



UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGROECOLOGIA

ELÂNIO FEITOSA DE MELO

**USO DE POTENCIAL REMINERALIZADOR DE SOLO COMO FONTE DE
POTÁSSIO NA CULTURA DO TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM*)**

RIO LARGO-AL
2026

ELÂNIO FEITOSA DE MELO

**USO DE POTENCIAL REMINERALIZADOR DE SOLO COMO FONTE DE
POTÁSSIO NA CULTURA DO TRIGO (*TRITICUM AESTIVUM*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso de Agroecologia da Universidade
Federal de Alagoas, Campus de Engenharias e
Ciências Agrárias como pré-requisito para a
obtenção do título de Bacharel em
Agroecologia.

Orientadora Prof.^a Dr.^a Regla Toujaguez la
Rosa Massahud.

Coorientadora: Prof.^a Dr.^a Vanuze Costa de
Oliveira.

Rio Largo -AL
2026

Catlogação na Fonte

Universidade Federal de Alagoas

Biblioteca Campus de Engenharias Ciências Agrárias

Bibliotecário Responsável: Stefano João dos Santos

M586u Melo, Elânio Feitosa

Uso de potencial remineralizador de solo como fonte de potássio na cultura do trigo (*Triticum aestivum*). – Rio Largo - Al, 2026.

43 f. : il.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agroecologia) Universidade Federal de Alagoas, Campus Ceca – Rio largo, 2026.

Orientadora Prof.^a Dra. Regla Toujaguez la Rosa Massahud.
Coorientadora: Prof.^a Dra. Vanuze Costa de Oliveira..

1. Fertilidade do solo; Agroecologia; Pó de rocha.

CDU: 633.11

Página reservada à ficha catalográfica (item obrigatório, elaborado, somente, por Bibliotecário).

CECA : ceca.biblioteca@gmail.com. Solicitar com antecedência

Para mais informações, acesse: http://sibi.ufal.br/portal/?page_id=579.

Folha de Aprovação

ELÂNIO FEITOSA DE MELO

USO DE POTENCIAL REMINERALIZADOR DE SOLO COMO FONTE DE POTÁSSIO NA CULTURA DO TRIGO

Trabalho de Conclusão de Curso – TCC
apresentado à Universidade Federal de Alagoas,
como requisito à obtenção do grau de Bacharel em
Agroecologia, apresentado em 10 de junho de
2026.

Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 REGLA TOUJAGUEZ LA ROSA MASSAHUD
Data: 18/06/2026 13:10:05-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientadora: Profa. Dra. Regla Toujaguez La Rosa Massahud (CECA-UFAL)

Documento assinado digitalmente
 VANUZE COSTA DE OLIVEIRA
Data: 19/06/2026 07:39:11-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Coorientadora: Profa. Dra. Vanuze Costa de Oliveira (CECA-UFAL)

Documento assinado digitalmente
 ELLEN CARINE NEVES VALENTE
Data: 22/06/2026 18:20:12-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Ellen Carine Neves Valente (CEO da Bioal)

Documento assinado digitalmente
 JAIR TENORIO CAVALCANTE
Data: 26/06/2026 19:25:08-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof.Dr. Jair Tenorio Cavalcante (CECA-UFAL)

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente à Deus por estar sempre me guiando e abençoando, à Jesus Cristo por tudo que ele fez, à minha família e, principalmente, aos meus pais Maria Eliene e Ronalso Ribeiro, por todo apoio e compreensão. Aos meus irmãos membros d'A Igreja de Jesus Cristo dos Santos dos Últimos Dias.

À UFAL/CECA, mesmo com tantas dificuldades sempre conseguiu fazer o possível para me oferecer o melhor que têm. Ao Núcleo de Estudos Afrobrasileiros e Indígenas do nosso Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (NEABI-CECA), no qual fui bolsista e tive a honra de levar o nome do CECA aos eventos por ele organizados.

Aos professores que durante as aulas compartilharam os seus conhecimentos em cada disciplina ofertada, aos meus colegas de turma que sempre estiveram presentes e puderam me ajudar e aos técnicos e terceirizados. Especialmente, ao Valdir Rodrigues e ao Luizinho que me ajudaram a tocar os projetos de campo e laboratório, a EMBRAPA, por ter oferecido as sementes e pesquisadores para tirar as dúvidas, ao Juan Pablo e Viviane, por terem confiado nos meus serviços.

À banca examinadora por ter aceito o convite de participar, o Prof. Dr. Jair Tenório Cavalcante e a Prof.^a Dra. Ellen Carine Neves Valente. Aos meus amigos Bárbara Maria Lins Melo e Lucas Rafael Tavares da Silva. Também agradeço por toda ajuda e compreensão da minha Coorientadora, a Profa. Dra. Vanuze Costa de Oliveira, por acreditar no meu potencial e me incentivar. E também à minha orientadora, a Profa. Dra. Regla Toujaguez La Rosa Massahud, a qual abriu as portas das pesquisas acadêmicas para mim e tive a honra de realizar trabalhos ao lado dela.

Epígrafe

"E aconteceu que eu, Néfi, disse a meu pai: Eu, irei e cumprirei as ordens do Senhor, porque sei que o Senhor nunca dá ordens aos filhos dos homens sem antes preparar um caminho pelo qual suas ordens possam ser cumpridas." (LIVRO DE MÓRMON, 1829, 1 Néfi 3:7).

RESUMO

O trigo é um cereal de grande importância econômica e nutricional, porém sua produtividade é limitada em solos tropicais de baixa fertilidade natural. Diante disso, o uso de fontes alternativas de potássio pode ser uma estratégia viável para reduzir custos e melhorar atributos do solo. Como alternativa ao uso exclusivo de fertilizantes solúveis, o emprego de remineralizadores de rocha surge como estratégia viável para reduzir custos de produção e melhorar atributos químicos e físicos do solo, liberando nutrientes de forma gradual e contribuindo para a sustentabilidade do sistema. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes fontes de potássio no desenvolvimento e produção do trigo, variedade BRS 264, cultivado em dois Latossolos Amarelos. O experimento foi conduzido de janeiro a março de 2022 na casa de vegetação Prof. Rafael Navas, do CECA/UFAL, em Rio Largo-AL. Adotou-se delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x8, sendo dois solos: UFAL/CECA e IFAL/Satuba, e oito fontes de nutrientes: solo testemunha, KCl, R_90_20, R_100, R_200, R_300, R_400 e R_500, no qual cada tratamento corresponde a cada dosagem de pó de rocha, com cinco repetições, totalizando 80 parcelas. Cada vaso recebeu 6 kg de solo e permaneceu incubado por sete dias após a aplicação dos tratamentos. Foram semeadas cinco sementes por vaso e a irrigação foi manual, mantendo o solo próximo à capacidade de campo. Aos 90 dias avaliou-se altura de plantas, diâmetro da haste, número de folhas, massa fresca e seca da parte aérea e raízes, peso e número de grãos. Os dados foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5%. Os solos apresentam baixa saturação por bases e teores de K de 35 e 50 mg/dm³. As fontes R_400 e R_500 proporcionaram maior massa fresca da espiga e número de grãos no solo do IFAL/Satuba. No solo da UFAL/CECA, R_100 resultou em maior número de grãos. Conclui-se que fontes alternativas de potássio, especialmente R_400 e R_500, são eficientes para o cultivo de trigo em Latossolo Amarelo, demonstrando potencial para substituir parcialmente o KCl nas condições avaliadas.

Palavras-chave: Fertilidade do solo; Agroecologia; Pó de rocha.

ABSTRACT

Wheat is a cereal of great economic and nutritional importance, but its productivity is limited in tropical soils with low natural fertility. Given this, the use of alternative potassium sources can be a viable strategy to reduce costs and improve soil attributes. As an alternative to the exclusive use of soluble fertilizers, the use of rock remineralizers emerges as a viable strategy to reduce production costs and improve the chemical and physical attributes of the soil, releasing nutrients gradually and contributing to system sustainability. The objective of this study was to evaluate the effect of different potassium sources on the development and production of wheat, variety BRS 264, cultivated in two Yellow Latosols. The experiment was conducted from January to March 2022 in the Prof. Rafael Navas greenhouse at CECA/UFAL, in Rio Largo-AL. A completely randomized design was adopted in a 2x8 factorial scheme, with two soils: UFAL/CECA and IFAL/Satuba, and eight nutrient sources: control soil, KCl, R_90_20, R_100, R_200, R_300, R_400 and R_500, where each treatment corresponds to each rock powder dosage, with five replications, totaling 80 plots. Each pot received 6 kg of soil and remained incubated for seven days after treatment application. Five seeds were sown per pot and irrigation was manual, keeping the soil near field capacity. At 90 days, plant height, stem diameter, number of leaves, fresh and dry mass of shoots and roots, and grain weight and number were evaluated. Data were subjected to ANOVA and means were compared by the Scott-Knott test at 5%. The soils showed low base saturation and K contents of 35 and 50 mg/dm³. The R_400 and R_500 sources provided greater ear fresh mass and grain number in the IFAL/Satuba soil. In the UFAL/CECA soil, R_100 resulted in a higher grain number. It is concluded that alternative potassium sources, especially R_400 and R_500, are efficient for wheat cultivation in Yellow Latosol, showing potential to partially replace KCl under the evaluated conditions.

