3.2	Solo e adubação .....	14
3.3	Manejo da irrigação .....	17
3.4	Delineamento experimental.....	19
3.5	Cultivar e condução inicial.....	19
3.6	Avaliações realizadas .....	19
3.7	Análise de dados.....	20
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>24</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>26</b>

## RESUMO

Tendo em vista, a grande dependência do Brasil por importações de fertilizantes e por ser o segundo maior consumidor de potássio do mundo, é necessário criar alternativas para amenizar essa dependência. Assim, o uso de remineralizadores como alternativa de fonte potássica para a cultura da soja, pode contribuir na adubação e seu efeito residual pode ser usado em cultivo sucessivo. Para isto, a pesquisa tem como objetivo, avaliar o cultivo da soja em sucessão a cultura do milho utilizando o remineralizador “*Completo*” como fonte de potássio e seu efeito residual sobre os aspectos vegetativo e produtivo. O delineamento experimental utilizado foi em esquema fatorial 2x6+1, sendo duas texturas de solo (média e argilosa), seis doses de remineralizador “*Completo*” (0; 4, 8, 12, 16 e 20Mg ha<sup>-1</sup>), e controle com “*Ekosil*”. A fonte “*Ekosil*” é um remineralizador registrado no MAPA. Para mensurar os resultados, avaliou-se altura de planta, número de ramificações e vagens por planta. Conclui-se que o uso de remineralizador não tem influência sobre a variável altura de planta. A textura do solo argilosa foi superior, para o número de ramificações. O aumento da produção de vagens foi superior para remineralizador “*Completo*” na textura do solo argilosa.

**Palavras-chave:** Adubação potássica; Cultivo sucessivo; *Glycine max* L.; Rochagem.

## ABSTRACT

Given Brazil's heavy dependence on fertilizer imports and its status as the world's second-largest consumer of potassium, it is essential to develop alternatives to mitigate this dependence. Thus, the use of remineralizers as an alternative potassium source for soybean cultivation can contribute to fertilization, and their residual effect can be utilized in successive crops. Therefore, the objective of this research is to evaluate soybean cultivation following corn, using “*Completo*” remineralizer as a potassium source, and to assess its residual effect on vegetative and productive aspects. The experimental design employed was a 2x6+1 factorial scheme, with two soil textures (medium and clayey), six doses of “*Completo*” remineralizer (0; 4, 8, 12, 16, and 20 Mg ha<sup>-1</sup>), and a control with “*Ekosil*”. “*Ekosil*” is a remineralizer registered with MAPA. To measure the results, plant height, number of branches, and pods per plant were evaluated. It was concluded that the use of remineralizer did not influence plant height. The clayey soil texture was superior for the number of branches. The increase in pod production was higher with “*Completo*” remineralizer in clayey soil texture.

**Keywords:** Potassium fertilization; Successive cultivation; *Glycine max* L.; Rock dust.

## 1. INTRODUÇÃO

Os nutrientes são elementos essenciais para que as plantas completem seu ciclo. Por sua vez, a cultura da soja é a maior demandante do uso de fertilizantes para suprimento nutricional no Brasil, com 44% do total usado no ano de 2020. Porém, o país é dependente da importação de fertilizantes, sendo que em 2023 foram trazidas mais de 39.439 mil toneladas (ANDA, 2024). O potássio (K) é o macronutriente mais aplicado no país, estando na posição de segundo maior consumidor de K do mundo, segundo o Plano Nacional de Fertilizante 2050.

A importância deste nutriente está ligada às várias funções essenciais que desempenha no metabolismo vegetal e em processos bioquímicos, constituindo um elemento fundamental para a produtividade da soja (BAZZO et al., 2021). A adubação potássica pode ser realizada com diferentes fontes, sendo o cloreto de potássio o fertilizante comercial para este fim mais usado no mundo. Mais de 80% da produção mundial de potássio é detida pelos países Canadá, Bielorrússia, Rússia, China e Alemanha, surgindo a necessidade de buscar outras fontes de K como forma de reduzir a dependência e importação de fertilizantes solúveis que possuem baixo efeito residual e muitas vezes mais caros (BRASIL et al., 2022).

Para tanto, fontes alternativas a partir de rochas e minerais ricos em K são alternativas para a atividade agrícola, principalmente para uso em solos altamente intemperizados, como os do bioma cerrado (REZENDE et al., 2022). Esses produtos são chamados remineralizadores, segundo o Artigo 3º da Lei nº 12.890, remineralizador é definido como “o material de origem que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere os índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas ou físicoquímicas ou da atividade biológica do solo” (BRASIL, 2013).

Esses subprodutos de rochas como dunitos, basaltos, sienitos, dolomitos são compostos por variados minerais como plagioclásio, quartzo, feldspato e piroxênio, que são fontes de vários elementos essenciais às plantas como os macronutrientes Mg, P, Ca e K (TOKURA ALOVISI et al., 2023). Eles, além de ser uma opção de inserção de nutrientes no solo, podem dar um destino mais sustentável para os resíduos gerados com a mineração, passando a ter uma função na cadeia produtiva (MEDEIROS et al., 2021).

A utilização ampla dessa técnica ainda não é realizada pelas poucas informações ou desconhecimento dos produtores quanto aos remineralizadores, pela falta de incentivo político para o uso de fontes alternativas, pelo custo de transporte e por não ter uma regulamentação clara de comercialização dos produtos (ALOVISI et al., 2021).

A dependência por fertilizantes gera insegurança alimentar no Mundo e no Brasil, um dos principais produtores de alimentos. Assim, a aplicação de fontes nacionais pode contribuir para a redução dessa necessidade de importação, trazendo um efeito residual melhorando o sistema de produção a longo prazo, por meio das propriedades físicas do solo e gradativa disponibilização de nutrientes, sendo interessante em cultivos sucessivos.

Portanto, o uso dos remineralizadores como fornecedor de nutrientes para as culturas, como a soja, é uma opção considerável. Para isto, estudos sobre a utilização dos remineralizadores são imprescindíveis para entender a capacidade destes produtos.

Deste modo, a pesquisa tem como objetivo avaliar o cultivo da soja em sucessão à cultura do milho usando remineralizador “*Completo*” como fonte de potássio e seu efeito residual sobre os aspectos vegetativo e produtivo.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

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

A cultura da soja possui grande importância na economia nacional, pois envolve diversos agentes e organizações em vários setores econômicos, desempenhando papel fundamental para o Produto Interno Bruto (DA SILVA BERTI et al., 2019).

O aumento da escala de comercialização da soja no Brasil ocorreu a partir do ano de 1970 (Faccin & Castillo, 2019), ocasionada pelo grande requerimento do grão pelo mercado externo, resultando na entrada e ampliação de indústrias de óleo de soja no país. Para atender a demanda pelo produto, foram realizadas pesquisas e desenvolvidas várias inovações tecnológicas que possibilitaram o aumento do cultivo da soja no Brasil (HOLTZ, 2019). A expansão da fronteira agrícola rumo ao centro-oeste do país também contribuiu para o acréscimo de produção e de produtividade da oleaginosa (ARTUZO et al., 2018).

A cultura é a que teve maior crescimento no Brasil (COLUSSI et al., 2016). Abrangendo uma área de 45.178 milhões de hectares e com estimativas de produtividade e de produção de 3.251 kg ha<sup>-1</sup> e mais de 146 milhões de toneladas, respectivamente, na safra 23/24 (CONAB, 2024). Ela engloba a principal cadeia produtiva do agronegócio brasileiro, segmento este que compreende um setor de grande contribuição para o saldo comercial brasileiro, a partir das exportações de produtos agrícolas, evidenciado pelos números que a cultura alcança. O Brasil está na posição de maior produtor de soja do mundo desde a safra 2019/20, e é o maior

exportador do grão do mundo, com possibilidade de ultrapassar 100 milhões de toneladas na safra atual (USDA, 2024).

