

UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA

DANIELLI SCHUTZ

POTENCIAL DO USO AGRÍCOLA DE PÓ DE ROCHA NO CULTIVO DE ALFACE

CERRO LARGO

2023

DANIELLI SCHUTZ

POTENCIAL DO USO AGRÍCOLA DE PÓ DE ROCHA NO CULTIVO DE ALFACE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira

CERRO LARGO

2023

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Schutz, Danielli
POTENCIAL DO USO AGRÍCOLA DE PÓ DE ROCHA NO CULTIVO
DE ALFACE / Danielli Schutz. -- 2023.
35 f.

Orientador: Doutor Renan Costa Beber Vieira

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2023.

1. Rochagem. 2. Solo. 3. Fertilizante. 4. Nutrientes.
5. Lactuca sativa. I. Vieira, Renan Costa Beber, orient.
II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

DANIELLI SCHUTZ

POTENCIAL DO USO AGRÍCOLA DE PÓ DE ROCHA NO CULTIVO DE ALFACE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 07/12/2023.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Renan Costa Beber Vieira
Orientador



Prof. Dr. Douglas Rodrigo Kaiser
Avaliador



Prof. Dr. Nerison Luis Poersch
Avaliador

Dedico este trabalho aos meus pais, que não
pouparam esforços para que eu pudesse
concluir este trabalho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente e principalmente aos meus pais, Prisca Hartmann Schutz e Germano Schutz por serem os maiores responsáveis e maiores incentivadores durante toda minha vida, principalmente para realização deste trabalho e em todos os momentos nesses longos últimos cinco anos de graduação. Eu amo vocês.

A Deus por me permitir viver esses momentos com muita saúde e incentivo dos meus pais, por sempre ter o apoio deles e de todos que me rodeiam.

Aos meus amigos que sempre estiveram e estão comigo, independente do momento, o apoio de cada um fez diferença nessa jornada, tanto pra me incentivar, me apoiar ou até mesmo me consolar. Eu tenho os melhores amigos do mundo comigo. Adolfo, Ari, Eduardo, Gean, Guilherme, Jean, Jéssica, Márcia, Tânia e Vitória, esses são os que estiveram comigo na realização desse trabalho, eu amo vocês. Aos demais amigos, que de uma ou outra forma contribuíram, e estão presentes na minha vida a gratidão é imensa também.

À Universidade Federal da Fronteira Sul, que me permitiu cursar ensino superior em minha cidade de origem, Cerro Largo -RS, com uma grande qualificação de profissionais e ensino público de qualidade.

E por fim ao meu orientador, professor Dr. Renan Costa Beber Vieira, que me apoiou quando surgiu para ele com a ideia desse trabalho, que depois de apresentada as possibilidades para realização, foi executado. Gratidão por toda orientação e ajuda durante a realização desse trabalho.

RESUMO

A degradação da qualidade do solo e a diminuição da fertilidade são preocupações crescentes na agricultura. O uso intensivo de fertilizantes químicos pode trazer consequências negativas para o meio ambiente e principalmente a saúde humana. Nesse contexto, o pó de rocha surge como uma opção sustentável e de baixo impacto ambiental para melhorar a fertilidade do solo. A aplicação do pó de rocha pode melhorar atributos do solo ao longo do tempo e, conseqüentemente, melhorar a produtividade das culturas. Para testar essa hipótese, instalou-se um experimento com aplicação de pó de rocha de basalto em dois diferentes solos com o cultivo da alface crespa (*Lactuca sativa* var. *crispa*). Com o objetivo de avaliar as alterações nos atributos químicos do solo e produtividade de alface. O experimento consistiu na aplicação de cinco doses de pó de rocha (0, 20, 40, 60, 80 Mg há⁻¹) e um tratamento com adubação mineral (formulação NPK), com 4 repetições de cada tratamento. Após o desenvolvimento da alface foram avaliados os atributos químicos do solo e da planta. No solo foram avaliados os teores de pH, fósforo e potássio, já nos atributos químicos da planta foram avaliados os teores de nitrogênio, fósforo e potássio. O uso da adubação mineral apresentou maior massa fresca e seca de alface, enquanto que as doses de pó de rocha não diferiram do tratamento controle (dose 0). O uso do pó de rocha não alterou os teores de P e K no solo e na planta, o que pode ser decorrente da cultura ser de ciclo curto e a liberação dos nutrientes presentes no pó da rocha ser de forma lenta.

Palavras-chave: Rochagem; solo; fertilizante; nutrientes; *Lactuca sativa*;

ABSTRACT

Soil quality degradation and decreased fertility are growing concerns in agriculture. The intensive use of chemical fertilizers can bring negative consequences for the environment and especially human health. In this context, rock dust emerges as a sustainable and low environmental impact option to improve soil fertility. The application of rock powder can improve soil attributes over time and consequently improve soil quality. The application of rock dust can improve soil attributes over time and consequently improve soil quality. To test this hypothesis, an experiment was installed with the application of basalt rock powder in two different soils with the cultivation of lettuce (*Lactuca sativa* var. *crispa*). In order to evaluate the changes in soil chemical attributes and lettuce productivity. The experiment consisted of the application of five doses of rock powder (0, 20, 40, 60, 80 Mg ha⁻¹) and a treatment with mineral fertilization (NPK formulation), with 4 replicates of each treatment. After the development of lettuce were evaluated the chemical attributes of soil and plant. In the soil were evaluated levels of pH, phosphorus and potassium, and in the chemical attributes of the plant were evaluated levels of nitrogen, phosphorus and potassium. The use of mineral fertilization showed higher fresh and dry mass of lettuce, while the doses of rock powder did not differ from the control treatment (dose 0). The use of rock powder did not alter the contents of P and K in the soil and in the plant, which may be due to the short cycle culture and the release of nutrients present in the rock powder is slow.

Keywords: rock powder; soil; fertilizer; nutrients; *Lactuca sativa*;

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Resultado da análise química dos solos, antes do experimento.....	20
Tabela 2-Quantidade de nutrientes presentes em cada dose em Kg ha ⁻¹	21
Tabela 3- Croqui inicial (latossolo e neossolo respectivamente)	21
Tabela 4- Médias dos atributos químicos do solo após incorporado de pó de rocha e o desenvolvimento da cultura da alface. Tratamentos em Mg ha ⁻¹ e tratamento mineral conforme resultado das análises.....	24
Tabela 5- Médias da massa fresca (kg ha ⁻¹) e massa seca (kg ha ⁻¹) da alface após cultivo em solos com uso de pó de rocha nos solos, onde os tratamentos de pó de rocha (0, 20, 40, 60, 80) são em Mg ha ⁻¹ e o tratamento mineral conforme análise química.	26
Tabela 6- Análise da porcentagem de massa seca em relação a massa fresca da alface, onde os tratamentos (0, 20, 40, 60, 80) são em Mg ha ⁻¹ e o tratamento mineral conforme análise química.....	27
Tabela 6- Médias dos atributos químicos da parte área da alface após cultivo em solo com uso de pó de rocha (0, 20, 40, 60, 80 Mg ha ⁻¹) e o tratamento mineral conforme análise química.	28
Tabela 7- Acúmulo total por planta de alface de cada nutriente estudado após o solo ser incorporado com doses diferentes de pó de rocha (Mg ha ⁻¹) e adubação mineral conforme análise química.	29

