

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
CAMPUS DOIS VIZINHOS CURSO DE  
AGRONOMIA**

**RENATO BONATTI**

**FONTES E DOSES DE POTÁSSIO NA PRODUTIVIDADE DE MILHO E SOJA**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**DOIS VIZINHOS-PR**

**2021**

**RENATO BONATTI**

**FONTES E DOSES DE POTÁSSIO NA PRODUTIVIDADE DE MILHO E SOJA**

**Sources and doses of potasssium in corn and soybean yield**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof Dr. Laércio Ricardo Sartor

**DOIS VIZINHOS-PR**

**2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

**RENATO BONATTI**

**FONTES E DOSES DE POTÁSSIO NA PRODUTIVIDADE DE MILHO E SOJA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentada como requisito para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

23 de junho de 2022

---

Prof. Dr. André Pellegrini  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

---

Daniel Vinicius Korb  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

---

Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor  
(Orientador)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR)

**DOIS VIZINHOS -PR**

**2022**

## RESUMO

BONATTI, R. **Fontes e doses de potássio na produtividade de milho e soja.** Trabalho de Conclusão de Curso. Bacharelado em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2022.

O Brasil busca o aumento na produção agropecuária, tanto para suprir a demanda interna como também a externa de alimentos, para conseguir grandes produções de grãos se exige uma boa adubação para atender as exigências de cada cultura. Por outro lado, o Brasil tem dependência de importação de fertilizantes para a produção agrícola, principalmente do potássio que é muito demandado pelas culturas e é pequena a produção interna o que é algo negativo para a agricultura Brasileira, pois são altos valores pagos aos fertilizantes. Com isso, se percebe uma oportunidade de se utilizar os fertilizantes naturais que são rochas moídas de baixa solubilidade, mas que podem ser fonte de diversos nutrientes conforme o seu material de origem, como no Brasil se encontra grandes quantidades destas rochas que podem ser utilizadas na agricultura como fonte de potássio. Esse trabalho tem como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de Potasil® e cloreto de potássio na produtividade de soja e milho. O experimento foi realizado no delineamento de blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial onde o fator A será determinado pela fonte de K e o fator B a dose. As fontes, fator A, serão o Potasil® e o Cloreto de Potássio. As doses serão de: 0, 20, 40, 60 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e calculadas com base no teor total para cada fonte de K<sub>2</sub>O. Foram realizadas coletas de solo e os resultados mostram altos teores na camada 0-10 cm para ambas as fontes, já na camada 10-20 a fonte KCl teve valores maiores de K no solo. Na produtividade da cultura do milho não houve diferença estatística entre as duas fontes, em ambas as dosagens. Já para a produtividade da cultura da soja a testemunha, e a dosagem com 20 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> obtiveram produtividade inferior as demais, quando se compara as fontes não há diferença significativa entre elas na mesma dosagem de K<sub>2</sub>O. Com isso percebe-se que a fonte de K de menor solubilidade é uma opção a ser utilizado no manejo da fertilidade solo como fonte de K, visto que as respostas das culturas não diferem-se entre as fontes de K.

**Palavras-chaves:** Fertilidade do Solo. Sustentabilidade. Milho. Soja. Fontes de Nutrientes.

## ABSTRACT

BONATTI, R. **Sources and potassium doses in corn and soybean yield.** Course Completion Work. Bachelor's degree in Agronomy. Technological Federal University of Paraná, Dois Vizinhos, 2022.

Brazil seeks to increase agricultural production, both to meet domestic and external food demand, to achieve large grain production, a good fertilization is required to meet the requirements of each crop. On the other hand, Brazil is dependent on importing fertilizers for agricultural production, especially potassium that is much demanded by crops and domestic production is small, which is something negative for Brazilian agriculture, because they are high amounts paid to fertilizers. Thus, an opportunity is perceived to use natural fertilizers that are ground rocks of low solubility, but which can be a source of various nutrients according to their source material, as in Brazil there are large amounts of these rocks that can be used in agriculture as a source of potassium. This work aims to evaluate the effect of different doses of Potasil® and potassium chloride on soybean and corn yield. The experiment was carried out in a randomized block design with three replications. The treatments were arranged in a factorial scheme where factor A will be determined by the source of K and factor B at dose. The sources, factor A, will be Potasil® and Potassium Chloride. The doses will be: 0, 20, 40, 60 and 80 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O and calculated based on the total content for each Source of K<sub>2</sub>O. Soil samples were collected and the results show high levels in the 0-10 cm layer for both sources, while in layer 10-20 the KCl source had higher K values in the soil. In the productivity of corn crop there was no statistical difference between the two sources, in both dosages. For soybean yield, the control, and the dosage with 20 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup> obtained lower productivity than the others, when the sources are compared, there is no significant difference between them in the same K<sub>2</sub>O dosage. Thus, it is noticed that the source of K of lower solubility is an option to be used in the management of soil fertility as a source of K, since the responses of the cultures do not differ between the sources of K.