A soja tem sua importância por ser uma das principais matérias-primas de produtos flexíveis, ou seja, é usada para diversas finalidades, utilizando tanto os grãos como seus subprodutos, como o óleo extraído dos grãos e o farelo de soja (FACCIN & CASTILLO, 2019). Constitui uma importante fonte de proteína, por isso, na alimentação humana, é feito o consumo in natura ou enriquecendo o preparo de outros alimentos e a utilização de seu óleo. Para os animais, o farelo de soja é o principal produto utilizado como fonte de proteína. Além, de ser crescente a demanda como fonte de biodiesel (PICCOLI, 2018).

O complexo da soja abrange vários setores, estimulando negócios no ramo agropecuário contribuindo com a criação de empregos. Gera renda antes da fazenda, para fornecedores de sementes, defensivos, fertilizantes, dentro da fazenda para os produtores rurais e seus colaboradores, para o segmento de logística, e a posteriori para cerealistas, indústrias, revendas, até o consumidor final interno ou na formação de commodities (DE SANTANA et al., 2020).

## **2.2 Importância do potássio para a soja**

Para alcançar seu potencial produtivo, a soja, necessita de macronutrientes e micronutrientes em quantidade satisfatória e de forma adequada em todo seu ciclo (Batista et al, 2022). O potássio é um dos macronutrientes de maior importância, junto com o nitrogênio (N) e o fósforo (P), sendo o K o segundo mais demandado em quantidade (TAGLIEBER et al., 2022).

A nutrição vegetal considera principalmente a extração e a exportação de nutrientes pela cultura, sendo a extração determinada pela quantidade total de nutriente que a planta absorve do sistema, e exportação, a quantidade desse nutriente que é retirado do sistema por ocasião da colheita, no caso da soja, junto com os grãos (DE GODOY, 2021). Isto posto, nessa cultura, o potássio é o segundo macronutriente mais extraído pela planta, ficando atrás do nitrogênio que é o mais demandado. Em termos de exportação, mais de 50% do K absorvido é exportado junto com os grãos (CAVALLI & LANGE, 2018). Assim, a manutenção da adubação é fundamental, mesmo que a soja não responda a incrementos na adubação, quando em níveis satisfatórios de fertilidade (GUIMARÃES, 2023).

O K exerce muitas funções nas plantas, participando de forma direta ou indireta de vários processos fisiológicos e bioquímicos no metabolismo de carboidratos, como a fotossíntese e a respiração (CAVALINI et al., 2018). Muitos processos dependem da

disponibilidade de K, tais como a regulação da turgidez das células vegetais, transporte de solutos a longa distância e síntese proteica. Também, atua na abertura e fechamento dos estômatos, controlando a transpiração e regulando o aporte de CO<sub>2</sub> para a fotossíntese. Em ambientes salinos, reduz a absorção de sódio e aumenta a absorção de outros cátions, como o cálcio. Além, de ser responsável pela ativação de cerca de 60 enzimas que participam do metabolismo do carbono e nitrogênio (COTRIM et al., 2023; NASCIMENTO et al., 2023).

A deficiência do macronutriente pode causar prejuízo à planta, como diminuição do CO fotossintético, prejudicando a fixação, o transporte e a utilização de assimilados. Em plantas deficientes de K, a degradação da membrana e da clorofila é favorecida, passando a ser sensíveis à luz, conseqüentemente, aparecem sintomas cloróticos e necróticos (HASANUZZAMAN, 2018). A clorose aparece nos bordos das folhas, evoluindo para necrose, devido à formação de putrescina (BIDIN, 2022). O enchimento de grãos, principalmente no terço superior da soja é comprometido, limitando a produtividade (SILVESTRIM et al., 2021). Há a ocorrência de vagens chochas, os grãos ficam enrugados, pequenos, deformados com baixo poder germinativo e vigor, a maturação da planta é atrasada, podendo ocorrer haste verde e retenção foliar.

Desta forma, o fornecimento de K é de grande importância ao aumento de nodulação, a quantidade e qualidade dos componentes de produção, como número de vagens, mais e maiores grãos por planta, no teor de óleo, e na tolerância a estresses bióticos e abióticos (ROTONDANO, 2021).

### **2.3 Uso de remineralizador como fornecedor de K**

No Brasil, a maioria dos solos são ácidos, intemperizados e deficientes em potássio, causando uma dependência por insumos que contornem o problema e aumentem os níveis do nutriente no solo.

Para que seja assegurado parâmetros de qualidade, a Instrução Normativa nº 05/2016 estabelece regras para os remineralizadores de solo, definindo as especificações e garantias mínimas que estes produtos devem ter em relação a nutrientes e elementos potencialmente tóxicos. Os materiais devem apresentar quanto a natureza física, soma de bases (CaO, MgO, K<sub>2</sub>O) ≥ 9%; teor de óxido de potássio (K<sub>2</sub>O) de no mínimo 1% e teores de As, Cd, Hg e Pb devem ser inferiores a 15, 10, 0,1 e 200 mg/Kg, respectivamente (BRASIL, 2016).

Desta forma, os remineralizadores podem ser alternativas para a fertilização de solos. Estes possuem diferentes composições de minerais a depender do material de origem, dentre as

especificações composicionais, as rochas silicáticas possuem minerais como biotita, feldspatos, feldspatoides, zeólitas, flogopita e minerais ferromagnesianos (olivinas e piroxênios) que são fontes de nutrientes como K, Mg, Ca e do elemento benéfico como o Silício (DANTAS et al., 2022).

Essas fontes são rochas moídas e por isso possuem um efeito residual, tendo um potencial menos reativo, fazendo com que as propriedades físicas do solo sejam melhores e o fornecimento de nutrientes seja gradual (FRAZÃO et al., 2019).

Os remineralizadores ou agrominerais tem demonstrado grande potencial como fonte alternativa de restauração da fertilidade do solo, principalmente, como fornecedor de potássio. Algumas rochas se destacam no fornecimento de K como as rochas ultramáficas alcalinas, brecha piroclástica, xistos, flogopititos e biotitas (CASTRO et al., 2022a). Vários trabalhos vêm sendo desenvolvidos com remineralizadores como fonte de K, exemplos como a pesquisa feita por Castro et al. (2022b) que obtiveram resultados satisfatórios nos parâmetros avaliados nas culturas soja e arroz e Souza et al. (2017) que com o uso de rochas ultramáficas, biotita e anfíbolito em doses crescentes apresentou ser uma fonte de K equiparada a fonte solúvel de potássio.

#### **2.4 Dinâmica do potássio em função da textura do solo**

O potássio é um nutriente móvel no solo e diversos fatores afetam sua disponibilidade, como o pH do solo, a umidade, a textura do solo e a temperatura (PEREIRA et al., 2021). O K possui apenas uma carga de valência, fazendo com que seja pouco adsorvido pelos colóides do solo e facilmente levado junto com a água em movimento descendente no perfil do solo, podendo ficar abaixo do alcance do sistema radicular das plantas (LIMA, 2021).

Essa mobilidade vertical de nutrientes depende de fatores físicos e químicos do solo. Os atributos físicos são relacionados ao tamanho de poros, sua distribuição e o grau de saturação destes por água, a percolação da água dada pela ocorrência de precipitação e a capacidade do solo de reter água. Os atributos químicos incluem a concentração de solução de solo, o pH, a CTC, as reações de dissolução/precipitação e as trocas iônicas entre os nutrientes da solução com os que se encontram na fase sólida do solo (BOLZANI et al., 2022).