Keywords: Soil fertility ; Agroecology; Rock dust.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Caracterização química dos solos utilizados para o cultivo do trigo, variedade BRS 264, em casa de vegetação.....	20
Tabela 2	- Características químicas do solo submetido a aplicações de diferentes fontes de potássio.....	22
Tabela 3	- Efeito da aplicação de diferentes fontes de potássio em características químicas de dois tipos de solo.....	24
Tabela 4	- Efeito da aplicação de diferentes fontes de potássio em plantas de trigo cultivado em dois tipos de solo.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Estufa agroecológica Prof . Dr. Rafael Navas.....	18
Figura 2	- Variedade BRS 264 trigo.....	21
Figura 3	- Altura média das plantas cultivadas em diferentes fontes de nutrientes.....	28
Figura 4	- Foto com um vaso de cada tratamento.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANOVA	Analysis of Variance (Análise de Variância)
CECA	Campus de Engenharias e Ciências
CTC	Capacidade de Troca Catiônica
DIC	Delineamento Inteiramente Casualizado
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agriculture Organization (Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura)
UFAL	Universidade Federal de Alagoas
UnB	Universidade de Brasília
IFAL	Instituto Federal de Alagoas
LABGREN	Laboratório de Geologia e Recursos Naturais
LIA	Laboratório de Irrigação e Agrometeorologia
MAPA	Ministério da Agricultura da Pecuária e Abastecimento
MFE	Massa Fresca da Espiga
MSF	Massa Seca de Folhas
MSR	Massa Seca de Raiz
MO	Matéria Orgânica
NG	Número de Grãos
REM	Remineralizadores de solo
SGB-CPRM	Serviço Geológico do Brasil – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	Solos brasileiros	15
2.2	Importância do Potássio no Solo	16
2.3	Remineralizadores	17
2.4	Cultura do trigo	18
2.5	Efeitos Agronômicos dos REM em características química, física e biológica do solo com relação a fertilizantes convencionais	20
3	MATERIAIS E MÉTODOS	22
3.1	Local de realização do estudo	22
3.2	Matéria-prima	22
3.3	Caracterização do solo	22
3.4	Delineamento estatístico	23
3.5	Variáveis avaliadas e análise de dados	23
4	RESULTADO E DISCUSSÃO	25
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
	REFERÊNCIAS	35

1. INTRODUÇÃO

O crescimento populacional a partir do século XX, colocou para o mundo o grande desafio de satisfazer a alta demanda por alimentos. Até o século XXI essa demanda tem aumentado, com projeção que acompanha o crescimento da população mundial a qual pode chegar até 9,7 bilhões, em 2050 (FAO, 2018).

Um dos principais cereais que podem contribuir com a demanda de alimentos para o século XXI é o trigo (*Triticum spp*), dado o seu amplo espectro de uso no mundo. Este alimento milenar teve a sua domesticação na região da Mesopotâmia. Sua disseminação em diferentes regiões do mundo se deu graças à sua versatilidade e o baixo custo dos seus produtos.

No Brasil, o trigo chegou aproximadamente em 1534 com a colonização portuguesa. Na época, os colonizadores sentiram falta de alguns alimentos tradicionalmente consumidos na Europa, entre eles o pão produzido com farinha de trigo, o que motivou a introdução de sementes da Europa. Porém tiveram dificuldades devido às condições climáticas brasileiras, especialmente as altas temperaturas, que limitavam sua expansão. Somente no século XVIII (Cunha, 2000), com o estabelecimento do cultivo que no estado do Rio Grande do Sul, ocorreu uma expansão mais significativa da cultura do trigo no Brasil (Abtrigo, 2018)

Os solos do Brasil são amplamente utilizados para a produção agrícola, porém são solos ácidos e com baixa fertilidade natural. Isso faz necessário que o agricultor tenha que realizar o manejo da fertilidade do solo a cada ciclo. Entretanto, manejo inadequado, sem análise prévia da fertilidade do solo, e incorporando quantidades excessivas de fertilizantes convencionais, de alta solubilidade, pode prejudicar a qualidade física e química (lixiviação de excesso de nutrientes para o lençol freático) do solo. (Niewinski, 2017).

O Brasil é o segundo maior consumidor de fertilizantes no mundo (Embrapa 2018), porém, enfrenta desde 2022 uma crise na importação de adubos minerais. Isto, em decorrência da guerra entre a Rússia e a Ucrânia, que impactou diretamente os valores da matéria prima. Sendo o primeiro, o maior fornecedor de matéria prima para fertilizantes no Brasil.

Portanto, para satisfazer a demanda interna de alimentos e os compromissos internacionais, se faz necessária a identificação e avaliação testes de novas fontes

alternativas de fertilizantes no Brasil. Em especial, fontes alternativas de fertilizantes

potássicos, altamente demandados pelas culturas agrícolas como o trigo.

Na busca dessas alternativas, para um uso mais sustentável do solo e garantir os nutrientes suficientes para as plantas, surge a tecnologia da rochagem. A qual não tem uma data exata de utilização, visto que era uma nova tecnologia, de baixo custo e mais sustentável (Theodoro et al., 2006).

Por ser uma tecnologia que vem realmente sendo estudada por poucos pesquisadores, dada a sua recente normatização (Embrapa, 2016), e ainda existem poucos remineralizadores registrados, muitos agricultores demonstram incerteza sobre o uso dessa nova tecnologia. O qual confirma a necessidade de mais estudos nessa área para atender a essa demanda em pesquisas, e fornecer novos dados sobre potenciais remineralizadores no Brasil.

Os remineralizadores de solo (REM) são definidos pela Lei 12.890/2013, como insumos minerais derivados de rochas silicáticas, que passaram apenas por processos físicos de redução de tamanho (britagem e moagem). A sua função é melhorar as características químicas, físicas e biológicas de solos agrícolas (Brasil, 2013).

Embora o uso de rochas na agricultura, a rochagem, é um conceito antigo que surgiu bem antes da revolução verde e provém da calagem (Almeida et al., 2007). Ou seja, a aplicação de rocha calcária moída no solo para elevar o pH do solo. E mesmo com múltiplas pesquisas desenvolvidas principalmente pela Universidade de Brasília (UnB) junto à Embrapa e outras Universidades do Brasil; estudos apresentados ao longo de cinco Congressos Brasileiros de Rochagem (2010, 2013, 2017, 2021 e 2025), ainda o seu uso ainda é limitado em parte devido ao desconhecimento sobre seus efeitos agronômicos (Martins et al., 2023).

Trata-se de um remineralizador, e não de um fertilizante. A sua atuação é mais direcionada à saúde do solo, ao seu rejuvenescimento, com a incorporação de novos minerais primários via pó, ou filler, reiniciando-se reações de intemperismo químico e assim, melhorando a CTC de solos pobres, como é o caso de mais de 50% dos solos brasileiros. Os REM pode promover uma maior atividade da biota do solo e, conseqüentemente, a liberação de macro e micronutrientes. Por serem produtos regionais possuem maior custo benefício (são multinutrientes isentos de metais tóxicos) e não causam danos ao solo caso se tenha ciência de qual tipo de rocha está sendo usada e sua mineralogia.

Estudos com remineralizadores vem tendo um aumento em número de pesquisas realizadas e isso vem gerando dissertações e artigos, onde na realidade vem beneficiando os

pesquisadores e agricultores que defendem o uso do pó de rocha como fonte alternativa para fertilidade do solo Embrapa vem organizando eventos como forma de divulgação dessa fonte, segundo Embrapa, no ano 2000 só tinha 160 dissertações de mestrado e 35 teses de mestrado, no ano de 2023 já tinha sido publicado mais de 500 trabalhos que envolvem capítulos de livros, artigos e dissertações (Theodoro et al., 2021).

Um dos fatores que ainda levam a desconfiança dos agricultores é o período que os pós de rocha apresentam liberação gradual dos nutrientes cuja a velocidade vai depender do material e características do solo, no qual pode mudar dependendo das características do solo e, da cultura (Theodoro; Leonardos, 2006).

Neste contexto e considerando os estudos escassos com o uso de remineralizadores na cultura do trigo, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito agrônômico do potencial remineralizador de solos como fonte alternativa de potássio no plantio de trigo da variedade BRS 264, em solos pobres de textura arenosa e argilosa e ambiente controlado, na zona da Mata de Alagoas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Solos brasileiros

O conceito de solo pode parecer algo fácil de explicar, só por ser um corpo tridimensional (Abreu et al., 2003) mas, não é tão simples como pode parecer. A sua formação vem através das rochas portanto provêm de um processo geológico chamado intemperismo, o qual pode demorar milhões de anos para que o solo seja formado que, dependendo do tipo de rocha encontrada naquela região poderemos saber se o solo evoluído dessa rocha possa ser ou não rico num determinado nutriente mineral. Entretanto, no horizonte A, a proporção ideal é 45% minerais, 5% matéria orgânica, 25% ar e 25% de água. Quando não se têm o desequilíbrio nessas porcentagens o agricultor deve ficar atento, pois pode alterar a estrutura do solo, impedindo a absorção tanto da água como dos nutrientes (Pequeno et al., 2002).

Os solos brasileiros são pobres em nutrientes, sendo um dos problemas o clima brasileiro por ser um país tropical e de grande área territorial, tem regiões que têm temperaturas baixas e muitas chuvas, em outras regiões altas temperaturas e pouca chuva, isso afeta o solo também. A elevada pluviosidade favorece processos de lixiviação, promovendo a perda de nutrientes nos perfis do solo. Esse processo é chamado de lixiviação, no qual parte dos macro e micronutrientes acaba sendo perdida. Isso, faz tornar um solo pobre (Rosolem et al., 2006).

A região do nordeste sempre foi visada como uma região com pouca chuva, por isso ao se falar que na região do nordeste tem solos férteis poderia ser algo que muitos agricultores e pessoas sem o conhecimento específico na área poderiam até duvidar, pois uma parte da região do nordeste sofria com a falta de água e assim poucos agricultores não tinham condições financeiras para perfurar um poço e colocar um sistema de irrigação (Marques et al., 2014), então a grande maioria dos agricultores aproveitavam o período das chuvas para poder plantar, eles não tinham muito conhecimento técnico, mas, mesmo assim, conseguiam colher o que se plantava.

Entretanto o solo da região do nordeste não tem problema só pela escassez de água, atividades humanas resultam na degradação do solo, fauna e flora e isso acarreta áreas degradadas e solos inférteis (Accioly, 2011), o problema de desertificação do solo é o processo

no qual um solo perde sua fertilidade, afetando diretamente a biota do solo e assim toda parte da agricultura daquela área, se tem como recuperar essas áreas degradadas, entretanto se têm um gasto financeiro que acaba impedindo de que alguns agricultores realizem e também o tempo de recuperação, pois depende de cada situação que se encontra o solo.