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CQFS- Comissão De Química e Fertilidade Do Solo - RS/SC

N- Nitrogênio

P- Fósforo

K- Potássio

Ca- Cálcio

Mg- Magnésio

Kg- quilogramas

Mg- Mega grama

SFT- Super Fosfato Triplo

KCl- Cloreto de potássio

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	IMPORTANCIA DO PÓ DE ROCHA NA AGRICULTURA	13
2.2	COMPOSIÇÃO DA ROCHA BASÁLTICA	14
2.3	PÓ DE ROCHA BASÁLTICA COMO REMINERALIZADOR DO SOLO	15
2.4	USO DO PÓ DA ROCHA NA AGROECOLOGIA	16
2.5	LIMITAÇÕES DO USO DO PÓ DA ROCHA NA AGRICULTURA.....	18
2.6	ALFACE <i>LACTUCA SATIVA</i> VAR. CRISPA	19
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
4	RESULTADO E DISCUSSÕES	23
4.1	ATRIBUTOS QUÍMICOS AVALIADOS NO SOLO	23
4.2	PARTE AÉREA DA PLANTA.....	25
5	CONCLUSÃO	30
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
7	REFERÊNCIAS	32

1 INTRODUÇÃO

A degradação da qualidade do solo e a diminuição da fertilidade são preocupações crescentes na agricultura. O uso intensivo de fertilizantes químicos pode trazer consequências negativas para o meio ambiente e principalmente a saúde humana. Nesse contexto, o pó de rocha surge como uma opção sustentável e de baixo impacto ambiental para melhorar a fertilidade do solo.

A partir da grande escala de produção de alimentos, a forma mais usual de fertilização das lavouras produtoras destes alimentos são as fontes industrializadas, as formas em NPK, que são os fertilizantes solúveis (diferentes concentrações de fontes de Nitrogênio, Potássio e Fósforo) usados em quantidades específicas para cada solo e cultura, sempre seguindo o Manual de Adubação e Calagem.

Atualmente, a produção de alimentos com o uso de diferentes métodos mais baratos, sustentáveis e facilmente adquiridos são obtidos a partir de outras alternativas de fertilizantes, como os fertilizantes minerais. Uma dessas alternativas de mudança de técnica utilizada para a fertilização de solos é o uso da rochagem, desse modo pode ser usado o pó de rocha basáltica, que é facilmente encontrado na região sul do Brasil. O pó de rocha pode ser usado de forma alternativa em combinação com outros fertilizantes ou mesmo isoladamente, combinando com as exigências do solo, fornecendo assim nutrientes para o desenvolvimento da planta e melhoria das características do solo.

O uso do pó de rocha por agricultores que usam em sua base a agricultura agroecológica ressalta que é uma forma alternativa e de baixo custo, se comparado a outros e enquadrando-se em modelos de produção e manejo sustentável, buscando assim, a preservação dos recursos naturais, os quais são a base de uma agricultura eficiente e sustentável.

O uso do pó de rocha na agroecologia tem se mostrado uma prática promissora e sustentável para melhorar a fertilidade do solo e aumentar a produtividade agrícola de maneira natural. Ao contrário dos fertilizantes químicos sintéticos, o pó de rocha é uma fonte de nutrientes de liberação lenta, ou seja, os nutrientes que estão presentes em grande quantidade na rocha são liberados gradativamente ao longo do tempo, porém se sabe pouco ainda sobre a disponibilidade desses nutrientes para a planta. Isso também contribui para a redução do desperdício de nutrientes e para a melhoria da eficiência do uso dos recursos do sistema agrícola.

Além disso, o pó de rocha tem um papel fundamental na remineralização do solo. Muitas vezes, os solos agrícolas estão empobrecidos em minerais essenciais devido à exploração intensiva e ao uso excessivo de fertilizantes químicos. A aplicação do pó de rocha ajuda a reequilibrar a composição mineral do solo, fornecendo os nutrientes necessários para as plantas e promovendo a saúde do ecossistema do solo como um todo.

Devido a isso, a importância dessa pesquisa se justifica pelo fato de o pó de rocha usado ser oriundo da rocha basáltica, essa rocha que é predominante do material de origem de maior parte dos solos do Sul do Brasil, sendo resíduos de pedreiras, onde a maioria dos nutrientes que o compõem são necessários para a produção das mais variadas culturas.

Por isso, o objetivo desse trabalho foi avaliar as alterações nos atributos químicos do solo (fósforo, potássio e pH) e produtividade de alface crespa (*Lactuca sativa* var. *crispa*) com o uso de diferentes doses de pó de rocha incorporado ao solo e mineral.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 IMPORTANCIA DO PÓ DE ROCHA NA AGRICULTURA

A importância do uso do pó da rocha atualmente vem sendo discutida devido às grandes mudanças nos hábitos de produção principalmente a agricultura agroecológica, que devido ao pó de rocha ser de origem mineral e de fácil aquisição por ser considerado uma forma sustentável de produção (PEREIRA FILHO, 2015).

Sendo assim, o uso do pó de rocha como potencial agrícola, é considerado uma oportunidade de melhorar o uso de fertilizantes, bem como soluções de problemas financeiros e ambientais, tais como redução de custos e preservação do ambiente (DETTMER; ABREU; GUILHERME; FERRARI NETO; DETTMER, 2020).

Uma das práticas mais antigas sobre remineralizadores é o uso do pó da rocha como fertilizante, nos mais diversos sistemas agrícolas, pois adicionam ao solo diferentes nutrientes em forma gradativa e lenta de Si, Ca, Mg, Na, P e micronutrientes que fazem parte solução do solo. Além de aumentar a disponibilidade destes nutrientes, pode também, proporcionar a elevação do pH, levando a um processo de rejuvenescimento (MACHADO, 2021).

Contudo, é importante ressaltar que o pó de rocha, além de contribuir para a fertilização do solo é visto por Moraes (2021) como uma forma de fornecer aumento da capacidade de retenção de carbono no solo, melhoria na capacidade de troca de cátions, capacidade de retenção de água.

A rochagem é descrita como uma tecnologia de aplicação do pó de rocha, por ser uma alternativa muito boa, pois o Brasil apresenta grande geodiversidade que promove o uso de rochas como padrões sustentáveis de fertilizantes, sendo possível observar em um trabalho de Teodoro (2000), em que o objetivo foi comprovar a eficácia da técnica de rochagem, que pode ser vista como um processo de rejuvenescimento do solo por meio da fertilização do pó da rocha.

A agroecologia é uma forma alternativa das lacunas deixadas pela agricultura convencional, que é principalmente a dependência de produtos importados e ligados a pacotes tecnológicos que incluem produtos patenteados (KLEIN, 2020).

A agricultura agroecológica e sustentável se preocupa e busca garantir boas produtividades segurando altos valores a longo prazo, com o uso de boas práticas de manejo

agroecológico e auto-sustentáveis, sempre em busca de sistemas agrícolas com baixo uso de insumos externos, diferentes e eficientes (ALTIERI, 2004).