Segundo Marcandalli (2023), a lixiviação do potássio está ligada à além desses fatores citados, a textura do solo, a quantidade de fertilizante potássico aplicado e é associado ao número de eventos de precipitação ou irrigação que contribuem para a descida do íon. Geralmente solos arenosos apresentam perdas mais expressivas de K, comparado ao de textura

argilosa. Isso ocorre devido a elevada drenagem, baixa capacidade de troca de cátions, reduzida disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica, fazendo com que este tipo de solo expresse menor proveito do potássio (DIAS et al., 2020).

Por sua vez, solos argilosos possuem maior CTC, têm a capacidade de reter mais água e de ter uma reserva de cátions essenciais, assim a perda de potássio por lixiviação é menor do que em solos arenosos, que necessitam de adição mais frequente de fertilizantes, por serem mais drenados e possuírem menor capacidade de retenção de água e nutrientes (SANTOS, 2023). De acordo com De Paula Gomes et al. (2022) em locais arenosos, com baixa CTC e elevadas precipitações a lixiviação é mais significativa, porém, o uso de fontes solúveis do nutriente, pode acarretar perdas de K também em solos argilosos e de alta CTC.

O material de origem do solo, a composição mineralógica e o grau de intemperismo influenciam na reserva de potássio no solo. Por exemplo, a presença de minerais como feldspatos e micas que contêm K estrutural, possuem maior reserva e possível liberação de fontes não trocáveis em comparação a solos sem esses minerais. Solos jovens com argilominerais 2:1 também têm reservas de K nas suas entrecamadas (KASEKER et al., 2022).

Porém no Brasil, os solos apresentam baixos teores de potássio disponíveis às plantas, principalmente em solos intemperizados (HASHIMOTO et al., 2021). Deste modo, a adição de fertilizantes potássicos é preciso para aumentar a disponibilidade do macronutriente, evitando o declínio das reservas de K no solo que são reduzidas com sucessivas colheitas, principalmente, em lavouras com altas produtividades de grãos e em solos com textura de média à arenosa. Além, da necessidade de manejar adequadamente a adubação, visando reduzir as perdas de potássio no perfil do solo (FRANCISCO, 2020).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Condições e local de estudo**

Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação do tipo arco, coberta com filme plástico de 150 µm, cujas laterais foram cobertas com malhas brancas do tipo antianfideo. A casa de vegetação está localizada no Campo Demonstrativo e Experimental – CaDEx, Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo-MG (18°43'36.26" S; 47°31'28.50" W; 903 m). Primeiramente, foi realizado o experimento com milho, conduzido de junho até o início de novembro, e para estudo dos efeitos a longo prazo do remineralizador,

utilizou-se os mesmos vasos para o cultivo da soja. As temperaturas registradas no interior da casa de vegetação durante a condução da leguminosa, foram: temperatura máxima (40,9°C), temperatura mínima (16,1°C), temperatura média (31,0°C), umidade máxima (96,8%), umidade mínima (32,0%) e umidade média (47,2%).

### **3.2 Solo e adubação**

Na pesquisa foram utilizados dois solos com texturas diferentes (Santos *et al.*, 2018): Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), Oxissolo equivalente (Taxonomia do Solo), com textura argilosa, coletado em mata nativa (18°43'48,3"S, 47°30'16,6"W), e Cambissolo Háptico Tb Distrófico (CXbd), Inceptissolo equivalente (Taxonomia do Solo), com textura média, coletado no campo natural (19°09'03,32"S, 47°39'14,96"W).

Os solos foram amostrados a uma profundidade de 0 a 20 cm e, em seguida, coletados na mesma camada para elaboração do projeto. Foram secos ao ar e passados em peneira de malha de 2,5 cm<sup>3</sup>, posteriormente foram homogeneizados para determinação das características químicas e texturais dos solos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características químicas e texturais dos solos (LVd, CXbd) na profundidade de 0-20 cm antes da adubação do plantio

Química <sup>1</sup>	Unidades	LVd	CXbd
pH CaCl <sub>2</sub>		4,55	4,27
P	mg dm <sup>-3</sup>	0,35	0,59
K	mg dm <sup>-3</sup>	21,75	27,22
Ca	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,41	0,33
Mg	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,13	0,20
Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,10	0,41
H+Al	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	2,48	4,13
SB	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,60	0,60
t	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	0,70	1,01
T	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	3,08	4,73
V	%	19,00	13,00
m	%	0,00	41,00
MO	dag kg <sup>-1</sup>	0,88	1,66
B	mg dm <sup>-3</sup>	0,1	0,16
Cu	mg dm <sup>-3</sup>	0,82	1,16
Fe	mg dm <sup>-3</sup>	28,52	50,10
Mn	mg dm <sup>-3</sup>	9,27	11,84
Zn	mg dm <sup>-3</sup>	0,37	0,62
<b>Textura<sup>2</sup></b>			
Areia total	g kg <sup>-1</sup>	370	670
Silte	g kg <sup>-1</sup>	90	20
Argila	g kg <sup>-1</sup>	540	310

<sup>1</sup>pH (acidez ativa) - Método: CaCl<sub>2</sub> 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 (BaCl<sub>2</sub> em pó); Fe, Mn, Cu e Zn - Método: DTPA (Absorção Atômica); Boro: BaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O - Método: microondas.<sup>2</sup>Análise física do solo: Método do densímetro: Classes de diâmetro (mm): 5 frações de areia: Muito grossa = 2-1; Grossa = 1-0,5; Média = 0,5-0,25; Fina = 0,25=0,10; Muito Fina = 0,10-0,05; Total = 2-0,05. Silte = 0,05-0,002; Arg.total < 0,002; Arg.H<sub>2</sub>O < 0,002. 2 frações de areia: Grossa = 2-0,25; Fina = 0,25-0,05. Classes de textura: Até 14% - arenosa; 15 a 24% - média-arenosa; 25 a 34% - média argilosa; 35 a 59% - argilosa; 60% ou superior - muito argilosa.

Os cálculos para correção da acidez do solo seguiram recomendações de Ribeiro (1999), buscando elevar os teores de  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$  e neutralizar o  $\text{Al}^{3+}$ . O calcário utilizado para corrigir a acidez do solo é classificado como dolomítico, possuindo carbonato de cálcio ( $\text{CaCO}_3$ ) e carbonato de magnésio ( $\text{MgCO}_3$ ). Foi aplicado um reagente puro ( $\text{MgO} = 6$  a  $8\%$ ,  $\text{CaO} = 45$  a  $48\%$ , poder de neutralização reativo =  $92,5\%$ , poder de neutralização =  $100\%$  e potência real de neutralização total:  $92,5\%$ ), misturando-o ao solo. Após homogeneizado, o solo foi acondicionado em sacos plásticos, sendo umedecido e passando pelo processo de incubação por 45 dias para favorecer a reação corretiva com o solo.

Após 40 dias da incubação do calcário no solo, foi realizada a aplicação dos remineralizadores “Completo” e Ekosil, de acordo com o volume calculado por vaso e misturados ao solo para homogeneização. As plantas foram conduzidas em vasos com volume de  $14 \text{ dm}^3$ . A Tabela 2 apresenta a caracterização mineralógica do remineralizador “Completo” da empresa GEOFERTIL proveniente da mina de Riacho do Pintor- Riachão das Neves-BA, com CTC  $85,26 \text{ mmol kg}^{-1}$  e CRA  $30,13\%$ .

Para o experimento com milho, além da utilização de remineralizador de solo para disponibilizar nutrientes à cultura, utilizou-se fontes solúveis para oferecer macronutrientes e micronutrientes prontamente às plantas, com base nas recomendações de Novais *et al.* (1991) e adaptadas por Marques *et al.* (2021) (Tabela 3). Padronizou-se a aplicação de  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  do fertilizante KCl com  $60\% \text{ K}_2\text{O}$  em todos os tratamentos, parceladas em 3 aplicações via solo, durante a condução do experimento anterior. A semeadura da soja foi realizada em sucessão ao milho para avaliar o efeito residual do remineralizador de solo “Completo”, deste modo, não foi realizada adubação de base em seu plantio. Posteriormente, como forma de disponibilizar nitrogênio e fósforo, foi realizada adubação de cobertura com fosfato monoamônio (MAP) contendo  $12\%$  de N e  $61\%$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , parcelada em 3 aplicações no solo.