Mudanças climáticas daquela região também acabam afetando a microbiota daquele solo (Dourado, 2017), no qual a anos atrás era um lugar que tinha uma grande quantidade de chuvas por ano, hoje não têm mais essa quantidade de chuvas é uma mudança drástica para o solo (Schenkel et al., 1999), tendo 16% de área suscetível a esse processo no ano de 2017 (Alvalá et al., 2017) a atividade humana com o crescimento populacional acaba favorecendo o crescimento das microrregiões com desertificação, podendo afetar 35 milhões de pessoas (CGEE, 2016). Estudos nessa área vêm aumentando para se poder entender de como se chegou a esse ponto e a importância de procurar alternativas para frear o crescimento dessas áreas e conscientizar as pessoas sobre a importância do cuidado do solo e mostrar o do por que precisamos preservar e cuidar de toda biota do solo (Moraes et al., 2017).

2.2 Importância do Potássio no Solo

O potássio é o cátion mais abundante nas plantas e portanto um macronutriente essencial para o crescimento e produtividade das culturas. Embora seja o sétimo elemento mais abundante na crosta terrestre, a sua disponibilidade para as plantas é limitada afetando o crescimento das mesmas (Hafsi et al., 2014). Junto a outras bases móveis como Ca e Mg pode ser perdida por processos de lixiviação (Martins et al., 2023).

Embora o potássio seja essencial, é bem conhecido que a sua deficiência tem um impacto notável no metabolismo das plantas. Estudos de raízes de arroz com déficit de K mostraram a expressão de vários genes funcionais como aqueles associados a processos metabólicos, à membrana, ligação à cátions, transporte, daí a sua importância na solução do solo e, a necessidade de fontes potássicas nacionais. Principalmente, em países de alta produção de alimentos como o Brasil (Hafsi et al., 2014).

A importação de matéria prima para produzir fertilizantes convencionais no país gera um custo muito alto, em especial após guerras como a de Rússia e Ucrânia, países dos quais se importava essa matéria prima (Seixas, 2023). Assim, o uso dos remineralizadores tem essa vantagem, um agricultor familiar pode adquirir um remineralizador que possui cadastro para venda em sua própria cidade e um agricultor que possui um investimento maior pode adquirir

em sua região, sendo necessário observar que tenha a liberação de venda pelo MAPA.

2.3 Remineralizadores (REM)

Para compreender o que é pó de rocha, é necessário entender o que é uma rocha e como ela se forma. As rochas ígneas ou magmáticas se originam do resfriamento do magma durante o Éon Hadeano, há cerca de 4,6 bilhões de anos, quando se formou a crosta terrestre inicial. Após esse período teve início o Éon Arqueano, entre 4 e 2,5 bilhões de anos atrás, época em que já estavam consolidadas as rochas que conhecemos hoje (Serviço Geológico Do Brasil, 2022). As rochas são classificadas de acordo com sua formação em três grupos: ígneas ou magmáticas, metamórficas e sedimentares. O grupo utilizado na produção de remineralizadores é o das rochas ígneas ou magmáticas (Serviço Geológico Do Brasil, 2015). Cada grupo possui características distintas, e a composição química varia conforme o local de ocorrência, de modo que cada jazida pode apresentar teores diferentes de macronutrientes e micronutrientes. Minas Gerais é o principal estado brasileiro em mineração e concentra grande parte dos trabalhos com rochas para fins agrícolas. No entanto, nem toda rocha pode ser usada na agricultura, pois algumas apresentam concentrações elevadas de metais pesados que podem causar danos ao solo, às plantas e à saúde humana.

O uso do remineralizador já começa a impactar pela acessibilidade aos agricultores, já que oficialmente até 2023 cerca de 5 milhões de hectares já fizeram uso de REM . Seus resultados não podem ser vistos rapidamente, entretanto se o pó de rocha é aplicado antes do plantio a disponibilidade dos nutrientes aumentará (Martins et al., 2023).

Estudos com remineralizadores vêm tendo um aumento em número de pesquisas realizadas e isso vêm gerando dissertações e artigos, onde na realidade vêm beneficiando os pesquisadores e agricultores que defendem o uso do pó de rocha como fonte alternativa para fertilidade do solo, Embrapa, vêm organizando eventos como forma de divulgação dessa fonte, segundo Embrapa, no ano 2000 só tinha 160 dissertações de mestrado e 35 de mestrado, no ano de 2023 já tinha sido publicado mais de 500 trabalhos que envolvem capítulos de livros, artigos e dissertações (Martins, 2021).

Os remineralizadores têm como objetivo de rejuvenescer o solo, não entra como fertilizantes, pois possuem sua regulamentação própria, seu objetivo principal é recuperar a biota do solo e aumentar a quantidade dos macronutrientes e micronutrientes, mas seu início se teve na revolução verde (Almeida et al., 2007), um produto de baixo custo e não traz danos ao

solo caso se tenha ciência de qual tipo de rocha está sendo usada e sua mineralogia.

Um dos fatores que ainda levam a desconfiança dos agricultores é o período que o pó de rocha precisa para entrar em ação, ainda não se têm um prazo certo que já pode se dizer que ali os macronutrientes e micronutrientes já começaram a ser liberado no solo (Theodoro; Leonardos, 2006).

Os remineralizadores por não terem a mesma adequação aos fertilizantes, são considerados como pós de rochas, seus baixos teores de elementos químicos acabam que não são potenciais para a nutrição das plantas, entretanto para o solo têm uma importância em sua composição e assim trabalhar esse processo de rejuvenescer (EPAGRI, 2024).

O uso do pó de rocha têm em uma das suas vantagens que é a regionalização e o custo-benefício no frete do produto, pois diferente de outras fontes que muitas das vezes sua matéria prima têm que vir de outro país e isso gera um custo muito alto, e em um mundo com sua geopolítica tumultuada acaba que muitos países estão em confrontos e alguns desses países como Rússia e Ucrânia (Seixas, 2023), estão entre os principais fornecedores da matéria prima para a formulação de alguns produtos sintéticos, e assim o uso dos remineralizadores têm essa vantagem, onde um agricultor familiar pode adquirir um remineralizador que possui cadastro para venda em sua própria cidade e um agricultor que possui um investimento maior pode adquirir em sua região, sendo necessário observar que tenha a liberação de venda pelo MAPA.

O uso do remineralizador já começam a impactar pela acessibilidade aos agricultores, já que oficialmente até 2023 cerca de 5 milhões de hectares já tiveram o remineralizador utilizado, seus resultados não podem ser vistos rapidamente, entretanto se o pó de rocha é aplicado antes do plantio e deixar os microrganismos no solo começarem a atuar (Martins et al., 2023), ainda não se têm um tempo correto de qual momento a liberação dos macronutrientes e micronutrientes irão está disponível no solo, pois ainda é necessário ainda muitos estudos a serem feitos para definir, já que nem todo pó de rocha possui a mesma quantidade do macronutriente que o solo precisa, e sendo nosso solo pobre em nutrientes, acaba sendo essencial em rejuvenescer ele e assim com um tempo de espera o agricultor terá um solo saudável e plantas bem nutridas.

2.4 Cultura do trigo

Uma cultura que teve que passar por melhoramento genético, por motivo do aumento do número da população (Bacaltchuk 2001), onde a fome se agrava pelo mundo e de uma pós

guerra, foi necessário fazer pesquisas para se ter uma planta com estatura menor e com tempo menor para colheita, resistente contra as pragas, atualmente é uma das principais culturas para humanidade (Baumgratz et al., 2017).

No Brasil, os primeiros plantios se teve no estado de São Paulo, entretanto não houve um bom desempenho (Dal Moro 1995), então após de alguns anos imigrantes europeus trouxeram sementes e começaram a semear no sul do Brasil, ainda em pequenas quantidades não se tinha tecnologia para se trabalhar e nem variedades que fosse propícia para o clima brasileiro (Manfron et al., 1993), se tinha dificuldade pela alta perda na produção tanto pela variedade não se resistente e também pelo solo pobre, mas com a expansão de áreas cultivadas e novas variedades se houve um aumento na produção do trigo e criada anos depois a Embrapa trigo, onde pode ajudar a expansão de novas cultivares.

A cultura do trigo tinha sempre uma ampla área de plantio nos solos da região sul do Brasil porém, os agricultores tinham perdas na produção devido às baixas temperaturas, afetando com geadas e comprometendo as safras. Também períodos de estiagem e solos com baixa fertilidade aumentavam os gastos no preparo do solo (Giarola et al., 2002).

Atualmente o trigo é cultivado em todas as regiões do Brasil, entretanto as regiões do sul e centro oeste possuem as maiores safras, onde isso colabora com um produto de boa qualidade e com preços competitivos e assim fica disponível facilmente na mesa dos brasileiros, no estado de Alagoas, nas cidades de Anadia e Porto Calvo, as primeiras plantações são recentes do ano de 2020 e em pequenas escalas mas com variedades tropicalizadas que são a BRS 264 e BRS 404 (Moraes et al., 2023) então se têm uma resistência maior na região do nordeste, Embrapa vêm trabalhando com variedades que tenha bom desempenho na região nordeste.

A cultura do trigo, têm uma grande necessidade do nitrogênio e potássio (Foloni et al., 2009), a disponibilidade desses macronutrientes no solo é essencial para o crescimento e desenvolvimento da planta até a sua colheita, que a falta desses macronutrientes afeta diretamente a quantidade de grãos (Viana et al., 2010), para o produtor é uma perda na produção final, um dos motivos de se fazer análise do solo para se saber como está a fertilidade da onde vai semear.

2.5 Efeitos Agronômicos dos REM em características química, física e biológica do solo com relação a fertilizantes convencionais

Muitos dos agricultores entendem que necessitam de uma resposta rápida para tentar

melhorar a fertilidade do solo, pois muitas das vezes têm um prazo para poder semear e colher, todo um planejamento que é necessário ter, entretanto isso acaba levando a utilizar produtos que não dão o efeito que prolongue essa fertilidade do solo.