2.2 COMPOSIÇÃO DA ROCHA BASÁLTICA

De acordo com a Lei Federal 12.890/2013 e a Instrução Normativa 05/2016 do Ministério da Agricultura, o pó de basalto é considerado um remineralizador de solo, pois se trata de um resíduo proveniente das atividades de pedreiras que produzem esse pó como restos da moagem de rochas basálticas. Essas partículas menores chamadas pós de rocha, podem ser aplicadas no solo como fonte de micro e macronutrientes para o solo e as plantas (BRASIL, 2013).

As rochas basálticas são rochas ígneas vulcânicas de textura fina e cor escura composta principalmente por minerais como plagioclásio, piroxênio e olivina. São formadas a partir de corpos sedimentares, o basalto é uma rocha ígnea vulcânica ou extrusiva, escura e muito finamente cristalina. Resultado de ações vulcânicas que quando o magma chega até a superfície e entra em contato com a pressão e temperatura atmosférica, resfria rapidamente, devido esse rápido resfriamento da lava alguns minerais cristalizados aumentam de tamanho, assim com grãos muito finos, ficam distinguíveis a olho nu (BASALTO, 2023).

A mineralogia do basalto é composta SiO₂ (dióxido de silício): 49,2%, Al₂O₃ (Óxido de Alumínio): 16,7%, Fe₂O₃ (Óxido de Ferro III):3,8%, FeO (Óxido de Ferro II): 8,1%, MgO (Óxido de magnésio): 6,7%, CaO (Óxido de cálcio):9,5%, Na₂O (Óxido de sódio): 2,9%, K₂O (Óxido de potássio): 1,1%, P₂O₅ (Pentóxido de difósforo):0,2%, MnO (Manganês): 0,2% e H₂O (água): 1,0% (NORONHA, 2023).

O principal agente do intemperismo químico sofrido pelas rochas é o elemento H₂O (água) provedor da ação da hidrólise, que ocorre a ação destrutiva dos silicatos. Em reações do intemperismo químico que resultam em pH entre 5 e 9, o processo de chama hidrólise, em resultados com pH menor que 5 o processo se chama acidólise, sendo assim mais ácido, devido sua capacidade de complexar o ferro e o alumínio, colocando-os em solução, esse fato ocorre em regiões de clima frio com elevadas concentrações de matérias orgânicas no solo (SANTOS, 2020).

Segundo o Melo, Uchôa, Dias e Barbosa (2012), grãos mais finos de rocha contém altas quantidades de olivina, piroxênios, anfibólios e feldspato plagioclásio, rico em cálcio, bem

como baixas concentrações de quartzo livre, os quais inclui uma alta taxa de intemperização natural. Esses materiais contêm bases trocáveis, silicatos, fósforo e micronutrientes necessários para o desenvolvimento das plantas.

2.3 PÓ DE ROCHA BASÁLTICA COMO REMINERALIZADOR DO SOLO

No Brasil, existe uma grande exploração de basalto, usados com a finalidade da construção civil, construção de rodovias e afins. Portanto é importante mencionar que uma parte desses matérias pode-se converter em remineralizadores (THEODORO, 2021).

Segundo Albers et al. (2016), a tecnologia de rochagem, trata-se de uma estratégia onde ao mesmo tempo, se soluciona dois problemas, o da mineração que se dá um destino aos seus rejeitos e outro que abre caminho para a produção agrícola, a qualidade de produtos cultivados e principalmente a importação de fertilizantes.

A correção do solo é feita através da aplicação de fertilizantes determinados a partir da análise da fertilidade do solo que é avaliada pela análise química do solo. A análise química do solo é a ferramenta mais decisiva para avaliar a fertilidade do solo e assim planejar a correção da acidez e adubação necessária para nutrir a cultura (FACTOR, 2018).

Além do calcário é possível encontrar o pó de rocha de basalto como corretivo de solo e fertilizante. O resíduo da britagem de rochas basálticas, é considerado de baixo custo e rico em elementos essenciais às plantas, essa rocha é encontrada em diversas cidades da região Sul do Brasil, e tem sido indicado como corretivo da fertilidade de solos muito intemperizados (ESCOSTEGUY, 1998).

De acordo com Martinazzo (2022), o pó de rocha proveniente da britagem de rochas possui uma classificação específica dependendo do tamanho das partículas, na agricultura é utilizado apenas com sua eficiência comprovada, principalmente com teores de metais abaixo dos limites estabelecidos pela legislação. Da mesma forma, o remineralizador é definido pela lei nº 12.890/2013, categorizado como um insumo agrícola que, apenas ao passar por redução de tamanho de partículas, altera a fertilidade do solo por meio de micro e macro nutrientes, alterando as propriedades físicas e biológicas do solo. Em vez disso, o agromineral se refere a todos os materiais de origem mineral, sendo utilizados na agricultura de forma segura que possuem registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

A rocha basáltica é moída em britadores, onde ocorre a quebra dessa rocha maior, sendo moída e transformada em partículas menores, esse processo de transformar a rocha em um

agromineral que irá fornecer nutrientes para o solo e planta é chamado de rochagem. A rochagem irá atuar na fertilização disponibilizando micro e macronutrientes, que normalmente não são disponíveis nos fertilizantes químicos solúveis, além de fornecer benefícios de fertilização, tem benefícios ecológicos e ambientais (PEREIRA FILHO, 2015).

Os elementos presentes na rocha são liberados pelo processo de intemperismo, por processos que ocasionam a desintegração e decomposição da rocha, porém cada elemento é liberado de uma velocidade diferente, para ocorrer essa liberação devem ser submetidos a alterações físicas, que corresponde a degradação da estrutura da rocha e a alteração química que ocorre quando a estrutura dos minerais é quebrada (BENEDUZZI, 2011).

Portanto, o pó de rocha, oriundo da moagem de rochas magmáticas (principalmente o basalto) tem a capacidade de alterar a fertilidade do solo, fornecendo nutrientes presentes na rocha, reduzindo o custo na produção de culturas, visto que o uso de fertilizantes minerais. Sendo assim, essa técnica considerada uma alternativa ou complementação aos nutrientes que a planta precisa (PEREIRA FILHO, 2015).

2.4 USO DO PÓ DA ROCHA NA AGROECOLOGIA

A agroecologia é considerada uma produção agrícola que busca a compreensão de vários processos produtivos com a agricultura orgânica e agricultura familiar no manejo agroecológico (SANTOS, 2014).

Existem muitas formas de produção agroecológica, e entre elas podemos citar a agrogeologia que visa estudar processos geológicos e de rochas naturais que contribuem para estabilidade de agroecossistemas (STRAATEN, 2006).

Ao analisar-se o sistema agrícola e alimentar que se baseia o agronegócio, é possível observar vários problemas sociais, econômicos e ambientais, ou seja, os impactos negativos, os quais são muito maiores que os positivos. Por isso, em uma tentativa de superar esses problemas e garantir a produção de alimentos de maneira mais sustentável, se pensa em uma agricultura alternativa, assim, uma dessas alternativas seria com o uso de outras fontes de fertilizantes, como os remineralizadores, o uso do pó da rocha (GONÇALVES, 2009).

Devido a isso, muitas pesquisas vêm avaliando fontes alternativas de fertilizantes agrícolas, para assim reduzir os impactos na balança comercial pela importação de adubos sintéticos, trazendo assim maior sustentabilidade ambiental. Dentre essas alternativas a

utilização de pós de rocha *in natura* diretamente no solo tem sido uma alternativa estratégica (BRANDÃO, 2012).