**Tabela 2.** Caracterização mineralógica do remineralizador “Completo” da empresa GEOFERTIL na mina de Riacho do Pintor- Riachão das Neves-BA

Mineral	Composição (%)	Fórmula química
Quartzo	10,37	$\text{SiO}_2$
Muscovita	45,90	$\text{KAl}_2(\text{Si}_3\text{Al})\text{O}_1(\text{OH}, \text{F})_2$
Clinoclora	12,54	$(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})_6(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$
Vermiculita	13,12	$(\text{Mg}, \text{Al})_3(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_2$
Kaolinita	6,42	$\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$
Goethita	3,75	$\text{FeO}(\text{OH})$
Rulita	0,93	$\text{TiO}_2$
Greenalita	6,97	$\text{Fe}_3\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	

**Tabela 3.** Nutrientes, quantidades recomendadas e fontes utilizadas na fertilização do estudo com milho.

Nutrientes	Concentração (mg kg de solo <sup>-1</sup> )	Fontes
N	300	(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO
P	300	NH <sub>4</sub> H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>
K	150	KCl
S	40	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
Mg	46	MgSO <sub>4</sub> ·7H <sub>2</sub> O
Mn	3.0	MnSO <sub>4</sub>
B	2.5	H <sub>3</sub> BO <sub>3</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

### 3.3 Manejo da irrigação

A irrigação do experimento foi realizada por gotejamento, com emissores tipo botão autocompensantes com vazão de 2,3 L h<sup>-1</sup>. Os emissores foram conectados em tubos de polietileno de baixa densidade (PELBD) com diâmetro de 16 mm e microtubos tipo espaguete com diâmetro de 5 mm, conectados a hastes anguladas de 150 mm, disponibilizada uma haste por vaso.

Para o manejo da irrigação foram utilizados tensiômetros de cápsulas porosas instalados em vasos de controle para estimar a lâmina de água perdida pela planta. Para a transformação da leitura do potencial mátrico do solo em umidade volumétrica, foram elaboradas curvas de retenção de água no solo, cujos parâmetros de ajuste utilizando a equação de van Genuchten estão apresentados na Tabela 4.

**Tabela 4.** Parâmetros usados no manejo da irrigação em vasos de 14 dm<sup>3</sup> de solo em diferentes texturas

Parâmetros de ajuste	Textura do Solo	
	CXbd	LVd
$\theta_s$	0,51449	0,56977
$\theta_r$	0,073141	0,12425
$\alpha$	0,038183	0,058284
n	1,5193	1,4527
m	0,341802	0,311627

A capacidade de campo, estimada para os vasos foi de 0,31 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> para a textura de solo média e de 0,34 cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup> para a textura de solo argilosa. A leitura dos tensiômetros instalados nos vasos de controle foi utilizada para a estimativa da umidade atual, e posteriormente do volume de água necessário para se voltar o vaso à capacidade de campo de acordo com as equações a seguir.

$$V_i = (\theta_{cc} - \theta_{atual}) * V_u$$

Em que:

$V_i$  = Volume de solo necessário para voltar o vaso a capacidade de campo no dia i (L);

$\theta_{cc}$  = Umidade do solo na capacidade de campo (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>);

$\theta_{atual}$  = Umidade atual do solo (cm<sup>3</sup> cm<sup>-3</sup>);

$V_u$  = Volume útil de solo no vaso (L);

Os dados de volume de solo necessários para voltar o solo na capacidade de campo foram transformados em tempo de irrigação de acordo com a equação a seguir.

$$T_i = V_i / q$$

Em que:

$T_i$  = tempo de irrigação necessário para se voltar o solo do vaso à capacidade de campo no dia i (h);

$V_i$  = Volume de solo necessário para voltar o vaso a capacidade de campo no dia i (L);

q = vazão do gotejador (L h<sup>-1</sup>);

O manejo da irrigação foi realizado com base na curva de retenção de água determinada para as leituras do solo e da marca d'água, obtidas por meio de um medidor de umidade do solo instalado na profundidade de 0,15 m. O coeficiente de uniformidade relativo à vazão de água utilizado neste estudo foi o proposto por Bralts e Kesner (1983). A decisão sobre o momento de irrigação foi realizada via tensiometria. O monitoramento dos tensiômetros foi realizado diariamente, aproximadamente às 9 horas da manhã.

### **3.4 Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi esquema fatorial  $2 \times 6 + 1$ , com quatro repetições: sendo duas texturas de solo: Latossolo Vermelho Distrófico (LVd), Oxissolo equivalente (Taxonomia do Solo) com textura argilosa, coletado em mata nativa ( $18^{\circ}43'48,3''S$ ,  $47^{\circ}30'16,6''W$ ), e Cambissolo Háplico Tb Distrófico (CXbd), Inceptissolo equivalente (Taxonomia do Solo) com textura média, coletado no campo natural ( $19^{\circ}09'03,32''S$ ,  $47^{\circ}39'14,96''W$ ) x seis concentrações de remineralizador “Completo” (0; 4; 8; 12; 16; 20 Mg  $ha^{-1}$ ) e o tratamento controle utilizando *Ekosil* (4 Mg  $ha^{-1}$ ) como uma testemunha positiva, por ser um produto registrado no MAPA.

### **3.5 Cultivar e condução inicial**

A cultivar utilizada foi a Brasmax Olimpo IPRO, que é adaptada as condições de Cerrado, possuindo ciclo médio de 122 dias, PMS de 181g para a região onde compreende a área do experimento. Com grande potencial produtivo e sistema radicular agressivo (Brasmax, 2022).

A semeadura da soja foi realizada no dia 14 de dezembro de 2023, utilizando três sementes por vaso na profundidade de 3 cm. Posteriormente, realizou-se o desbaste, deixando uma planta por vaso.