Os remineralizadores de solos têm um objetivo de rejuvenescer um solo que já vêm sendo trabalhado a anos e não teve o cuidado que deveria ter, mas por questões climáticas também que acabam alterando toda estrutura do solo e a biota dele, o processo de rejuvenescer esse solo é de um período não tão curto, mas com resultados que mostram que vale a pena investir nessa tecnologia. Segundo Brandão (2012), o aumento do pH e dos macronutrientes e micronutrientes vêm sendo apontados como uma nova alternativa para os agricultores (Theodoro et al., 2012), onde já têm os que vêm diminuindo a utilização dos fertilizantes sintéticos parcialmente e outros que com resultados obtidos por experiência própria já trocou para só a utilização do pó de rocha.

Para se tornar uma fonte viável e conhecida na área da agricultura é necessário a utilização do remineralizador em culturas que se tenha um forte interesse econômico, uma das pesquisas realizadas foi na cultura da cana-de-açúcar, onde aqui no estado de Alagoas é a principal cultura cultivada e um dos maiores produtores do Brasil, em uma das pesquisas realizadas no centro-oeste brasileiro, o trabalho tinha interesse de buscar uma nova fonte de K (Souza et al., 2013), então foi decidido trabalhar com o pó de rocha, no qual a cultura de cana-de-açúcar é bastante exigente pelo K (Curi et al., 2005), aí entra a importância do remineralizador, pois o objetivo dele é liberar para o solo e não para a planta, com um solo com seus macronutrientes e micronutrientes equilibrados o produtor não vai ter tantos gastos econômicos, já com o sintético vai ter a disponibilidade dos macronutrientes e micronutrientes para as plantas, assim o solo continua com uma baixa fertilidade.

Pesquisadores procuram entender ainda mais essa fonte que já está sendo uma nova alternativa para começar a trabalhar tanto com o sintético quanto o remineralizador, pois fazer uma mudança brusca pode interferir na produção final e o produtor não se sentir confiante em fazer uso do remineralizador, pois teve uma má impressão, hoje têm grupos de pesquisas que fazem as comparações dos dois e também de determinadas rochas e qual seu real potencial e também se vale a pena trabalhar com ela, uma delas é a Agrirocha, que faz essas pesquisas e estimula novas pesquisas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local de realização do estudo

O experimento foi realizado no período de janeiro a março de 2022 na casa de vegetação Professor Doutor Rafael Navas (Figura 1), pertencente ao Campus de Engenharias e

Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), no município de Rio Largo - AL, que está localizada geograficamente 9° 27' 56" S, 35° 49' 49" W a uma altitude de 225 m (LIA, 2020).

Figura 1 - Estufa agroecológica Prof. Dr. Rafael Navas.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

3.2 Matéria-prima

Plantas de trigo, variedade BRS 264, obtidas por meio de sementes doadas pela Embrapa Tabuleiros Costeiros foram utilizadas nesta pesquisa. Durante todo o período do experimento foi realizada irrigação manual para a manutenção do solo próximo à capacidade de campo, umidade suficiente para o crescimento das plantas.

3.3 Caracterização do solo

Foram utilizados dois solos classificados como Latossolo Amarelo, proveniente de duas localidades. O primeiro solo foi coletado no Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da UFAL, em Rio Largo; já o segundo, foi proveniente da área experimental do Instituto Federal de Alagoas, campus de Satuba-AL. A caracterização química dos solos foi realizada no Laboratório de Geologia e Recursos Naturais (LABGREN) pertencente ao CECA (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização química dos solos utilizados para o cultivo do trigo, variedade BRS 264, em casa de vegetação.

Local da coleta do Solo	pH	mg/dm ³				cmolc/dm ³				%				g/ kg
	Água	Na	P	K	Ca	Mg	Al	H ⁺ Al	t	T	V	m	MO	

UFAL (CECA)	5,1	15	11	35	3,18	0,9	0,64	5,3	4,88	9,54	44	13	27,8
IFAL (Satuba)	4,8	18	13	50	0,81	0,53	1,44	6,09	2,99	7,6	20	48	29,4

* Na: Sódio, P: Fósforo, K: Potássio, Ca: Cálcio, Mg: Magnésio, Al: Alumínio, H+Al: Hidrogênio + Alumínio, t: CTC efetiva, T: CTC total, V: Saturação por base, m: Saturação por alumínio, MO: Matéria Orgânica.

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

3.4 Delineamento estatístico

Adotou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) em fatorial 2x8, sendo dois solos provenientes de dois diferentes localidades (UFAL/CECA e IFAL/Satuba) e oito fontes de nutrientes (Solo, como testemunha absoluta; KCl; R_90_20; R_100; R_200; R_300; R_400; R_500) resultando em 16 tratamentos com cinco repetições, totalizando 80 parcelas experimentais.

Após a aplicação das fontes nutricionais, os recipientes contendo 6 kg de solo, permaneceram incubados pelo período de sete dias até o momento da semeadura. Foram semeadas cinco sementes por vaso.

3.5 Variáveis avaliadas e análise dos dados

Passados 90 dias desde a semeadura foram analisadas as seguintes variáveis: altura das plantas (em centímetros), utilizando-se régua graduada; diâmetro da haste (em milímetros) com o auxílio de um paquímetro digital; número de folhas, massa fresca da parte aérea; massa fresca das raízes; peso dos grãos; número dos grãos; massa seca da parte aérea e das raízes. Para a pesagem das partes vegetais foi utilizada uma balança analítica com três casas decimais.

Os dados coletados foram submetidos ao teste F da análise de variância (ANOVA) e, constatada a diferença estatística, as médias foram submetidas ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($p \leq 0,05$), para isto utilizou-se o programa estatístico Sisvar versão 5.6 (Ferreira, 2014) e, para a confecção das tabelas e gráficos, foi utilizado o Software Excel 2013.

Figura 2 - Variedade BRS 264 trigo.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 2 abaixo vai mostra a resposta das características químicas do solo aos tratamentos aplicados, na agricultura é essencial buscar formas de diminuir os gastos e melhorar a fertilidade do solo, então uma análise de solo consegue mostrar como está a saúde do solo e assim ver a necessidade de quais micronutrientes e macronutrientes será necessário aplicar naquele solo, a Tabela 2 mostra a resposta das características químicas do solo aos tratamentos aplicados.

Tabela 2 - Características químicas do solo submetido a aplicações de diferentes fontes de potássio.

Fonte	pH (água)	Na	K	cmolc/dm ³					K (%)	Na (%)
				Mg	Al	H+Al	t	T		
Solo	4,5 e	93,17 b	156,33 b	1,74 c	0,40 a	4,86 a	5,34 b	9,79 b	4,10 b	4,10 a
KCl	4,5 e	134,83 a	1787,50 a	1,96 b	0,38 a	4,81 a	9,96 a	14,39 a	31,26 a	4,10 a
RS_90_10	4,9 d	63,5 c	149,33 b	1,36 c	0,35 a	4,25 b	4,57 b	8,47 b	4,50 b	3,23 b
R_100	4,8 d	75,83 c	169,33 b	1,53 c	0,41 a	4,26 b	4,80 b	8,66 b	5,00 b	3,75 a
R_200	5,1 c	49,33 c	137,33 b	1,55 c	0,28 a	4,06 c	4,51 b	8,30 b	4,23 b	2,62 b
R_300	5,2 c	52,83 c	143,00 b	1,89 b	0,17 b	3,69 c	5,36 b	8,88 b	4,07 b	2,57 b
R_400	5,5 b	51,50 c	141,17 b	1,97 b	0,23 b	3,36 c	5,13 b	8,27 b	4,37 b	2,73 b
R_500	5,7 a	46,83 c	146,50 b	2,44 a	0,04 b	2,90 d	5,92 b	8,77 b	4,20 b	2,33 b
CV (%)	3,08	27,99	58,75	18,47	66,97	7,7	15,54	10,37	29,63	26,68

* Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

O pH é uma análise que deve ser sempre realizada no solo, pois através dos resultados que consegue ser visto como está a acidez do solo ou alcalinidade (Veloso et al., 1992), solos que possuem um alto teor de acidez que é 0 que é o teor máximo de acidez e 14 altamente alcalina, onde afeta diretamente a absorção de nutrientes pela planta, problemática que é corrigida através da utilização da calagem, onde são utilizadas rochas calcárias, que são rochas sedimentares, ao observar os resultados de pH, mostra que estatisticamente todos os tratamentos que possuem o remineralizador BTGRAN, conseguiram aumentar o pH, pois mesmo que a porcentagem de K no pó seja maior do que o Ca, ainda têm essa pequena quantidade de Cálcio

e aos poucos foi disponibilizado (Brasil et al., 2025), e assim o tratamento R_500 teve diferença de 1,2 a mais comparado ao tratamento testemunha e a mesma quantidade comparado tratamento com o KCl.

Fontes a base de sintéticos possuem um alto teor de salinidade podem dificultar a germinação das plântulas e assim todo o seu ciclo (Silva et al., 2001), o que a planta vai absorver são os nutrientes importantes para ela, sendo assim esse alto teor de Na, vai ficar no solo, assim com o passar do tempo e sem técnicas apropriadas se têm grandes possibilidades desse solo se tornar infértil, por motivo de utilização incorreta dos fertilizantes, na tabela acima mostra esse alto teor de Na, no tratamento com KCl, mesmo tendo resultados bons nas outras variáveis, acaba preocupando quando utiliza de forma incorreta.

Já os tratamentos que foram utilizados que não utilizaram o KCl, conseguiram ter uma quantidade menor de Na, (Lapido-Loureiro et al., 2008), comparado aos dois primeiros tratamentos, assim podendo se ter o remineralizador como uma alternativa na melhoria estrutural do solo e aumento do CTC (Detmer, 2020).