Deste mesmo modo, um desenvolvimento rural mais sustentável e a criação de novas alternativas na agricultura sustentável, pois a agroecologia liga o conhecimento tradicional ao conjunto de outras práticas sustentáveis da agricultura, unindo assim o conhecimento técnico e científico para criar novas estratégias de desenvolvimento rural sustentável (GONÇALVES, 2009).

A utilização do pó de rocha na agricultura traz benefícios sustentáveis, como citado por Zanette (2017) contribui para a solução de um problema como já visto, dando destino aos rejeitos da mineração, solucionando um problema ambiental que é o armazenamento desse rejeito.

A grande maioria dos solos do Brasil é formado por solos ácidos e de baixa fertilidade, para que esses solos possam ser usados na agricultura de forma mais sustentável, tendo em vista a sustentabilidade na agricultura, uma opção seria a complementação da fertilização com o uso do pó de rocha, que é um fertilizante natural, que possui solubilidade mais lenta, rico em macro e micronutrientes (GONÇALVES, 2009).

A dose recomendada para o uso do pó da rocha deve considerar seu uso na agroecologia, sendo visto como remineralizador, baseando-se na análise do solo e necessidades da cultura, portanto, têm sido utilizadas doses em média de 2 a 5 toneladas por hectare (MARTINAZZO, 2022).

São vários os nutrientes responsáveis pelo desenvolvimento das plantas, dentre tantos, grande parte são derivados de rochas naturais. As indústrias, produtoras, se concentram mais na extração de nitrogênio, fósforo e potássio, os que tem uma liberação rápida de nutrientes estão sendo trocados para os que têm uma liberação mais lenta, assim a tendência está mudando de fertilizantes de liberação rápida para liberação lenta (VAN STRAATEN, 2006).

Em um país de clima tropical como o Brasil, que tem resultados agrícolas muito positivos, estudos como esses devem ser mais frequentes. Dado o elevado processo de intemperismo que ocorre devido às altas temperaturas e elevadas precipitações, resulta em solos ácidos com caráter distrófico, alumínico, ácrico, alítico e de pH ácido (ZARONI, 2021).

O uso do pó da rocha vem demonstrando capacidade de complemento ou até mesmo substituição de fertilizantes minerais, que com o uso dos produtos de origem natural, podem diminuir a demanda pelos outros fertilizantes inorgânicos, estes que tem um custo alto na produção, fazendo com que o custo de produção diminua (SOUZA, 2022).

Sendo assim, se trata de uma alternativa para produtores que enfatizam o menor custo e principalmente o uso de produtos que se baseiam na agroecologia. Dado que a maioria das propriedades rurais de pequena e médio porte, possuem condições que limitam a aquisição de fertilizantes industrializados com recursos próprios, o que conseqüentemente leva a uma diminuição na produção (MAGALHÃES, 2018).

2.5 LIMITAÇÕES DO USO DO PÓ DA ROCHA NA AGRICULTURA

Ao usar pó de rocha como corretivo do solo, além de nutrientes, os agricultores visam melhorar a fertilidade do solo, saúde das plantas e, por fim, aumentar o rendimento das colheitas. No entanto, é importante observar que a eficácia do pó de rocha pode variar dependendo do local de origem e das condições específicas que o solo precisa, tanto como os que a cultura precisa. Por isso há necessidade de testes de solo com a utilização do pó de rocha.

Pode-se afirmar que entre tantas características que diferenciam o pó de rocha como remineralizador dos fertilizantes (NPK) é a disponibilidade de nutrientes, a quantidade e a velocidade de disponibilidade e a diversidade que cada um apresenta. No tempo em que os fertilizantes formulados NPK, agem de imediato no desenvolvimento das plantas, os remineralizadores agem mais lentamente, com oferta de nutrientes variada e disponibilidade para a planta a longo prazo (DE BRITO, 2019).

No trabalho de Niewinski (2017), embora o uso de pó de rocha não tenha sido significativo na maioria dos atributos, devido ao pouco tempo de solubilidade de aplicação, ele afirma que contém elementos que serão disponibilizados ao longo do tempo.

Muito discutido ainda é a disponibilidade desses nutrientes presentes na rocha, a granulometria, que quanto mais fino esse material, mais facilmente e rapidamente vai ser distribuído aos solos e, assim, liberando seus nutrientes para a cultura. Conseqüentemente, quando a granulometria for mais grossa, a disponibilidade dos nutrientes vai ser mais prolongada e lenta. Por isso, um dos principais desafios apontados para a utilização do pó de rocha como fertilizante é o tempo e a intensidade de fornecimento, para melhor desenvolvimento de uma cultura é preciso fornecer os nutrientes nas quantidades certas e no tempo adequado. (DE BRITO, 2019)

A produção de trabalhos sobre esse assunto ainda não é muito frequente e relativamente baixa, mas alguns estudos existentes se concentram em avaliar a competitividade agrícola se

comparando com os insumos convencionais. Porém, trabalhos envolvendo a caracterização mineralógica e geoquímica das rochas são muito mais raras. (SILVEIRA, 2016)

Portanto, segundo Moraes (2021) é importante ressaltar que se faz necessária a exploração sobre o tema do uso do pó de rocha, para que fique evidente as causas de seu uso na agricultura.

2.6 ALFACE *LACTUCA SATIVA* VAR. CRISPA

A alface (*Lactuca sativa* L.) originalmente é uma planta de clima ameno, pertence à família Asteraceae. Quando cultivada em condições de temperatura elevada, seu ciclo vegetativo é acelerado, o período vegetativo da alface vai desde a emergência das plântulas até o início da floração. Comercialmente ela é usável na fase vegetativa, essa fase vai até início da senescência das folhas, quando elas atingem seu maior tamanho (ABAURRE, 2004).

O cultivo da alface apresenta melhor adaptação a solos de textura média, com boa retenção de água, e um pH entre 6,0 e 6,8 é ideal para o desenvolvimento. Recomenda-se aumentar a saturação por bases para 70% quando necessário. Maiores respostas em produtividade são observadas com aplicações de nitrogênio (N) e fósforo (P). Onde favorece o crescimento vegetativo, aumentando a área fotossintética ativa e o potencial produtivo. Por sua vez, beneficia o desenvolvimento radicular, melhorando a absorção de água e nutrientes. Aplicações de potássio (K) não aumentam a produção, mas doses adequadas favorecem a formação e translocação de carboidratos e o uso eficiente da água. O excesso de K pode desequilibrar a nutrição, prejudicando a absorção de outros nutrientes como o cálcio (Ca). O adequado de Ca é crucial, e o uso de superfosfato simples, além de fornecer P, é uma boa fonte de Ca (OLIVEIRA; RABELO; BARBOSA; FERRAREZZI; OLIVEIRA; FILIPINI; NOGUEIRA, 2017).