### **3.6 Avaliações realizadas**

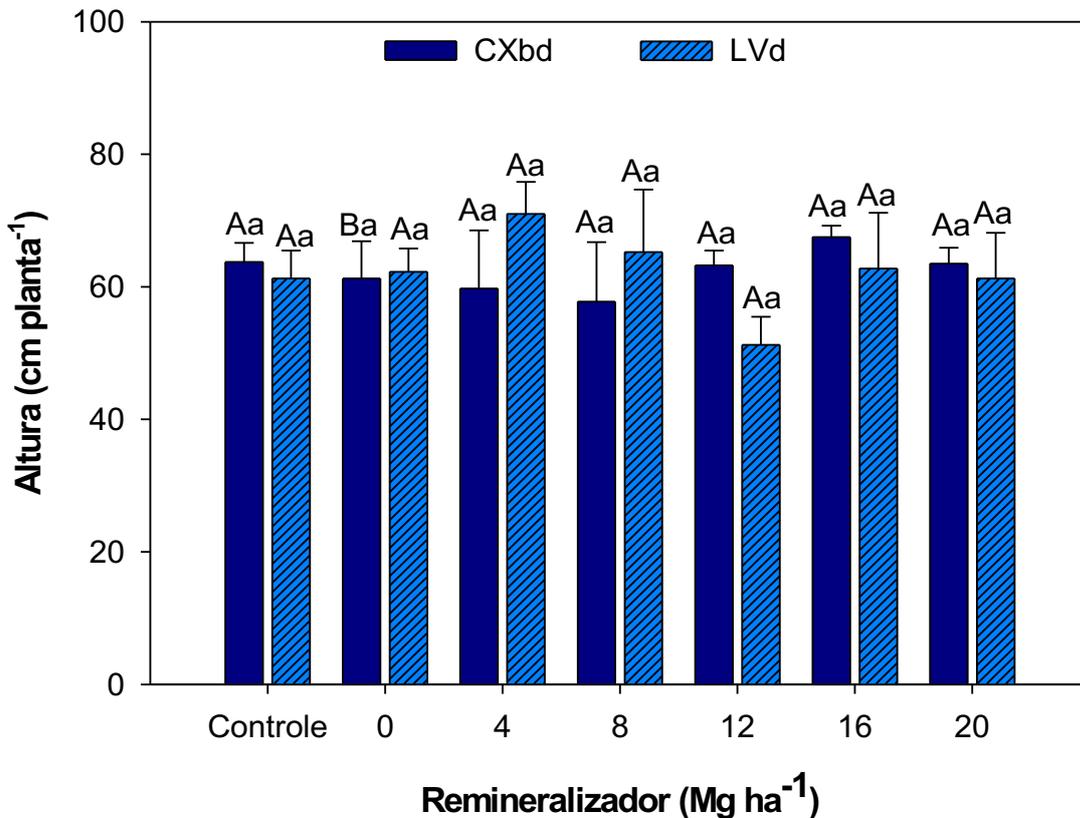
Para conhecimento dos efeitos do uso de remineralizador em parâmetros vegetativos e produtivos foi feita a medição de altura das plantas, contabilizados o número de ramificações a partir da haste principal e o número de vagens por planta, quando a soja estava em estágio R6 (vagens completamente granadas).

### 3.7 Análise de dados

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando encontradas diferenças significativas, foi aplicado o teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. O desvio padrão foi calculado para todas as médias. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados utilizando o software Sisvar (FERREIRA, 2011).

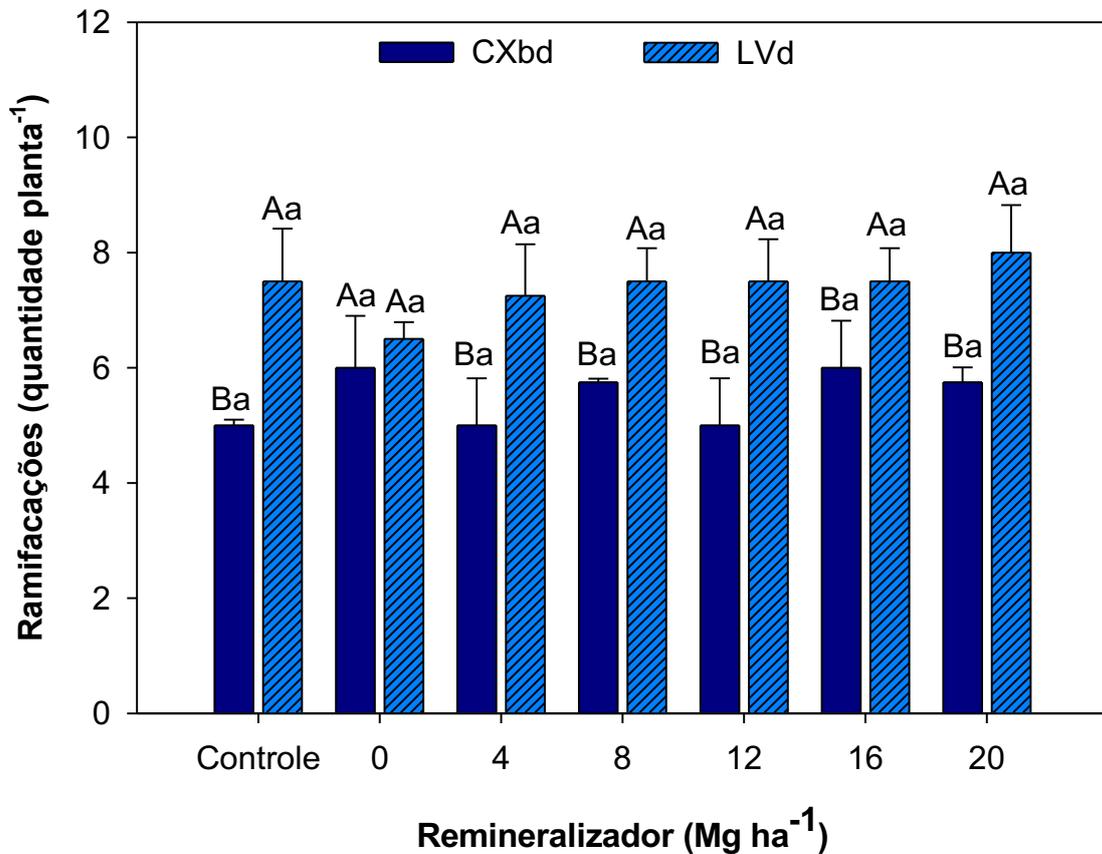
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável altura de planta, não houve diferenças significativas tanto para as texturas de solo avaliadas, média (CXbd) e argilosa (LVd), tanto para as doses do remineralizador “Completo” e o tratamento controle com o *Ekosil* (Figura 2). Para o solo de textura média houve diferença na ausência de remineralizador (0 Mg ha<sup>-1</sup>). Esses resultados indicam que as fontes de remineralizadores e as diferentes doses comportaram em igual condição nas diferentes texturas do solo em cultivo sucessivo onde não foi realizada a reposição de fertilizante potássico. Castro et al. (2022b) em Latossolo Vermelho distrófico, alcançaram resultados positivos sobre a variável altura com uso de remineralizador micaxisto comparado a dose 0 e a utilização de KCl. Resposta contrária obtiveram Júnior et al. (2022a), que utilizando as doses: 0, 2, 4, 6, 8 e 10 Mg ha<sup>-1</sup> de micaxisto em solo argiloso, não tiveram resultados significativos para altura de planta, número de vagens por planta e número de hastes em soja. Júnior et al. (2022b) mesmo com doses maiores de remineralizador micaxisto, chegando a 24 Mg ha<sup>-1</sup>, não alcançaram diferenças para as mesmas variáveis.



**Figura 2.** Altura da planta de soja em função da concentração dos remineralizadores (controle: *Ekosil*, 0, 4, 8, 12, 16, 20 Mg ha<sup>-1</sup>) e textura do solo (Cambissolo Háplico Tb Distrófico - CXbd e Latossolo Vermelho Distrófico - LVd em cultivo sucessivo, sem reposição de fertilizante potássico). Letras maiúsculas nas colunas de cores diferentes comparam a textura do solo e letras minúsculas nas colunas de cores iguais comparam a concentração do remineralizador, indicando diferenças significativas em relação ao teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). As colunas correspondem às médias de repetições e desvios padrão.

O número de ramificações a partir da haste principal das plantas de soja, foi maior nos tratamentos em LVd, com superioridade de 30% comparado aos do CXbd de textura média, independente das fontes de remineralizadores, sendo o “Completo” e o controle com *Ekosil*. Apenas, na dose 0 Mg ha<sup>-1</sup> não diferiu estatisticamente entre os dois solos utilizados e em relação aos outros tratamentos em Latossolo Vermelho distrófico. Para Castro et al. (2022a), em cultivo sucessivo de milho-soja, nas variáveis analisadas, o solo mais arenoso se mostrou mais responsivo a aplicação de remineralizador como fonte de potássio.