Como fonte de K, já era esperado esse alto teor de K, no KCl, pois em sua composição têm cerca de 60% de óxido de potássio, a resposta dos fertilizantes sintéticos são bem mais rápidos do que os remineralizadores, entretanto a perda por lixiviação desses sintéticos também é maior quando comparado aos remineralizadores, bem diferente do teor de K que é encontrado no remineralizador que vêm sendo utilizado que é de 6%, a vantagem que se têm no remineralizador é que se têm outros macronutrientes e micronutrientes dependendo de qual tipo de rocha é utilizada, essencial deixar claro que o objetivo desses remineralizadores são o solo, por isso que o período de começar a liberar os macronutrientes e micronutrientes é um pouco mais longo, onde todos os tratamentos sem o KCl teve os mesmos resultados estatisticamente.

No teor de Mg, o tratamento R_500, com uma porcentagem maior do pó de rocha BTGRAN, teve quantidade maior desse macronutriente, estudos realizados por (Mai et al., 2023), nas pesquisas realizadas com pó de rocha silicática, conseguiu aumentar o teor de Mg, não sendo o teor desejado entretanto com mais estudos e com dosagens corretas possa ser mais uma alternativa que possa ser utilizada na agricultura.

Algo que é preocupante na agricultura é sobre o teor de alumínio trocável na solução do solo, onde este elemento fitotóxico, quando em alta concentração na solução, resulta na inibição do crescimento do sistema radicular, reduzindo a absorção de nutrientes pela planta;

além de gerar competição com cátions essenciais às plantas, como o Ca e o Mg, resultando em prejuízo econômico ao agricultor onde é necessário realizar a calagem e gessagem. Fato interessante nos resultados mostra que o tratamento R_500, teve um teor de acidez menor comparado aos outros, onde na pesquisa realizada por (Grosselli, 2021), que com o pó de rocha é utilizando biocarvão conseguiu diminuir os teores de Hidrogênio +Alumínio no solo, isso é um fato que deve ser replicado e com outras dosagens, pois mostra que o remineralizador consegue ter bons resultados em solos com alto teor de alumínio.

Ao comparar os tratamentos aplicados, observa-se na Tabela 3, onde são apresentados os resultados para o solo argiloso e arenoso, sabendo se que em características têm uma predominância maior no Brasil, a comparação entre arenoso e argilosos, mostra uma diferença absurda (melhor, significativa), só mostra que solos arenosos em suas características possuem baixos teores de P (Oliveira et al., 2005), assim sendo necessário fazer correção fosfática, já os teores com solos argilosos teve uma quantidade maior de fósforo, sendo os tratamentos R_100 e R_400 estatisticamente como os melhores tratamentos, pois o pó de rocha BTGRAN, possui um teor de fósforo e nesses tratamentos possivelmente esse macronutriente já estava começando a ficar disponível no solo.

Tabela 3 - Efeito da aplicação de diferentes fontes de potássio em características químicas do solo.

Fonte	P (mg/dm ³)		Ca (cmolc/dm ³)		MO (g/kg)		V(%)		Al e H		Ca(%)		Mg(%)	
	Are	Arg	Are	Arg	Are	Arg	Are	Arg	Are	Arg	Are	Arg	Are	Arg
Solo	1,00	10,66			23,67	22,77	56,00	45,67	1,67	14,00	28,50	20,70	20,00	15,80
	bB	bA	2,49 bA	2,29 aA	bA	aA	bA	cB	aB	aA	bA	bB	cA	bA
KCl	1,00	11,67			23,17	23,03	72,67	59,33	0,67	7,67	21,20	12,93	16,60	10,60
	bB	bA	3,09 aA	1,81 bB	bA	aA	aA	aB	aB	bA	cA	cB	cA	cB
RS_90	1,67	12,00			23,17	21,47	60,33	40,33	1,33	15,67	32,37	19,77	20,33	12,43
_1														
0	bB	bA	2,63 bA	1,74 bB	bA	aA	bA	cB	aB	aA	bA	bB	cA	cB
R_100	3,00	15,33			27,07	19,37	62,33	38,00	1,00	19,67	30,20	17,73	22,54	12,43
	bB	aA	2,73 bA	1,46 bB	aA	aB	bA	cB	Ab	bA	bA	bB	cA	cB
R_200	2,33	11,00			26,67	21,20	62,67	40,00	1,00	13,33	30,83	20,70	24,87	12,53
	bB	bA	2,51 bA	1,73 bB	aA	aB	bA	cB	aB	aA	bA	bB	bA	cB
R_300	3,00	12,67			26,03	22,27	65,33	52,00	1,00	5,67	34,10	27,30	25,43	17,50
	bB	bA	2,83 bA	2,58 aA	aA	aB	bA	bB	aA	bA	aA	aB	bA	bB
R_400	5,00	14,33			26,17	19,47	73,33	43,67	0,00	12,00	36,50	19,50	29,77	16,97
	aB	aA	3,16 aA	1,53 bB	aA	aB	aA	cB	aB	aA	aA	bB	aA	bB
R_500	5,33	12,00			25,37	20,17	74,33	59,33	0,00	2,00	38,07	26,87	29,77	25,80
	aB	bA	3,31 aA	2,38 aB	aA	aB	aA	Ab	aA	bA	aA	aB	aA	aA
CV (%)	14,91		13,95		7,84		7,12		65,7		9,81		13,49	

* Médias seguidas por letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha (para o tipo de solo), não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Para o Cálcio, o solo arenoso o tratamento que possui o remineralizador BTGRAN R_400 e R_500 com o KCl, estatisticamente não teve diferença, mostra que mesmo não sendo o objetivo principal deste pó de rocha mostra que se têm um teor de potássio e foi disponibilizado ao solo, onde nas pesquisas de (Ribeiro et al., 2010), que dependendo do tipo de rocha se é encontrado vários outros macronutrientes, sendo que um acaba sobressaindo que o outro, e no pó de rocha BTGRAN, têm o cálcio também em sua composição.

Na saturação por base se foi visto na tabela acima que os únicos tratamentos que alcançou melhor desempenho estatisticamente foram com o pó de rocha e KCl. com um solo arenoso, isso demonstra que com uma quantidade maior do remineralizador, se aumenta a saturação de um solo que não possuem uma boa saturação por ser arenoso (Filizola et al., 2019), isso comprova que o pó de rocha consegue aumentar a saturação por base em solos arenosos, entretanto de forma mais lenta comparada ao KCl, mas tendo a vantagem que essa liberação se pode demorar anos e continuar liberando, já o Cloreto de Potássio facilmente pode ser levado e perder uma boa quantidade, segundo (D'Oliveira et al., 2023), o pó de rocha vêm mostrando como uma fonte alternativa para os agricultores, comparando a tabela 1, se ver que quase dobrou a saturação se for comparar com a R KCl, R_400 e R_500, mostrando que esse resultado é promissor na agricultura, podendo ser um produto utilizado em áreas com baixa saturação.

A saturação têm a importância de cátions como Mg^{2+} , Ca^{2+} e K^{+} , assim favorecendo a diminuição da saturação por H^{+} , que assim diminui a saturação por alumínio (Gorski et al., 2024), sabendo que se a saturação ideal de um solo arenoso é de 60 a 65% (Sobral et al., 2015), então a porcentagem alcançada no solo arenoso se alcançou o objetivo, quando vai para a cultura que foi trabalhada a do trigo a saturação ideal fica entre 60 a 65% (Fernandes et al., 2022), novamente alcançando acima do desejável.

Nos resultados da MO no solo arenoso os tratamentos que possuem o remineralizador foram que estatisticamente tiveram melhores resultados, um dos fatores que pode ter melhorado o teor de MO, é que o remineralizador em si não vai fazer aumentar a matéria orgânica, entretanto ativa a microbiota do solo, onde os fungos e bactérias vão se alimentar dos minerais que estão sendo liberados (Lemes et al., 2023), onde uma microbiota ativa consegue fazer a decomposição mais rápido (Theodoro et al., 2013), os solos argilosos possuem uma quantidade maior de matéria orgânica comparado aos solos arenosos (Lepsch et al., 1982), mesmo assim o tratamento R_100, conseguiu estatisticamente ter resultados iguais ao tratamento testemunha e tratamento com o KCl.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados da avaliação de variáveis nas plantas de trigo. Estudos mostram a importância de se estudar e compreender sobre a massa fresca da espiga (Cunha et al., 2015), têm a função de se entender sobre teor de umidade, sabendo se a hidratação da planta, pois todos os nutrientes absorvido pelo sistema radicular da planta têm o objetivo de nutrir a planta e assim ter grãos com um maior vigor e volumosos (Alvarenga et al., 2009), tem como saber sobre a atividade fotossintética e a eficiência da planta, na tabela a baixa vemos que os tratamentos que foi utilizado o solo argiloso acabou tendo um desempenho melhor nas repetições que foi utilizado o pó de rocha com uma maior quantidade. R_400 e R_500, já no solo arenoso se teve no R_100, que também usa o remineralizador de solo, o que se dá para compreender é que por ter uma quantidade maior de macronutrientes e micronutrientes comparando aos convencionais o pó de rocha sai com uma boa diferença, pois mesmo sua fonte principal ser o K, mas também possuem outros macros e micros em menor quantidade.

Tabela 4 – Efeito da aplicação de diferentes fontes de potássio em plantas de trigo cultivado em dois tipos de solo.