A utilização de ureia é recomendada devido ao seu efeito de fornecimento rápido de nitrogênio (N). No caso de adubações pós-plantio, é aconselhável realizá-las antes da fase máxima de desenvolvimento da planta. Em solos empobrecidos, é recomendado adicionar 1 kg/ha de boro (B) na forma de bórax durante a adubação inicial. Em determinadas condições, podem surgir sintomas de deficiência de cobre (Cu), zinco (Zn) e molibdênio (Mo), especialmente em áreas esgotadas devido ao cultivo intensivo. Essas deficiências podem ser corrigidas por meio de adubação foliar (FILGUEIRA, 2005).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma propriedade do interior do município de Cerro Largo, localizado na Vila Atolosa, Rio Grande do Sul. Durante os meses de outubro e novembro de 2023. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC) com 4 repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação de doses de pó de rocha basáltica (0, 20, 40, 60, 80 Mg ha⁻¹) no solo e um tratamento com a aplicação de NPK.

O experimento foi conduzido em vasos, com dois solos diferentes, buscando variações na fertilidade do solo. O solo 1 foi coletado da camada de 0-20 cm de um Latossolo Vermelho da área experimental do *campus* Cerro Largo (28°08'28.0"S 54°45'39.4"W), enquanto o Solo 2 foi coletado da camada 0-10 cm de um Neossolo de uma propriedade do interior de Cerro Largo (28°09'38.7"S 54°42'25.0"W). Onde as análises dos atributos químicos do solo são apresentadas na tabela 01.

Tabela 1- Resultado da análise química dos solos, antes do experimento.

	Argila (%)	pH	Índice SMP	P (mg dm ³)	K (mg dm ³)	M.O. (%)	Ca (cmol dm ⁻³)	Mg (cmol dm ⁻³)
Latossolo	51	6,3	6,2	4,9	260	2,8	8,6	3,6
Neossolo	30	5,6	6,2	4,8	246	4,1	5,8	1,5

Fonte: Elaborada pela Autora (2023).

O pó da rocha de basalto utilizado foi obtido em uma Pedreira localizada na Linha Primeira, no interior do município de Cerro Largo/RS. Uma amostra do pó de rocha foi coletada anteriormente (com granulometria entre 0 e 0,3 mm) e enviada ao Laboratório de Análises Químicas Industriais e Ambientais, do Setor de Química Industrial e Ambiental, Departamento de Química/CCNE – Universidade Federal de Santa Maria, onde observa-se em sua composição os teores totais de 0,93 mg/g de fósforo; 6,98 mg/g de potássio; 43,9 mg/g de cálcio e 5,41 mg/g de magnésio.

De acordo com a análise do pó de rocha e doses de pó de rocha previstas, a quantidade total de P e K chegou a 74 e 558 kg ha⁻¹, tabela 2.

Tabela 2-Quantidade de nutrientes presentes em cada dose em Kg ha⁻¹.

		Tratamentos de pó de rocha (Mg ha ⁻¹)				
		0	20	40	60	80
P (kg ha ⁻¹)	0	19	37	56	74	
K (kg ha ⁻¹)	0	140	279	419	558	

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Cada unidade experimental foi composta por um vaso com capacidade de 2 litros, no qual foram incorporadas as doses de pó de rocha com o solo, no solo 1 foi incorporado 30 dias antes do transplântio e no solo 2 o pó de rocha foi incorporado no momento do transplântio. O tratamento com NPK foi adicionado no momento do transplântio. Em cada vaso foi transplântado uma muda de alface de crespa com duas a três folhas cada muda.

A quantidade de 1,8 Kg de solo por unidade experimental foi pesada e separada em cada vaso, após isso com base no croqui inicial foi feita a adição e incorporação do respectivo tratamento. A distribuição dos tratamentos e repetições foi feita aleatoriamente, conforme tabela 03 do croqui inicial. As unidades experimentais foram trocadas de lugar semanalmente para evitar variações do ambiente.

Tabela 3- Croqui inicial (latossolo e neossolo respectivamente)

1 I	5 III	2 I	3 II
3 III	1 II	6 I	5 I
6 II	4 IV	3 IV	6 IV
4 I	5 II	2 IV	1 III
2 III	6 III	3 I	4 III
5 IV	2 II	4 II	1 IV

1 I	5 III	2 I	3 II
3 III	1 II	6 I	5 I
6 II	4 IV	3 IV	6 IV
4 I	5 II	2 IV	1 III
2 III	6 III	3 I	4 III
5 IV	2 II	4 II	1 IV

Fonte: Elaborado pela autora (2023)

A adubação nitrogenada nos vasos foi realizada seguindo a recomendação do CQFS-RS/SC (2016), com a aplicação de gramas de ureia (40 % de N) no momento do transplântio e após 10, 20 e 30 dias, conforme resultado da análise de solo, onde foram adicionados no

momento do transplântio: 0,21g /planta; aos 10 dias 0,53 g /planta; 20 dias 0,95 g / planta e aos 30 dias 1,18g / planta. Foi realizada a irrigação manual da cultura durante o experimento.

No tratamento onde foi aplicado NPK, no solo 1 foi adicionado 0,97 g de STF por unidade experimental para manutenção e correção do P, onde correspondeu a 383,7 kg ha⁻¹ de P₂O₅ pela dose de correção de Mumbach (2021) e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ pela dose de manutenção do CQFS- RS/SC (2016). No solo 2 foi necessário apenas aplicar a quantia de manutenção de 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅, segundo CQFS- RS/SC (2016), representando 0,17g de STF. Para manutenção de K, utilizou-se 90 kg ha⁻¹ de KCl representando um total de 0,14g por vaso em ambos os solos, aplicados no momento do transplântio.

Ao final do ciclo, 35 dias após o transplântio, foi avaliada, no momento da colheita, a massa fresca, através da pesagem de toda parte área da planta. A massa seca foi determinada após a secagem em estufa com circulação forçada de ar com temperatura regulada a 65° até atingir massa constante e expressa em g planta⁻¹. O teor de N, P e K na massa seca foi avaliado em digestão ácida segundo metodologia descrita por Tedesco (1995).

Após a colheita da alface, o solo de cada vaso foi analisado em laboratório quanto ao pH, teor de fósforo, potássio pelo método descrito por Tedesco (1995).

As análises estatísticas foram realizadas no programa SASM-Agri utilizado para separação de médias. Analisando e separando as médias pelo método de Tukey.

4 RESULTADO E DISCUSSÕES

4.1 ATRIBUTOS QUÍMICOS AVALIADOS NO SOLO

Quanto aos nutrientes do solo avaliados, foram avaliados pH, P, K, o tratamento mineral teve maior diferença significativa se comparado com as doses de pó de rocha, visto que o tratamento mineral tem ação rápida. Para Klein (2020) a aplicação do remineralizador, após longo tempo de aplicação e sucessivas aplicações promover o rejuvenescimento do solo. Podendo ser compatível também com o estudo de Theodoro (2021) que obteve mudanças nas características químicas do solo após um ano de experimento tanto nos macros e micro nutrientes, onde esses resultados apontam o potencial das rochas basálticas como material de remineralização.

Na tabela 4 observa-se as médias de pH, P, K, dos tratamentos com pó de rocha e o tratamento mineral, onde os tratamentos com pó de rocha não foram significativos nesse estudo. Onde observa-se pouco intemperismo do pó de rocha devido ao pH inicial estar em valor alto e seus demais nutrientes estarem caracterizando um solo de boa fertilidade, assim como Gillman (1980) indica em seu estudo o trabalho dessas matérias para solos pobres e mais ácidos.