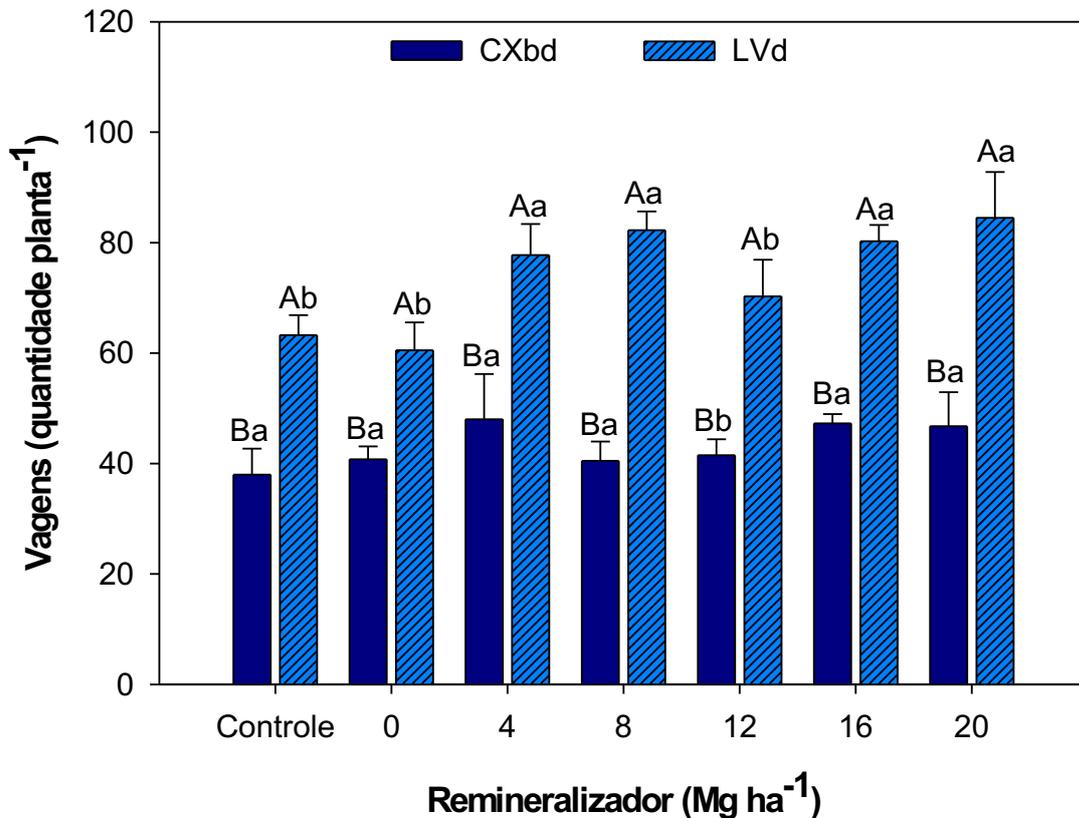


**Figura 3.** Ramificações da soja em função da concentração dos remineralizadores (controle: *Ekosil*, 0, 4, 8, 12, 16, 20 Mg ha<sup>-1</sup>) e textura do solo (Cambissolo Háplico Tb Distrófico - CXbd e Latossolo Vermelho Distrófico - LVd) em cultivo sucessivo, sem reposição de fertilizante potássico. Letras maiúsculas nas colunas de cores diferentes comparam a textura do solo e letras minúsculas nas colunas de cores iguais comparam a concentração do remineralizador, indicando diferenças significativas em relação ao teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). As colunas correspondem às médias de repetições e desvios padrão.

Para a quantidade de vagens na soja (Figura 4), independente da concentração do remineralizador, a textura do solo argilosa (LVd) foi 50% superior comparada aos tratamentos realizados no solo de textura média (CXbd). Entre todos os tratamentos de textura média (CXbd) não houve diferença significativa no fator solo. Já em relação as doses, para o solo classificado como LVd na presença do remineralizador “Completo”, as concentrações 4, 8, 16 e 20 Mg ha<sup>-1</sup> foram superiores na produção de vagens na soja no cultivo sucessivo. Os resultados indicam que o remineralizador “Completo” foi superior ao remineralizador registrado *Ekosil*, para número de vagens em relação a dose em solo argiloso (LVd), podendo

contribuir positivamente no suprimento residual do K a longo prazo. Para o solo de textura média (CXbd), o remineralizador não trouxe incremento para este componente produtivo. Abordando possível explicação, Kaminski et al. (2007) apontam que o suprimento de potássio para as plantas, depende em grande parte das características do solo utilizado e que as ações e reações que ocorrem no solo podem afetar os minerais e a liberação e disponibilização de potássio.

Relacionando quantidade de ramificações com o número de vagens, observa-se que para todos os tratamentos em solo de textura média, as ramificações ficaram entre 5 e 6 com número de vagens em torno de 40. Para o solo argiloso (LVd), 7 ramificações de média com uso de *Ekosil* e com “*Completo*” nas doses 4, 8, 12 e 16 Mg ha<sup>-1</sup>, ficando o tratamento de 20 Mg ha<sup>-1</sup> com 8 ramificações de média e dose 0 Mg ha<sup>-1</sup> com 6 hastes. Para a mesma quantidade de ramificações, os tratamentos com 8 Mg ha<sup>-1</sup> e 16 Mg ha<sup>-1</sup> dispôs de 80 vagens em média, um acréscimo de até 20 vagens comparado ao tratamento com *Ekosil*. A concentração de 20 Mg ha<sup>-1</sup>, com 8 hastes apresentou média de 84 vagens, basicamente a mesma quantidade que as 7 hastes com utilização de 8 Mg ha<sup>-1</sup> e 16 Mg ha<sup>-1</sup>. Como atestado por Câmara et al. (2011), um maior número de ramificações possui mais nós, influenciando diretamente em uma maior produção de vagens. Assim, entendesse que os tratamentos com mesmo número de hastes e uma média menor de vagens, tiveram inferior capacidade de retenção de legumes. Os abortamentos podem ocorrer por estresses bióticos e abióticos (SOUZA, 2016), como em caso de altas temperaturas, visto que a temperatura ideal para o cultivo da soja é até 30°C (MARTINS et al., 2023), e a média de temperatura obtida no experimento foi superior a este valor. A fragilidade da planta às condições não ideais é agravada com níveis desfavoráveis de nutrientes, como o potássio. Baixos níveis de K causam menor pegamento de vagens e chochamento (NEUMAIER et al., 2020).



**Figura 4.** Vagens na soja em função da concentração dos remineralizadores (controle: *Ekosil*, 0, 4, 8, 12, 16, 20 Mg ha<sup>-1</sup>) e textura do solo (Cambissolo Háplico Tb Distrófico - CXbd e Latossolo Vermelho Distrófico - LVd) em cultivo sucessivo, sem reposição de fertilizante potássico. Letras maiúsculas nas colunas de cores diferentes comparam a textura do solo e letras minúsculas nas colunas de cores iguais comparam a concentração do remineralizador, indicando diferenças significativas em relação ao teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). As colunas correspondem às médias de repetições e desvios padrão.

## 5. CONCLUSÃO

O uso de remineralizador não teve influência sobre a variável altura de planta, independente da dose aplicada.

Alcançou-se maior número de ramificações na soja em solo argiloso.

A produção de vagens foi superior com remineralizador “Completo” na textura do solo argilosa.

Para a mesma quantidade de ramificações, os tratamentos com 8 Mg ha<sup>-1</sup> e 16 Mg ha<sup>-1</sup> dispuseram de um acréscimo de 20 vagens em média comparado ao tratamento com *Ekosil*, em solo argiloso.