Fonte	MFE (g)		MSF (g)		MSR (g)		NG	
	Are	Arg	Are	Arg	Are	Arg	Are	Arg
Solo	0,7 bA	0,0 bB	0,32 a A	0,12 bA	0,18 a A	0,02 bB	12,3 bA	5,0 cA
KCl RS_90_1	0,6 bA	0,2 bA	0,22 a A	0,05 bA	0,07 a A	0,00 bA	7,3 bA	3,8 cA
0	0,5 bA	0,3 bA	0,27 a A	0,20 bA	0,10 a A	0,02 bA	15,6 bA	12,0 bA
R_100	1,2 a A	0,5 bB	0,33 a A	0,22 bA	0,20 a A	0,12 a A	26,8 aA	12,4 bB
R_200	0,7 bA	0,6 bA	0,32 a A	0,20 bA	0,16 a A	0,12 a A	15,4 bA	15,1 bA
R_300	0,4 bA	0,7 bA	0,16 a B	0,62 a A	0,03 a B	0,25 a A	12,0 bB	29,0 aA
R_400	0,4 bB	1,3 a A	0,18 a A	0,30 bA	0,04 a A	0,07 bA	9,6 bA	18,3 bA
R_500	0,0 bB	1,4 a A	0,27 a B	0,55 a A	0,10 a A	0,17 a A	24,9 aA	34,3 aA

*Médias seguidas por letras iguais, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha (para o tipo de solo), não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

** MFE: Massa Fresca da Espiga; MSF: Massa Seca de Folhas; MSR: Massa Seca de Raiz; NG: Número de Grãos.

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Nos valores de MSF, novamente o solo arenoso acabou tendo um melhor resultado em comparação entre os solos, dentro do solo argiloso não houve tanta diferença estatisticamente, as repetições com o remineralizador acabou novamente com um bom desempenho, sendo R_500 entre as melhores novamente, o que se entende que por ter uma quantidade maior do pó

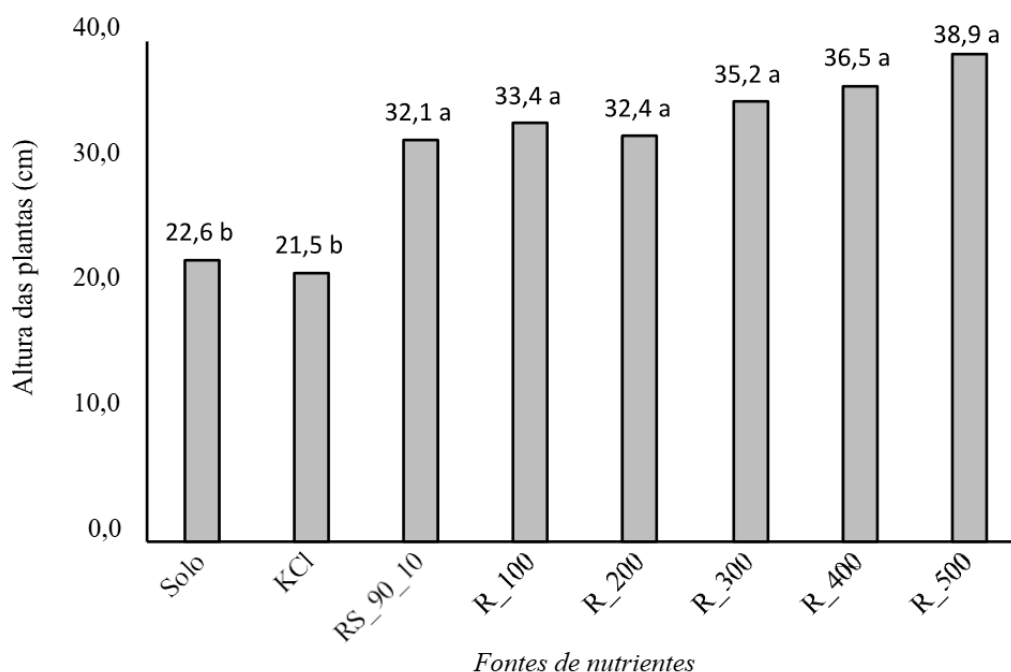
de rocha acaba tendo um potencial maior, nos resultados da pesquisa foi observado que não houve tantas diferenças entre os tipos de solos, entretanto tanto o solo arenoso ainda teve um leve desempenho melhor, mas entre os tratamentos não tiveram tantas diferenças estatisticamente, mostra que o remineralizador consegue ter o mesmo desempenho do KCl.

A raiz pode ser considerada uma das partes mais importante de uma planta, pois tem a função de estabilizar a planta no solo, a sua absorção de nutrientes vêm pelo sistema radicular, quanto maior sua estrutura maior é a possibilidade dela buscar água e nutrientes, então teoricamente uma raiz mais pesada é pelo motivo de que ela buscou fontes para fazer a nutrição (Ramos et al., 2022), na alocação dos macronutrientes e micronutrientes na estrutura das plantas ocorre nas fases iniciais o resultado que se têm é o aumento da biomassa para as raízes (Brito, 2019).

Fazer a contagem de número de grãos têm a importância de se saber se a planta está produzindo o máximo possível que ela pode oferecer (Dal Moro et al., 1994), um agricultor vai adquirir sempre a variedade que oferece um ciclo rápido (Bairrão, 1991), grãos de qualidade e uma boa produção na quantidade dos grãos (Cunha, 2005), para isso têm que trabalhar o solo para aumentar a sua fertilidade, desde a semeadura é necessário já adquirir sementes de boa qualidade, que reflete que a planta teve bons grãos para que as sementes sejam multiplicadas (Dal Moro et al., 1991), ao observar a tabela acima vemos que os tratamentos com um solo arenoso teve um desempenho melhor, pois tratamentos com um solo argiloso tiveram estatisticamente desempenho bem abaixo do esperado, novamente a repetição R_500 foi a que se saiu com um melhor desempenho, também foi a repetição que mais recebeu o pó de rocha, o nível de K disponibilizado no solo (Stein et al., 2023), acabou favorecendo o aumento da produção de grãos das plantas desse tratamento, o que estatisticamente aumentaria o rendimento (Bairrão, 1991), cada planta utilizando o remineralizador de solo, sempre bom entender que o produtor visa o lado econômico na hora de adquirir um produto, então mostrar que um tratamento aumentou a quantidade de grãos valoriza o valor final do produto.

Na agricultura a altura da planta tem sua importância para qual função aquela planta vai ser utilizada (Repke et al., 2012), sendo de grande importância morfológica da planta, onde os grãos são utilizados na alimentação humana e animal, também a planta em si também pode ter essa mesma função, por isso que têm a necessidade de se saber altura da planta, como mostra na Figura 3.

Figura 3 - Altura média das plantas cultivadas em diferentes fontes de nutrientes.



* Médias seguidas por letras iguais não diferem estatisticamente pelo teste de Scott -Knott a 5% de probabilidade.

Fonte: elaborado pelo autor (2022).

Todos os tratamentos que utilizaram remineralizador houve um crescimento maior comparado aos que não utilizaram, utilizando o Sisvar (Ferreira, 2014), foi observado que estatisticamente não houve diferença entre os tratamentos que utilizaram remineralizadores.

Se é necessário entender o motivo do crescimento das plantas que utilizaram os remineralizadores, sabendo que apenas o solo sem aplicação de nenhum componente que favoreça a fertilidade dele vai ser difícil comparar ele com os outros tratamentos que possuem algum tipo de remineralizador ou fertilizantes (Sá et al., 2005), então se usou como testemunha para se saber o quanto à planta vai ter de diferença entre tratamento com apenas o solo versus tratamento com KCl ou remineralizador.

O solo tem algumas funções importantes para o crescimento da planta, sendo principal a nutrição, o sistema radicular da planta, onde as raízes vão procurar os macronutrientes e micronutrientes e água para poder absorver e assim poder ter um ótimo desenvolvimento, entretanto quando têm uma falta de equilíbrio a planta não terá um crescimento que seja desejável ao agricultor, sabendo-se que hoje se é necessário utilizar fontes para melhorar a fertilidade do solo, muito difícil se poder plantar sem utilizar fontes para ajudar no desenvolvimento da planta ideal para se ter uma boa produção no final da colheita.

Figura 4 - Foto com um vaso de cada tratamento.



Fonte: elaborado pelo autor (2022).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos mostram que o remineralizador BTGRAN, tem um grande potencial para sua utilização como fornecer o macronutriente K ao solo, em todos os resultados obtidos na pesquisa todos os tratamentos com pó de rocha teve desempenho melhor ou igual ao tratamento com o KCl, também tendo ótimos resultados em solos arenosos com a matéria.

Quando olhamos os resultados diretamente das plantas vemos que o objetivo foi alcançado, pois estatisticamente os tratamentos com o pó de rocha tiveram um desempenho superior do que os de KCl, entretanto as testemunhas com uma quantidade maior do remineralizador foram que teve esse desempenho melhor, então é necessário fazer mais alguns ajustes.

Também é importante afirmar que ainda é necessário fazer novas pesquisas tanto com a cultura do trigo ou com outra cultura e repetir as dosagens que foram utilizados.

6. REFERÊNCIAS

- ABREU, S.L. de; REICHERT, J.M; SILVA, V.R. da; REINERT, D. J; BLUME, Elena. Variabilidade espacial de propriedades físico-hídricas do solo, da produtividade e da qualidade de grãos de trigo em Argissolo Franco Arenoso sob plantio direto. **Ciência Rural**, abr. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/brxjv5FZtJxYq mz4VGntDMv/?lang=pt>. Acesso em: out. 2024.
- ABITRIGO. Trigo na história. Disponível em: <https://www.abitrigo.com.br/conhecimento/historia-do-trigo/>. Acesso em: 25 out. 2025.
- ACCIOLY, L. J. O. **Degradação do solo e desertificação no Nordeste do Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 2011. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/876529/1/DegradaAEodoSoloeDesertificaAEonoNordestedoBrasilPortalDiadeCampo.pdf>. Acesso em: 25 maio 2026.
- ALMEIDA, E.; SILVA, F. J. P.; RALISCH, R. Revitalização dos solos em processos de transição agroecológica no Sul do Brasil. **Revista Agrícolas: Experiências em Agroecologia**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 7-10, 2007.
- ALVALÁ, R.; CUNHA, A. P.; BRITO, S. S.; SELUCHI, M. E.; MARENGO, J. A.; MORAES, O. L.; CARVALHO, M. A. Drought monitoring in the Brazilian Semiarid region. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 91, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720170209>.
- ALVARENGA, C. B.; SOARES SOBRINHO, J.; SANTOS, E. M. Comportamento de cultivares de trigo em diferentes densidades de semeadura sob irrigação indicadas para a região do Brasil Central. **Bioscience Journal**, Uberlândia, 2009. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 29 maio 2026.
- BACALTCHUK, B. História e tecnologia de produção. In: BACALTCHUK, B. (ed.). **Trigo no Brasil: o Brasil vai exportar trigo**. 1. ed. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2001. p. 208.
- BAIRRÃO, L. J. F. M. Efeito das densidades de semeadura de trigo (*Triticum aestivum* L.) e Triticale (*Triticosecale* Wittmack) sobre algumas características agronômicas e rendimento de grão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 16., 1991, Dourados. **Anais [...]**. Dourados: EMBRAPA-UEPAE, 1991a. p. 41.
- BAIRRÃO, L. J. F. M. Efeito das densidades de semeadura de trigo (*Triticum aestivum* L.) sobre rendimento de grãos e algumas características agronômicas. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 16., 1991, Dourados. **Anais [...]**. Dourados: EMBRAPA-UEPAE, 1991b. p. 42.
- BAUMGRATZ, E. I.; MERA, C. M. P.; FIORIN, J. E.; CASTRO, N. L. M.; CASTRO, R. Produção de trigo, decisão por análise econômico-financeira. **Revista de Política Agrícola**, v. 26, n. 3, p. 8-21, 2017. Disponível em: <https://seer.sede.embrapa.br/index.php/RPA/article/view/1293/1063>. Acesso em: 18 out. 2025.