Para Van Straaten (2006), são observados resultados positivos em solos ácidos, altamente intemperizados e empobrecidos nas regiões tropicais o que pode ser atribuídos principalmente à significativa dissolução de grandes volumes de pó de rocha e minerais silicatados ricos em nutrientes. Essa dissolução ocorre sob condições de altas temperaturas e umidade. Além disso, os efeitos neutralizantes do produto da dissolução contribuem para reduzir a acidez do solo, resultando em melhorias nas condições de cultivo e no fornecimento de nutrientes essenciais para as plantas.

Tabela 4- Médias dos atributos químicos do solo após incorporado de pó de rocha e o desenvolvimento da cultura da alface. Tratamentos em Mg ha⁻¹ e tratamento mineral conforme resultado das análises.

	pH	P Mehlich ⁻¹	K Mehlich ⁻¹
		mg dm ³	mg dm ³
Latossolo			
Mineral	5,93a*	17,22 a	171,5 ns
0	5,35 b	4,95 d	169,5
20	5,48ab	5,4 cd	168,0
40	5,45 b	7,55 b	172,0
60	5,30 b	8,33 b	171,0
80	5,30 b	7,40 bc	171,5
CV%	3,6	10,75	7,65
Neossolo			
Mineral	5,05 ns	7,27 ns	130 a
0	5,36	4,8	103,5 b
20	5,19	4,8	105,5 b
40	5,21	6,13	97,5 b
60	5,36	7,73	101,5 b
80	5,29	6,75	107,5 b
CV%	3,87	31,97	8,78

*médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, com 5 % de probabilidade.
ns: não significativo.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Não houve diferença significativa entre os atributos químicos do solo, onde observa-se que no Neossolo, o tratamento com Mineral não chegou perto do teor crítico, em que apenas foi adicionado adubação de manutenção, comparado com o Latossolo, onde a dose foi correção e manutenção.

Em um trabalho de Knoth (2021), onde conduziu um experimento com três cultivos de hortaliças e observou mudanças no pH a partir do segundo ciclo, cenário em que ele evidencia o efeito residual do pó de rocha na elevação do pH, citando resultados positivos para P no segundo e terceiro ciclo, já os valores de K observados no terceiro ciclo, afirma que a longo prazo o pó de rocha pode gerar melhorias no solo.

No solo 1, o P se diferiu nos tratamentos com as diferentes doses de pó de rocha e do tratamento com mineral, sendo que o fósforo disponível no solo ao final do experimento pode ter sido superestimado pelo método usado na extração do fósforo, onde o método extrator duplo

ácido (Mehlich-1. O extrator ácido dissolve minerais, provocando valores elevados em solos adubados com fosfato natural, no caso o pó de rocha, sendo indicado nesse caso, para melhor precisão de dados usar a metodologia de resina de troca iônica, descrita por RAIJ et al, (1987) (TEDESCO, 1995), metodologia não testada no estudo.

O pó de rocha como fonte de K, mesmo que imediatamente possa estar indisponível para a planta, levando em consideração em solos que ocorre a lixiviação dos nutrientes, a liberação mais lenta do K pode ser favorável para as plantas a longo prazo (KNAPIK, 2005).

Por outro lado, no experimento citado por Barbosa *et al.* (2018) ocorreu o fato de haver diferença significativa apenas no tratamento mineral, diferindo dos tratamentos de pó de rocha. A aplicação de pó de rocha contém elementos remineralizadores que serão disponibilizados ao longo do tempo, contribuindo para melhoria do solo (NIEWINSKI, 2017).

A ineficiência do pó de rocha na produção da alface, que é um ciclo curto, pode estar associada, conforme cita Beneduzzi (2011) pela lenta liberação dos nutrientes, que mesmo presente no pó de rocha não são liberados rapidamente. Nesse experimento, bem como o trabalho de Barbosa *et al.* (2018), onde foram usados diferentes tratamentos com pó de rocha e com adição de resíduo orgânico, indicam a necessidade de períodos mais longos de avaliação para melhorar os efeitos ao longo prazo do pó de rocha. Realizar estudos com mais tempo, para que ocorra a remineralização e estejam disponíveis para a planta os elementos presentes no pó de rocha.

4.2 PARTE AÉREA DA PLANTA

Após realizado teste de médias, a parte aérea da planta, tanto a massa fresca como a massa seca não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos com o pó de rocha, indiferente da dose e do solo utilizado (Tabela 5).

Tabela 5- Médias da massa fresca (kg ha⁻¹) e massa seca (kg ha⁻¹) da alface após cultivo em solos com uso de pó de rocha nos solos, onde os tratamentos de pó de rocha (0, 20, 40, 60, 80) são em Mg ha⁻¹ e o tratamento mineral conforme análise química.

	Latossolo		Neossolo	
	Massa Fresca	Massa Seca	Massa Fresca	Massa Seca
Mineral	1916,6a	122,0 a	761,0a*	57,7 ns
0	221,0 b	29,0 b	347,7 b	36,0
20	180,3 b	23,0 b	291,3 b	39,3
40	172,3 b	24,3 b	331,7 b	37,0
60	186,0 b	21,7 b	241,0 b	30,7
80	252,3 b	26,3 b	294,3 b	36,0
CV%	20,15	22,33	27,75	32,35

*médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, com 5 % de probabilidade.

ns: não significativo.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Por sua vez, a adubação mineral aumentou a massa fresca e massa seca de alface no Latossolo, diferindo dos tratamentos com uso do pó de rocha. No Neossolo, a adubação mineral aumentou a massa fresca em relação às doses de pó de rocha, entretanto, não diferiu na massa seca de alface.

O acúmulo máximo de massa seca ocorreu no Latossolo com a adubação mineral, de 3,66 g por planta. Os resultados obtidos nesse estudo são menores dos que obtidos por Martins et al. (2009), onde tiveram um resultado maior e máximo de 5,68 g planta em hidroponia com a cultivar Isabela do tipo crespa.

No momento da colheita, as plantas com doses de pó de rocha estavam bem menores que as que receberam adubação mineral, muitas folhas das plantas que receberam os tratamentos com doses de pó de rocha estavam em fase de senescência, com sinais de carência nutricional. Neste sentido, a porcentagem de massa seca da alface em relação a massa fresca demonstra que os tratamentos controle ou com pó de rocha apresentaram maior teor de massa seca (Tabela 6) e, conseqüentemente, menor teor médio de água, sendo mais nutritivo, o que também pode influenciar na palatabilidade (OHSE; NOGUEIRA FILHO; MANFRON; DOURADO-NETO, 2001).

Tabela 6- Análise da porcentagem de massa seca em relação a massa fresca da alface, onde os tratamentos (0, 20, 40, 60, 80) são em Mg ha⁻¹ e o tratamento mineral conforme análise química.

	Latossolo	Neossolo
Mineral	6,30b	7,65b*
0	14,44 a	10,69 ab
20	13,38 ab	13,14 a
40	14,73 a	11,11 ab
60	13,05 ab	12,6 a
80	10,65 ab	12,26 ab
CV %	28,42	18,69

*médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, com 5 % de probabilidade.
Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Dalcin (2018) utilizou diferentes doses de pó de rocha no cultivo da alface em um Argissolo vermelho-amarelo distrófico, os tratamentos com doses de pó de rocha mais calcário e não obteve diferença significativa na massa fresca e massa seca da parte aérea da alface.