## REFERÊNCIAS

- ALOVISI, A. M. T.; RODRIGUES, R. B.; ALOVISI, A. A.; TEBAR, M. M.; VILLALBA, L. A.; MUGLIA, G. R. P.; SOARES, M. S. P.; TOKURA, L. K.; CASSOL, C. J.; SILVA, R. S. da; TOKURA, W. I.; GNING, A.; KAI, P. M. Use of basalt rock powder as an alternative fertilizer culture of soybean. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 6, 2021. DOI: 10.33448/rsd-v10i6.15599: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15599>.
- ARTUZO, F. D.; FOGUESATTO, C. R.; SOUZA, A. R. L de; SILVA, L. X. da. Gestão de custos na produção de milho e soja. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios**, v. 20, p. 273-294, 2018.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Importação de fertilizantes**. ANDA, 2024. Disponível em: Pesquisa Setorial - ANDA. Acesso em 03/2024.
- BATISTA, L. F. F.; LAZARETTI, N. S.; CALGARO, F. A. C.; KLEIN, J. E.; MARLOW, V. A. M. Doses de macro nutrientes NPK sobre parâmetros de produtividade na cultura da soja. **Anais do City Farm**, v. 1, n. 1, 2022.
- BAZZO, J.; SANTOS, A.; MARINHO, J. Doses de potássio e boro em cobertura no desempenho produtivo da soja. v.14. 10.30612Agrarian.v14i54.15183. 2021.
- BIDIN, K. M. de V. Incremento na concentração do potássio nos tecidos da soja (*Glycine max*) através da aplicação de fertilizante foliar. 2022.
- BOLZANI, H. R.; KANIGOSKI, I. D.; OLIVEIRA, D. L. A.; POMPEI, C. M. E. Dinâmica de íons em Nitossolo e Argissolo e lixiviados sob aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 4, p. e46811427509-e46811427509, 2022.
- BRALTS, V. F.; KESNER, C. Drip irrigation field uniformity estimation. **Transactions of the ASAE**, ST. Joseph, Saint Joseph, v.24, n. 5, p. 1269-1374, 1983.
- BRASIL. Brasil segundo maior consumidor do mundo de potássio e a soja a cultura mais demandante de fertilizante. **Plano Nacional de Fertilizante 2050**. plano-nacional-fertilizantes (www.gov.br).
- BRASIL, E.; LEANDRO, W.; CASTRO, J.; ARAÚJO, I.; JÚNIOR, J. Agronomic Efficiency of Biotite in Soybean and Corn Silage Production. **Journal of Agricultural Science**. V. 15, n. 1, p. 80. 2022.
- BRASIL. **Instrução Normativa nº 5, de 10 de março de 2016**. 2016. Disponível em: in-5-de-10-3-16-remineralizadores-e-substratos-para-plantas.pdf (www.gov.br)
- BRASIL. Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013. **Lei federal da inspeção e a fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, inoculantes, estimulantes, ou biofertilizantes, remineralizadores e substratos para as plantas, destinados à agricultura**. 2013. Disponível em: L12890 (planalto.gov.br)

BRASMAX. **Características da cultivar Olimpo IPRO**. 2022. Disponível: Brasmax Olimpo IPRO: saiba tudo sobre a cultivar (brasmaxgenetica.com.br)

CÂMARA, A.R.; CARDOSO JÚNIOR, L.A.; MELLO FILHO, O.L.; VAZ BISNETA, M.; SEII, A.H.; NUNES JÚNIOR, J. **Avaliação de componentes de produção em soja de tipo de crescimento determinado e indeterminado de ciclo precoce recomendados para Região Central do Brasil**. 2011.

CASTRO, J.; LEANDRO, W.; BRASIL, E.; FERREIRA, K.; OLIVEIRA, C.; PASSOS, P. Eficiência Agronômica de Remineralizador do Solo de Micaxisto na Sucessão Milheto-Soja. P. e76111435864, v. 11. DOI 10.33448/rsd-v11i14.35864. **Research, Society and Development**, 2022a.

CASTRO, J. P. V.; LEANDRO, W. M.; BRASIL, E. P. F.; FERREIRA, K. R. S.; OLIVEIRA, C. B. A. de; PASSOS, P. B. Phytotechnical and edaphic parameters in soybean (*Glycena max*) and rice (*Oryza sativa*) culture in soil classes with micaschist remineralizer use. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 12, p. e560111234903, 2022b. DOI: 10.33448/rsd-v11i12.34903: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/34903>

CAVALINI, P. F.; SEVILHA, A.; DA CRUZ, R. M.; ALBERTON, O. Resposta da soja a épocas de aplicação de potássio em cobertura. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia da UNIPAR**, v. 21, n. 1, 2018.

CAVALLI, E.; LANGE, A. Efeito residual do potássio no sistema de cultivo soja-milho safrinha no cerrado Mato-Grossense. **Revista Cultura Agronômica**, v. 27, n. 2, p. 310-326, 2018.

COLUSSI, J.; WEISS, C. R.; SOUZA, A. R. D.; OLIVEIRA, L. O agronegócio da soja: Uma análise da rentabilidade do cultivo da soja no Brasil. **Revista ESPACIOS**, v. 37(16) Año 2016, 2016.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO DO BRASIL, CONAB, 2024. **Estimativa de área plantada, produtividade e produção de soja no Brasil**. Disponível em: [www.portaldeinformacoes.conab.gov.br/](http://www.portaldeinformacoes.conab.gov.br/). Acesso em 03/2024.

COTRIM, G.S.; SILVA, D.M.; GRAÇA, J.P.; OLIVEIRA JUNIOR, A.; CASTRO, C.; ZOCCOLO, G.J.; LANNES, L.S.; HOFFMANN-CAMPO, C.B. *Glycine max* (L.) Merr. (Soybean) metabolome responses to potassium availability. **Phytochemistry**, v.205, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2022.113472>.

DANTAS, M. V. B.; NOGUEIRA, E. S.; VILELA, G. F.; PAIM, F. A. de P. Potencial de uso de remineralizadores de solo no estado de São Paulo. In: CONGRESSO INTERINSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16., 2022, Campinas. Anais... **Campinas: Instituto Agronômico**, 2022.

DA SILVA BERTI, M. P.; DE SÁ, M. E.; BENETT, C. G. S.; ROCHA, E. C.; BERTI, C. L. F. Doses e épocas de aplicação de boro na qualidade de sementes de soja. **Revista Cultura Agronômica**, v. 28, n. 2, p. 123-137, 2019.

DE GODOY, L. M. Extração e exportação de nutrientes na cultura da soja. **Boletim agrônômico, OCPBrasil**, ed. 4, 2021.

DE PAULA GOMES, M.; REZENDE, C. H. S.; SOUZA, J. A.; ROCHA, G. C. Lixiviação de potássio em um latossolo cultivado com café. **IRRIGA**, v. 27, n. 3, p. 597-606, 2022.

DE SANTANA, A. C.; COSTA, N. L.; CORONEL, D. A.; BRUM, A. L.; MATTOS, C. A. C. Aspectos da importância do complexo soja no Brasil e no Rio Grande do Sul: 1997–2017. **Redes. Revista do Desenvolvimento Regional**, v. 25, p. 1840-1863, 2020.

DIAS, R. de C.; CASTRO, T. A. van T. de; GONÇALVES, R. G. da M.; POLIDORO, J. C.; ZONTA, E.; PEREIRA, M. G.; STRALIOTTO, R.; TEIXEIRA, P. C. Acúmulo de biomassa e potássio em gramíneas em função da fonte fertilizante e do solo. **Brazilian Journal of Development**, 2020.

FACCIN, A. C.T. M.; CASTILLO, R. A centralidade do complexo-soja na economia brasileira e a manutenção da produção agrícola extravertida: análise da soja em Mato Grosso do Sul. **Geosul**, v. 34, n. 71, p. 111-129, 2019.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciencia e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FRANCISCO, E. A. B. Antecipação da adubação da soja na cultura de *Eleusine coracana* (L.) Gaertn. em sistema de plantio direto. 58 f. Dissertação de Mestrado em Fitotecnia - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, **Universidade de São Paulo**, Piracicaba, 2020.