BRANDÃO, J. A. V. **Pó de rocha como fonte de nutrientes no contexto da agrogeologia**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012. Disponível em: <https://repositorio.ufscar.br/bitstream/handle/ufscar/142/4824.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 28 maio 2026.

BRASIL. Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013. Altera a Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, para incluir os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado à agricultura, e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/112890.htm. Acesso em: 15 out. 2025.

BRASIL, E. P. F.; COUTO, C. A. do; ARAÚJO, I. de L.; ARAÚJO, T. de G.; ANASTÁCIO, T. M.; JUNIOR, C. G. de A. Remineralizador Rekal como alternativa para correção do solo, neutralização da acidez potencial e fornecimento de cálcio e magnésio. **Revista DELOS**, Curitiba, v. 18, n. 64, p. 1-29, 2025. DOI: 10.55905/rdelosv18.n64-027. ISSN 1988-5245.

BRITO, R. S. de. **Crescimento e produção de melancia em função de lâminas de irrigação e doses de fósforo em solo de baixa fertilidade natural**. 2019. 71 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco, 2019.

CENTRO DE GESTÃO E ESTUDOS ESTRATÉGICOS (CGEE). **Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil**. Brasília, DF: CGEE, 2016.

CUNHA, G. R. **Buscando a elevação do rendimento de grãos em trigo**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2005. 7 p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 50). Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do50.htm.

CUNHA, G. R. (org.). **Trigo no Brasil: rumo ao século XXI**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 194 p. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/820359/1/ID8590LV0305.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2026.

CUNHA, D. L. da; MATIAS, S. S. R.; NASCIMENTO, A. H. do; COSTA JUNIOR, E. de S.; SOARES, G. B. dos S.; MORAIS, D. B. de. Massa fresca e seca da parte aérea e raiz em função da aplicação de super simples em mudas de maracujá. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 2015, [s. l.]. **Anais [...]**. [s. l.]: Eventos Solos, 2015. Disponível em: <https://eventossolos.org.br>. Acesso em: 29 maio 2026.

CURI, N.; KÄMPF, N.; MARQUES, J. J. Mineralogia e formas de potássio em solos brasileiros. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T. L. (ed.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato; Instituto Internacional da Potassa, 2005. p. 91-122.

DAL MORO, C.; AUDE, M. I. da S.; ESTEFANEL, V.; MANFRON, P. A. Densidade e época de semeadura do trigo. I. Efeito na taxa de acúmulo de massa seca no período de enchimento de grão. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 17., 1994, Passo Fundo. **Anais [...]**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994a. p. 53.

DAL MORO, C. A.; AUDE, M. I. da S.; MARCHEZAN, E.; ESTEFANEL, V. Densidade e época de semeadura do trigo. II. Efeito sobre o rendimento e os componentes do rendimento de grãos. In: REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE TRIGO, 17., 1994, Passo Fundo. **Anais [...]**. Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994b. p. 54.

DAL MORO, C. A. **Efeito da densidade e época de semeadura sobre a taxa de acúmulo de massa seca no grão e influência dos afilhos na produtividade do colmo principal do trigo.** 1995. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1995.

DETMER, C. A. **Uso de "pó de rocha" em sistemas de produção agrícola: breve análise sobre viabilidade técnica.** Brasília, DF: Embrapa, 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1126274/1/Po-de-rocha-agricultura-2020.pdf>. Acesso em: 14 out. 2025.

D'OLIVEIRA, P. S.; ROCHA, W. S. D.; MARTIN, C. E. **Uso de pó de rocha em plantas forrageiras.** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2023. 20 p. (Circular Técnica, 127). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1157266/1/Uso-de-po-de-rocha-em-plantas-forrageiras.pdf>. Acesso em: 25 maio 2026.

DOURADO, C. S. **Áreas de risco de desertificação: cenários atuais e futuros frente às mudanças climáticas.** 2017. 141 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Esclarecimentos sobre uso de agrominerais silicáticos (remineralizadores) na agricultura.** Brasília, DF: Embrapa, 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Pesquisa brasileira avança no uso de remineralizadores no solo. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/85673644/pesquisa-brasileira-avanca-no-uso-de-remineralizadores-no-solo>. Acesso em: out. 2025.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). Uso de mineralizadores na agricultura. **Nota Técnica**, n. 3, 2024. Disponível em: <https://publicacoes.epagri.sc.gov.br/nt/article/view/1857>. Acesso em: 15 out. 2025.

ESTAÇÃO AGROMETEOROLÓGICA AUTOMÁTICA. Campus de Engenharias e Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), Rio Largo-AL. Latitude: 9°28'29,1"S; Longitude: 35°49'43,6"W; Altitude: 127,0 m. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2018.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA (FAO). Fome aumenta no mundo. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/pt/c/1740911/>. Acesso em: 25 out. 2024.

FAROOQ, S.; AZAM, F. The use of cell membrane stability (CMS) technique to screen for salt tolerant wheat varieties. **Journal of Plant Physiology**, v. 163, p. 629-637, 2005. DOI: 10.1016/j.jplph.2005.06.006.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.

FERNANDES, T. O. M.; COSTA, K. P.; ROCHA, A. P. M.; FERNANDES, L. A.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; AZEVEDO, A. M.; MARTINS, E. R. Influência da saturação por bases na produção de grãos e de flavonoides de trigo-mourisco. **Semina: Ciências Agrárias**,

Londrina, v. 43, n. 3, p. 1095-1108, maio/jun. 2022. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2022v43n3p1095>. Acesso em: 25 maio 2026.

FILIZOLA, H. F.; FONTANA, A.; DONAGEMMA, G. K.; VIANA, J. H. M.; LUIZ, A. J. B.; SOUZA, M. D. de. **Diagnóstico de atributos físico-hídricos dos solos de textura arenosa em áreas de intensificação agrícola no bioma Cerrado**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2019. 74 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1112863>. Acesso em: 25 maio 2026.

FOLONI, J. S. S.; ECHER, F. R.; CRESTE, J. E.; VILASBOAS, G. A. Ureia e nitrato de amônio via pulverização foliar no trigo. **Cultura Agrônômica**, v. 18, p. 83-94, 2009.

GIAROLA, N. F. B.; SILVA, A. P.; IMHOFF, S. Relações entre propriedades físicas e características de solos da região sul do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, n. 4, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832002000400005>.

GORSKI, M. R.; SOARES, J. C. W.; KRUM, D. N.; BRUM, L. N.; LIMA, T. H. de; FREITAS, H. M. de; SANTOS, P. M. S. dos; COIMBRA, V. S. Variabilidade espacial da saturação por bases e da saturação por alumínio do solo, numa catena do Pampa, cultivada com soja. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, São José dos Pinhais, v. 17, n. 1, p. 1-15, 2024. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/310>. Acesso em: 25 maio 2026.

GROSSELLI, M. A. **Influência do uso de pó de rocha basáltica e biocarvão em Latossolo Vermelho Distroférrico e no cultivo orgânico de Phaseolus vulgaris antecedido por plantas solubilizadoras**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal da Fronteira Sul, [s. l.], 2021.

HAFSI, C.; DEBEZ, A.; ABDELLY, C. Potassium deficiency in plants: effects and signaling cascades. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 36, n. 5, p. 1055-1070, 2014.

KRAMER, L. F. M.; MÜLLER, M. M. L.; TORMENA, C. A.; GENÚ, A. M.; MICHALOVICZ, L.; VICENSI, M. Atributos químicos do solo associados à produtividade do trigo em um talhão com diferentes potenciais produtivos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 38, n. 4, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832014000400015>.

LAPIDO-LOUREIRO, F. E. V.; MELAMED, R.; FIGUEIREDO NETO, J. (ed.). **Fertilizantes: agroindústria & sustentabilidade**. Rio de Janeiro: CETEM, 2008.

LEMES, J. B. P.; LEMES, H. S.; SANTOS NETO, R. B. dos; SANTOS, N. M. dos; RAMOS, Y. C. Potencialidades de uso do remineralizador de solo na cultura do milho verde. **Boletim Científico Agrônômico do CCAAB/UFRB**, v. 1, e2261, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17014607>.

LEPSCH, I. F.; SILVA, N. M. da; ESPIRONELO, A. Relação entre matéria orgânica e textura de solos sob cultivo de algodão e cana-de-açúcar, no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v. 41, n. 8, 1982. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/brag/a/HSC5yP4N3QtpMyJjnQBpcGF/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 20 out. 2025.

MAI, K. T.; DIAS, R. de C.; TEIXEIRA, P. C.; BENITES, V. de M. Meta-análise sobre uso de pó de rocha silicática como fonte de nutrientes para a agricultura. In: SEMINÁRIO PIBIC EMBRAPA SOLOS, 2021-2024, Rio de Janeiro. **Seminários Pibic Embrapa Solos 2021-2024: resumos**. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2025. p. 234-239. (Embrapa Solos. Eventos técnicos & científicos, 2).