Quanto aos níveis dos nutrientes analisados na parte aérea de planta (Tabela 6), observou-se que a adubação mineral aumentou o teor de P na parte aérea em relação às doses de pó de rocha, as quais não diferiram entre si. Para os demais teores de nutrientes acumulados na parte aérea (N, K) não foram observadas diferenças entre os tratamentos.

Os valores de N encontrados apresentam-se dentro do limite considerado normal entre 31,0 a 45,0 g kg⁻¹ de acordo com Weir & Cresswell (1993), onde apenas no Neossolo, no tratamento com dose de 80 Mg ha⁻¹ de pó de rocha, foi observado um valor acima do normal. Os valores de P observados nesse trabalho, encontram-se abaixo do considerado adequado para a cultura que é entre 3,5 a 6,0 g kg⁻¹, conforme Weir & Cresswell (1993) e aos valores obtidos de potássio estão considerados abaixo da normalidade para a cultura, sendo o teor ideal de 45,0 a 80,0 g kg⁻¹, onde apenas o tratamento com mineral no Latossolo foi observado valor adequado para a cultura, segundo os mesmos autores.

Vale salientar a ideia do efeito residual que comprovada por Toscani e Campos (2017) onde comparou parcelas em um período de um ano depois da primeira aplicação e constatou o aumento significativo na área foliar das plantas tratadas com remineralizadores.

Tabela 7- Médias dos atributos químicos da parte aérea da alface após cultivo em solo com uso de pó de rocha (0, 20, 40, 60, 80 Mg ha⁻¹) e o tratamento mineral conforme análise química.

	N g kg ⁻¹	P g kg ⁻¹	K g kg ⁻¹
Latossolo			
Mineral	33,5 ns	2,34 a*	45,57 ns
0	37,23	1,57 b	39,01
20	32,9	1,35 b	31,4
40	41,93	1,25 b	26,95
60	36,03	1,48 b	35,54
80	35,86	1,57 b	41,64
CV%	12,76	11,74	22,49
Neossolo			
Mineral	37,56 ns	2,29 a	29,15 ns
0	26,96	1,08 b	14,02
20	37,7	1,58 ab	22,35
40	32,66	1,58 ab	22,03
60	37,33	1,45 ab	20,67
80	49,2	1,56 ab	20,74
CV%	25,56	25,24	9,32

*médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, com 5 % de probabilidade.
ns: não significativo.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Tabela 8- Acúmulo total por planta de alface de cada nutriente estudado após o solo ser incorporado com doses diferentes de pó de rocha (Mg ha^{-1}) e adubação mineral conforme análise química.

	N (Kg/ha^{-1})	P (Kg/ha^{-1})	K (Kg/ha^{-1})
Latossolo			
Mineral	2,07 a*	0,27 a	5,57 a
0	0,53 b	0,03 b	1,10 b
20	0,40 b	0,03 b	0,80 b
40	0,53 b	0,03 b	0,73 b
60	0,40 b	0,03 b	0,83 b
80	0,40 b	0,03 b	1,00 b
CV %	29,79	13,55	23,23
Neossolo			
Mineral	1,10 ns	0,13 a	1,73 a
0	0,43	0,03 b	0,53 b
20	0,73	0,03 b	0,87 b
40	0,57	0,03 b	0,73 b
60	0,50	0,03 b	0,53 b
80	0,73	0,03 b	0,57 b
CV %	35,54	45,68	30,25

*médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, com 5 % de probabilidade.
ns: não significativo.

Fonte: Elaborado pela autora (2023).

Tendo em vista o acúmulo total de nutrientes por planta, no Latossolo, N, P e K a adubação mineral diferiu dos tratamentos com uso de pó de rocha. No Neossolo apenas P e K diferiram da adubação mineral dos tratamentos com pó de rocha, o N não diferiu significativamente no acúmulo total da alface do Neossolo.

5 CONCLUSÃO

O uso das diferentes doses de pó de rocha nesse estudo, em relação a dose zero não aumentaram o rendimento do acúmulo de nutrientes na parte aérea, apenas diferiram do tratamento mineral que obteve maior massa fresca e seca em relação aos demais tratamentos com uso de pó de rocha.

O uso do pó de rocha foi ineficiente, devido as condições iniciais de solo, em que o pH se encontrava alto, situação desfavorável para ocorrer a remineralização e também levando em consideração o curto espaço de tempo da cultura, por isso, as doses de pó de rocha não demonstraram melhoria no solo não demonstrando diferença significativa entre pH, P e K.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A importância do uso do pó de rocha na agricultura vem sendo discutida amplamente, visando a diminuição de gastos com a importação de fertilizantes formulados NPK e, principalmente, mudanças no uso de fertilizantes na agricultura, devido ao pó de rocha ser de origem mineral, de fácil aquisição de forma sustentável.

No entanto, a partir dos resultados obtidos nas análises da parte aérea da alfaca, não houve diferença significativa com o uso das diferentes doses de pó da rocha, comprovando assim a ineficiência do uso do pó de rocha em uma cultura de ciclo curto como a alfaca.

Portanto, nas análises de solo não foram observados valores significativos entre as doses usadas com o pó de rocha, em ambos os solos, destacando o pouco tempo de incubação do pó de rocha com o solo.

Por fim, salienta-se a necessidade de trabalhos com períodos mais longos de avaliação para assim melhorar os efeitos do uso do pó de rocha, que apresentam resultados eficientes a longo prazo.

7 REFERÊNCIAS

- ABAURRE, M. E. **Crescimento e produção de duas cultivares da alface sob malhas termo reflorestadas no cultivo de verão**. Viçosa, MG: UFV, impr. Univ., 2004. 79f. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- ALBERS, Maximiliano et al. Rochagem como tecnologia de auxílio à agricultura familiar ecológica. In: **Salão UFRGS 2016: Feira de inovação tecnológica da UFRGS – FINOVA**, 6., 2016, Ufrgs, Porto Alegre. 2016. v. 1, p. 1-1.
- ALTIERI, Miguel. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável** / Miguel Altieri. – 4.ed. – Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2004.
- BARBOSA, Mariana Cristina et al. Uso de Pó de Rocha e Resíduo Orgânico no cultivo de mudas de eucalipto. In: **III Encontro Paulista de Ciência do Solo**. São Paulo, Unesp, 2018. p. 1-4.
- BASALTO. **Geociências**. 2023. Disponível em: <<https://didatico.igc.usp.br/rochas/igneas/basalto/>>. Acesso em: 17 jun. 2023.
- BENEDUZZI, E. B. **Rochagem: agregação das rochas como alternativa sustentável para as agregações das rochas, como alternativa sustentável para a fertilização e adubação de solos**. 2011. 90p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- DALCIN, Gustavo et al. **Efeitos da Aplicação do Pó de Rocha em Argissolo sobre o Crescimento de Alface**. XVII mostra de iniciação científica, pós graduação, pesquisa e extensão. UCS, 2018.
- DE BRITO, RYCHAELLEN SILVA et al. **Rochagem na agricultuta: importância e vantagens para adubação complementar**. South American Journal of basic education, technical and technological, v. 6, n. 1, 2019.
- DETTMER, Carlos Alberto; ABREU, Urbano Gomes Pinto de; GUILHERME, Denilson de Oliveira; FERRARI NETO, Jayme; DETTMER, Tatiana Lagemann. **Uso de “pó de rocha” em sistemas de produção agrícola: breve análise sobre viabilidade técnica**. IV Egedin, Minas Gerais, p. 1-6, 03 nov. 2020.
- ERNANI, Paulo Roberto. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. CAV/UEDESC-Lages,SC. 2ª ed. 2016. 256 p.
- ESCOSTEGUY, Pedro Antonio Varella; KLAMT, Egon. Basalto moído como fonte de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 22, p. 11-20, 1998.
- FACTOR, Thiago Leandro et al. **Correção do solo e adubação**. v. 1, p. 58-77, 2018.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**. 2. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2005. 412 p.
- Gillman, G.P. 1980. **The effect of crushed basalt scoria on the cation exchange properties of highly weathered soil**. Soil Science Society of American Journal, 44: 465-468.