FRAZÃO, J. J., et al. Agronomic effectiveness of a granular poultry litter-derived organomineral phosphate fertilizer in tropical soils: Soil phosphorus fractionation and plant responses. **Geoderma**. v. 337, p. 582-593. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.10.003> .

GUIMARÃES, J. P. C. **Adubação antecipada na cultura da soja no sudoeste goiano**. IFgoiano, 2023.

HASANUZZAMAN, M.; BHUYAN, M.H.M.B.; NAHAR, K.; HOSSAIN, M.S.; MAHMUD, J.A.; HOSSEN, M.S.; MASUD, A.A.C.; MOUMITA; FUJITA, M. Potassium: A Vital Regulator of Plant Responses and Tolerance to Abiotic Stresses. **Agronomy**. 2018; 8(3):31. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy8030031>.

HASHIMOTO, C. V.; TEIXEIRA, W. G.; ENCINAS, O. C.; TAVARES, S. R. De L. **Determinação dos fatores de retardamento e dispersão de potássio em Latossolo Amarelo de textura muito argilosa**. 2021.

HOLTZ, V.; GRELLMANN, D. H.; AZEVEDO, R. O.; KOESTER, B. E. G. Perdas na colheita mecanizada de soja utilizando diferentes mecanismos na plataforma de corte. **Pubvet**, v. 13, p. 170, 2019.

JÚNIOR, J.; SMILJANIC, K.; MATOS, F.; PEREIRA, R.; PEROZINI, A.; SALVADORI, H.; MENDONÇA, A.; LIMA, V.; SIMON, G; BARBOSA, U.; MIRANDA, B.; SILVA, V.

Remineralizador de solo utilizado como fertilizante na cultura da soja implantada no Cerrado. **Conjecturas**. DOI: 10.53660/CONJ-1291-X51. V.22. 2022<sup>a</sup>.

JÚNIOR, J.; SMILJANIC, K.; MATOS, F.; PEREIRA, R.; SILVA, J.; SANTOS, L.; CREMONESE, H.; MENDONÇA, A.; SIMON, G.; BARBOSA, U.; MIRANDA, B.; SILVA, V.; VILELA, V. Uso do remineralizador de solo micaxisto na cultura da soja na região Centro-Oeste do Brasil. **Conjecturas**. v. 22. DOI: 10.53660/CONJ-1283-X55. 2022b.

KAMINSKI, J., BRUNETTO, G., MOTERLE, D. F., RHEINHEIMER, D. D. S. Depleção de formas de potássio do solo afetada por cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 31, 1003-1010. 2007.

KASEKER, J. F.; ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; GERBER, J. M. Distribuição das formas de potássio no solo em decorrência da aplicação de calcário. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 21, n. 1, p. 35-46, 2022.

LIMA, R. C. de. **Teores de nitrogênio, fósforo e potássio em pontos de deposição de urina bovina em solos de textura argilosa e arenosa**. 2021. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2021.

MARCANDALLI, L. H. **Biopolímero: efeitos em aspectos físico-hídricos do solo e na dinâmica de nitrogênio e potássio**. 2023. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2023.

MARTINS, A. C. et al. **Produção de sementes de soja em resposta ao ambiente de multiplicação. Gestão dos processos para produção de sementes: Do campo a pós-colheita**, c. 2. p. 25. Pantanal, MT, 2023.

MEDEIROS, D. S.; SANCHOTENE, D. M.; RAMOS, C. G.; OLIVEIRA, L. F. S.; SAMPAIO, C. H.; KAUTZMANN, R. M. Soybean crops cultivated with dacite rock by-product: A proof of a cleaner technology to soil remineralization. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, v.9(6), 2021, 106742, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2021.106742>

NASCIMENTO, P.; MENEZES, J.; SILVA, G. Z.; DIAS, R. C. Nitrato de potássio via foliar e condições edafoclimáticas na produtividade de cultivares de soja Leaf application of potassium nitrate and edaphoclimatic conditions in the yield of soybean cultivars. **Observatório De La Economía Latinoamericana**, 2023.

NEUMAIER, N., FARIAS, J. R. B., NEPOMUCENO, A. L., MERTZ-HENNING, L. M., FOLONI, J. S. S., MORAES, L. A. C., & GONCALVES, S. L. **Ecofisiologia da soja**. p. 52. Embrapa. 2020.

NOVAIS, R.F., NEVES, J.C.L. AND BARROS, N.F. **Ensaio em ambiente controlado**. In: Oliveira, A.J., Garrido, W.E., Araújo, J.D. and Lourenço, S., Coord., Métodos de pesquisa em fertilidade do solo, Cap. 2, EMBRAPA, Brasília, 1991. 189-198p.

PEREIRA, R. M.; SILVA, H. B. R.; OLIVEIRA, H. S., RIBEIRO, D. O. Comparação de cultivares de soja no Sudoeste Goiano em resposta à aplicação de diferentes doses de Cloreto de Potássio. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 4132-4144, 2021.

PICCOLI, E. A IMPORTÂNCIA DA SOJA PARA O AGRONEGÓCIO: Uma análise sob o enfoque do aumento da produção de agricultores no Município de Santa Cecília do Sul. **FAT-Faculdade e Escola Curso de Administração**. Tapejara/RS, 2018.

REZENDE, F. H. S.; BATISTA, A. H.; ALMEIDA, G. Q.; GUERRA, L. G. N.; SANTOS, W. O. **Liberação de potássio a partir de micaxisto moído aplicado em solos do cerrado**. 2022.

RIBEIRO, A. C. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. 1999.

ROTONDANO, F. **Efeitos de doses de potássio sobre *Pratylenchus brachyurus* em soja**. IFgoiano, 2021.

SANTOS, A. G. do N. **Mapeamento informativo do potássio (K) trocável na Carta de Jacaraú-PB**. Trabalho de Conclusão de Curso. UFPE, 2023.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5ªed. Brasília, DF, EMBRAPA, 2018.

SILVESTRE, S. R.; OFNER, J. M. M.; SILVA, M. G. G.; SILVA, A. P. da; CASTRO, C. de; OLIVEIRA, F. A. de; OLIVEIRA JUNIOR, A. de. **Otimização da etapa de extração para a determinação do potássio foliar pela técnica FAST-K**. EMBRAPA, 2021.

SOUZA, F. N.; S., OLIVEIRA, C. G. DE., MARÇOLATAS, E. S., & ALVES, J. M. Efeitos condicionador e nutricional de um remineralizador de solos obtido de resíduos de mineração. **Revista Agri-Environmental Sciences**, Palmas, TO, v.3, n. 1, 2017. Disponível em: Efeitos condicionador e nutricional de um remineralizador de solos obtidos de resíduos de mineração. - Portal Embrapa

SOUZA, J. M. T. de. **Resposta à irrigação de duas variedades de soja cultivadas em Dourados-MS**. UFGD. 2016.

TAGLIEBER, A.; TININI, R. C. dos R.; COUTINHO, P. W. R.; SOUTO, M. S.; PEREIRA, C.; JANUÁRIO, F.; NETTO, L. A.; FRAGA, D. A. C. DE; PIVA, C. G. Aplicação de diferentes doses de cloreto de potássio na cultura da soja Application of different doses of potassium antioxidants in soybean crop. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 4, p. 26041-26059, 2022.

TOKURA ALOVISI, A.; TOKUEA, W. I.; KAI, P. M.; TAQUES, M. M. Atributos químicos do solo e componentes agronômicos na cultura da soja pelo uso do pó de basalto. v. 21. DOI: 10.55905/oelv21n9-200. **Observatório De La Economía Latinoamericana**, 2023.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE, USDA, 2024. **Maior produtor e maior exportador de soja do mundo**. Disponível em: Oilseeds: World Markets and Trade | USDA Foreign Agricultural Service . Acesso em 03/2024.