MANFRON, P. A.; LAZZAROTTO, C.; MEDEIROS, S. L. P. Trigo: aspectos agrometeorológicos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 23, p. 233-239, 1993.

MARQUES, F. A.; NASCIMENTO, A. F. do; ARAUJO FILHO, J. C. de; SILVA, A. B. da. **Solos do Nordeste**. Recife: Embrapa Solos, 2014. 26 p. (Embrapa Solos. Documentos, 178). Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1003864>. Acesso em: 18 maio 2026.

MARTINS, E. S.; HARDOIM, P. R.; MARTINS, E. de S. Efeito da aplicação dos remineralizadores no solo. **Informe Agropecuário**, v. 44, n. 321, p. 49-56, 2023.

MARTINS, E. de S. et al. Princípios geoquímicos, mineralógicos e biológicos do manejo de remineralizadores de solos. [s. l.]: [s. n.], 2023.

MARTINS, E. de S. Remineralizadores de solos e a segurança alimentar. In: THEODORO, S. H. et al. (org.). **Anais do IV Congresso Brasileiro de Rochagem**. Brasília, DF: Embrapa, 2021. p. 23. E-book. ISBN 978-65-89999-20-6. Disponível em: https://www.sgb.gov.br/remineralizadores/media/anais_ivcbr_2021.pdf. Acesso em: 29 maio 2026.

MOJID, M. A.; MOUSUMI, K. A.; AHMED, T. Performance of wheat in five soils of different textures under freshwater and wastewater irrigation. **Agricultural Science**, v. 2, n. 2, p. 89, 2020.

MOLIN, J. P. Definição de unidades de manejo a partir de mapas de produtividade. **Engenharia Agrícola**, v. 22, p. 83-92, 2002.

MORAES, J. B.; WANDERLEY, H. S.; DELGADO, R. C. Áreas suscetíveis a desertificação no Nordeste do Brasil e projeção para cenário de mudanças climáticas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 17, n. 6, p. 4003-4014, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>. Acesso em: 25 maio 2026.

MORAIS, L. K. de; SCHEEREN, P. L.; FRONZA, V.; CAIERÃO, E.; NORONHA, M. de A.; RIBEIRO, F. R. da S. **Avaliação de cultivares de trigo tropical para as novas fronteiras do trigo no Brasil, estado de Alagoas, região do Sealba**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2023. 22 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 182).

MORAIS, L. K.; SANTOS, R. S.; FRONZA, V.; SCHEEREN, P. L.; MIRANDA, M. Z.; NORONHA, M. A.; SILVA, P. A. **Avaliação de cultivares de trigo no Estado de Alagoas**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2020. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 152). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1129237/1/BP-152-20-Lizz-v2Fim.pdf>. Acesso em: 18 maio 2026.

NIEWINSKI, F. da S. **Do pó de rocha à fertilidade: uma experiência nos solos de Montenegro/RS**. 2017. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

OLIVEIRA, A. P.; CARDOSO, M. O.; BARBOSA, L. J. N.; SILVA, J. E. L.; MORAIS, M. S. Resposta do feijão-vagem a P₂O₅ em solo arenoso com baixo teor de fósforo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 1, p. 128-132, jan./mar. 2005.

PEQUENO, P. L. de L.; LEONIDAS, F. das C.; MENDES, A. M.; VIEIRA, A. H.; MARTINS, E. P.; VASCONCELOS, L. P. de. **Água disponível do solo: algumas características físicas do solo importantes para quantificação**. Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2002. 13 p.

RANMAH, M. A.; CHIKUSHI, J.; YOSHIDA, S.; YAKATA, H.; YASUNAGA, E. Effect of high air temperature on grain growth and yields of wheat genotypes differing in heat tolerance. **Journal of Agricultural Meteorology**, v. 60, p. 605-608, 2005. DOI: 10.2480/agrmet.605.

RAMOS, M. A. C. de; RUARO, E. L.; RODRIGUES, R. R.; QUATRIN, M. P.; CASTRO, R. L. de; PORTELA, E. F. M. Avaliação da produção de grãos e massa seca de cinco genótipos de trigo duplo propósito. In: REUNIÃO DA COMISSÃO BRASILEIRA DE PESQUISA DE TRIGO E TRITICALE, 15., 2022, Passo Fundo. **Anais [...]**. Passo Fundo: Biotrigo Genética, 2022. p. 123-126. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1140527/avaliacao-da-producao-de-graos-e-massa-seca-de-cinco-genotipos-de-trigo-duplo-propósito>. Acesso em: 29 maio 2026.

REPKE, R. A.; CRUZ, S. J. S.; MARTINS, M. B.; SENNA, M. S.; FELIPE, J. da S.; DUARTE, A. P.; BICUDO, S. J. Altura de planta, altura de inserção de espiga e número de plantas acamadas de cinco híbridos de milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Anais [...]**. Sete Lagoas: ABMS, 2012. Disponível em: https://www.abms.org.br/eventos_antecedentes/cnms2012/07241.pdf. Acesso em: 29 maio 2026.

RIBEIRO, L. S.; SANTOS, A. R.; SOUZA, L. F. S.; SOUZA, J. S. Rochas silicáticas portadoras de potássio como fontes do nutriente para as plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n. 3, jun. 2010.

ROSOLEM, C. A.; GARCIA, R. A.; FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C. Lixiviação de nitrato no solo em função da calagem e adubação nitrogenada com ureia após aplicação de vinhaça. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 5, out. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832006000500007>.

SÁ, M. A. C. de; SANTOS JUNIOR, J. de D. G. dos. **Compactação do solo: consequências para o crescimento vegetal**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 25 p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/569996>. Acesso em: 25 maio 2026.

SCHENKEL, C.; MATALLO JUNIOR, H. **Desertificação**. Brasília, DF: UNESCO, 1999.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SEIXAS, M. **Impactos dos conflitos Israel-Hamas e Rússia-Ucrânia no mercado global de fertilizantes e seus possíveis reflexos no agronegócio brasileiro**. [s. l.]: Embrapa, [2023?]. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/26187851/Impactos+dos+conflitos+Israel->

Hamam+e++R%C3%BAssia-Ucr%C3%A3nia+no+Mercado+Global+de+Fertilizantes+e+Seus++Poss%C3%ADveis+Reflexos+no+Agronegócio+Brasileiro/f72ced47-4aaf-998a-8a5d-cdbdc0f559c6?version=1.0. Acesso em: out. 2025.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM). **Breve história da Terra**. Rio de Janeiro: SGB-CPRM, [2023]. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/breve-historia-da-terra>. Acesso em: 29 maio 2026.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (SGB-CPRM). **Rochas**. Rio de Janeiro: SGB-CPRM, 2015. Disponível em: <https://www.sgb.gov.br/rochas>. Acesso em: 29 maio 2026.

SILVA, M. A. G.; BOARETTO, A. E.; MURAOKA, T.; FERNANDES, H. G.; GRANJA, F. A.; SCIVITTARO, W. B. Efeito do nitrogênio e potássio na nutrição do pimentão cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 913-922, 2001.

SOBRAL, L. F.; BARRETTO, M. C. de V.; SILVA, A. J. da; ANJOS, J. L. dos. **Guia prático para interpretação de resultados de análises de solo**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 13 p. (Documentos, 206). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1042994/1/Doc206.pdf>. Acesso em: 25 maio 2026.

SOUZA, F. N. S. **O potencial de agrominerais silicáticos como fonte de nutrientes na agricultura tropical**. 2014. Tese (Doutorado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2014. Disponível em: https://repositorio.unb.br/bitstream/10482/18064/1/2014_FredNewtondaSilvaSouza.pdf. Acesso em: 20 maio 2026.

SOUZA, F. N. da S.; SILVA, M. H. M. e; SANTOS, C. C. dos; SANTANA, A. P. de; ALVES, J. M. Uso da rochagem como fonte alternativa de nutrientes na produção de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) para a indústria de etanol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 34., 2013, Florianópolis. **Anais [...]**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013. Disponível em: <https://www.eventossilos.org.br/cbcs2013/anais/arquivos/2650.pdf>. Acesso em: 28 maio 2026.

STEIN, J. T.; STEIN, M.; KUNZ, T. R.; SEIDEL, E. P.; SUSTAKOWISK, M. C.; RIBEIRO, L. L. O.; DAHMER, R. Aplicação de pó de rocha de basalto associado a plantas de cobertura no cultivo do trigo em sucessão. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, São José dos Pinhais, v. 16, n. 11, p. 25782-25795, nov. 2023. DOI: 10.55905/revconv.16n.11-060.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. The use of rocks to improve family agriculture in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 4, p. 721-730, 2006.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H.; REGO, K. G.; MEDEIROS, F. P.; TALINI, N. L.; SANTOS, F.; OLIVEIRA, N. Efeito do uso da técnica de rochagem associada à adubação orgânica em solos tropicais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 2., 2013, Poços de Caldas. **Anais [...]**. Poços de Caldas: Suprema, 2013. v. 1, p. 32-42.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O.; ROCHA, E. L.; REGO, K. G. A importância de uma rede tecnológica de rochagem para a sustentabilidade em países tropicais. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, p. 1390-1407, 2012.

VELOSO, C. A. C.; BORGES, A. L.; MUNIZ, A. S.; VEIGAS, I. de J. M. Efeito de diferentes materiais no pH do solo. **Scientia Agricola**, v. 49, n. spe., p. 123-128, 1992.

VIANA, E. M.; KIEHL, J. C. Doses de nitrogênio e potássio no crescimento do trigo. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 4, p. 975-982, 2010.

WELTER, M. K.; SOUZA, A. G.; NATALE, W.; MARTINS, A. B. G.; ROZANE, D. E.; GRASSI FILHO, H.; SILVA, S. R. Efeito da aplicação de pó de basalto no desenvolvimento inicial de mudas de camu-camu (*Myrciaria dubia*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 3, p. 922-931, 2011.