GONÇALVES, Sérgio; ENGELMANN, Sandra Andreia. A agroecologia e a reestruturação do desenvolvimento rural la agroecología y la reestructuración del desarrollo rural. **CAMPO-TERRITÓRIO: revista de geografia agrária**, v. 4, n. 8, p. 29-51, 2009

KLEIN, Zander Henrique de Lima. **Alterações nos atributos químicos do solo após aplicação de pó de basalto como remineralizador**. 2020. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós Graduação em Agroecologia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Maringá, Maringá, 2020.

KNAPIK, Juliane Garcia. **Utilização do pó de basalto como alternativa à adubação convencional na produção de mudas de Mimosa scabrella benth e Prunus sellowii koehne**. 2005. 163 f. Tese (Doutorado) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal,, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

LOPES, A. S.et al. **Suprimento e extensão das reservas de nutrientes no Brasil**. In: PROCHNOW, L. I.; CASARIN, V.; STIPP. S. R.v.2. Piracicaba, SP. IPNI, 2010. 362 p.

MACHADO, Anderson Wolf. **Pó de rocha e Remineralizadores - tudo o que você precisa saber**. Agrolink, 2021. Disponível em: https://www.agrolink.com.br/fertilizantes/o-que-e-rochagem---propriedades--vantagens--aplicacao-e-legislacao_455174.html#manejo. Acesso em: 29 nov. 2023.

MAGALHÃES, Hélio. **Pesquisadores e agricultores se unem para desenvolver fertilizantes naturais**. Embrapa, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/36092146/pesquisadores-e-agricultores-se-unem-para-desenvolver-fertilizantes-naturais>. Acesso em: 14 nov. 2023.

MARTINAZZO, Rosane et al. **Pó de rocha, agrominerais e remineralizadores**. 2022.

MARTINS, Carolina Malala et al. **CURVA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES EM ALFACE HIDROPÔNICA**. Revista Caatinga, Mossoró, v. 22, n. 4, p. 123-128, out. 2009.

MELO, Valdinar Ferreira; UCHÔA, Sandra Cátia Pereira; DIAS, Flávio de Oliveira; BARBOSA, Gilvan Ferreira. **Doses de basalto moído nas propriedades químicas de um Latossolo Amarelo distrófico da savana de Roraima**. Acta Amazônica, Roraima, v. 42, n. 4, p. 471-476, 2012.

MUMBACH, Gilmar Luiz. **Incorporação de fósforo na implantação do sistema de plantio direto e calibração da adubação fosfatada de correção em solos do RS e SC**. 2021. 115 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação – Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina – Udesc Centro de Ciências Agroveterinárias – Cav, Lages, 2021.

MORAES, Letícia Nunes de. **Uso de pó de rocha na agricultura brasileira**. 2021. 40 f. TCC (Graduação) - Curso de Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília- DF, 2021.

NIEWINSKI, Francielle da Silva. **Do pó de rocha à fertilidade: uma experiência nos solos de Montenegro/rs**. 2017. 79 f. TCC (Graduação) - Curso de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2017.

NORONHA, Gabi. **Basalto: definição, formação, características e utilização**. Conhecimento Científico, 2023. Disponível em: <https://conhecimentocientifico.r7.com/basalto/>. Acesso em: 29 nov. 2023

OHSE, Silvana; NOGUEIRA FILHO, Hercules; MANFRON, Paulo Augusto; DOURADO-NETO, Durval. Composição centesimal e teores de vitamina c, calcio e fosforo de sets cultivares de alface produzidas sob dois sistemas de cultivo. **Insula**, Florianópolis, v. 30, n. 1, p. 1-16, 2001.

OLIVEIRA, Vladimir José Carvalho; RABELO, Guilherme Fischer de Brito; BARBOSA, Silvieli Gomes; FERRAREZZI, Giovana Machado; OLIVEIRA, Valter Igor Ramos; FILIPINI, Tiago de Oliveira; NOGUEIRA, Luiz Cláudio. Desenvolvimento de alface Lactuca sativa l em diferentes substratos. **Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da Fait**, São Paulo, p. 1-8, nov. 2017.

PEREIRA FILHO, Tarciso. MEDEIROS, Vando; PEREIRA, Micaela; DANTAS, Aylson Jackson; MARINI, Fillipe. **Importância do Pó de Rocha para os Sistemas de Produção Agroecológica**. 2015. IX CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA. Cadernos de Agroecologia. Vol 10, nº3. 2015.

SANTOS, Christiane Fernandes dos et al. **A agroecologia como perspectiva de sustentabilidade na agricultura familiar**. Ambiente & Sociedade, v. 17, p. 33-52, 2014.

SANTOS. **Intemperismo**. Paraná: Universidade Federal do Paraná, 2020. 101 slides, color.

SOUZA, Gabriel Vinícius Lima. **Avaliação da eficiência agrônômica do pó de rocha basáltica como remineralizador de solos**. 2022. Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2022.

THEODORO, S. H.; et al. **Rochas basálticas para rejuvenescer solos intemperizados**. REVISTA LIBERATO, Novo Hamburgo, v. 22, n. 37, p. 01-120, jan./jun. 2021.

THEODORO, Suzi Maria de Córdova Huff. **A fertilização da terra pela terra: uma alternativa para a sustentabilidade do pequeno produtor**. 2000. 241 f. Tese (Doutorado) - Curso de Desenvolvimento Sustentável, Universidade de Brasília, Brasília- Df, 2000.

TOSCANI, Rafael Gomes da Silveira; CAMPOS, José Elói Guimarães. **Uso de pó de basalto e rocha fosfatada como remineralizadores em solos intensamente intemperizados**. Geociências, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 259-274, dez. 2017.

Van Straaten, P. 2006. Farming with rocks and minerals: challenges and opportunities. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 78:731-747.

ZANETTE, I. **Pó de rocha é alternativa econômica e ambiental para remineralização do solo**. Sindicato da Indústria da Mineração de Brita, Areia e Saibro do Estado do RS. 22 de fev de 2017. Disponível em: <http://sindibritas.com.br/home/?p=1432>. Acesso em: 16 jun. 2023.

ZARONI, M. J.; SANTOS, H. G. **Formação do solo tropical**. Embrapa, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/solos-tropicais/formacao-do-solo-tropical>. Acesso em: 15 nov. 2023.

WEIR, R. G.; CRESSWELL, G. C. **Plant nutrient disorders 3. Vegetable crops**. Sydney, 1993. 105 p.