**Keywords:** Soil Fertility. Sustainability. Corn. Soy. Sources of Nutrients.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>7</b>
<b>2 JUSTIFICATIVA</b> .....	<b>8</b>
<b>3 OBJETIVOS</b> .....	<b>9</b>
<b>3.1 Objetivos Gerais</b> .....	<b>9</b>
<b>3.2 Objetivos Específicos</b> .....	<b>9</b>
<b>4 REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	<b>10</b>
<b>5 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>13</b>
<b>5.1 Análise Estatística</b> .....	<b>13</b>
<b>6 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>15</b>
<b>7 CONCLUSÃO</b> .....	<b>21</b>
<b>REFÊRENCIAS</b> .....	<b>22</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o quarto maior produtor de grãos do mundo, responsável por 7,8% da produção mundial (Embrapa, 2021) ficando atrás apenas da China, dos Estados Unidos e da Índia, onde atrelada à produção de grãos está a grande demanda de fertilizantes, onde o consumo de fertilizantes no Brasil é de 6% do consumo mundial (ANDA, 2018), onde cerca de 70 % dos fertilizantes utilizados no país são dependentes da importação de outros países (ANDA, 2018). Entre os nutrientes utilizados na produção vegetal, destaca-se o potássio (K) sendo a principal fonte utilizada o cloreto de potássio, onde apenas 6% de toda a demanda interna é produção própria (DPNPM,2014).

Para diminuir a dependência da importação destes fertilizantes potássicos, tem-se a utilização de minerais de origem nacional, fontes naturais com maiores teores de K (Tavares, 2017). Contudo, estas fontes naturais não são considerados fertilizantes devido ao baixo teor de nutrientes solúveis, necessitando maiores doses do produto para suprir a demanda das culturas e as respostas são a longo prazo, necessitando ser mais bem estudados e ajustadas doses para que possam subsidiar recomendações aos sistemas de produção agrícolas.

Está técnica de rochagem está cada vez mais em alta, e vem chamando a atenção de novos pesquisadores, como alternativa as fontes atuais de NPK, estas fontes naturais de nutrientes podem ser uma alternativa complementar de fertilização para as principais culturas do país (MEERT et al., 2009).

Neste contexto, considerando grande utilização do K na agricultura brasileira e sua pequena produção interna, faz-se necessário a busca por alternativas sustentáveis, como fontes minerais nacionais de K, como fertilizantes naturais insolúveis em água com alto teor de K visando reduzir a dependência da importação de adubos minerais.

## 2 JUSTIFICATIVA

Considerando a importância do Brasil para produção de alimentos no cenário mundial e a crescente busca de sistemas mais produtivos e sustentáveis, destaca-se a necessidade de estudos voltados para fontes de nutrientes e alternativas que possam diminuir a dependência de importação de fertilizantes minerais. Entre os nutrientes essenciais destaca-se o potássio por ser o segundo nutriente, entre os minerais, mais utilizados pelas plantas. Fontes de reservas nacionais podem ser alternativas sustentáveis e precisam ser estudadas doses e efeitos de K no solo. Contudo, fontes nacionais possuem baixo teor de K se comparado com cloreto de potássio, também são de baixa solubilidade e, por conta dessas características, são classificados como fertilizantes naturais insolúveis em água. Sendo assim, contrastar fontes de maior, com fontes de menor solubilidade de K em doses são estudos necessários para alcançar parâmetros de recomendação desses insumos para a produção vegetal.



### **3 OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivos gerais**

Avaliar o efeito do uso de um fertilizante natural insolúvel em água como fonte de K comparado a fonte solúvel em doses na cultura do milho e soja.

#### **3.2 Objetivos específicos**

Comparar o uso da fonte natural Potasil® com o Cloreto de Potássio em crescentes doses.

Avaliar a produção de soja e milho sob adubação da fonte natural e cloreto de potássio.

Avaliar efeitos nos teores de K do solo quando utilizados duas fontes de K, Potasil® e Cloreto de potássio.

## 4 REVISÃO DA LITERATURA

O Potássio é o segundo macronutriente mineral mais exigido pelas plantas, perdendo apenas para o Nitrogênio, para se conseguir altas produções conseqüentemente necessita de grandes quantidades de potássio. O K é um cátion monovalente que na planta é responsável pelo balanço iônico e não tem função estrutural na planta (EMBRAPA, 2013). As reservas mundiais de potássio estão estimadas em 16 bilhões de toneladas, onde os países que mais detém estas fontes é o Canadá com 60% e a Rússia com 14% (IFA, 2009).

Com isto, o Brasil sofre uma grande dependência, pois importa cerca de 94% do potássio que necessita utilizar na agricultura anualmente, tendo como principais países fornecedores a Rússia e Belarus 41%, o Canadá 34%, Alemanha e Israel 12%. Existem algumas reservas de extração, que estão localizadas no Amazonas e no Sergipe, mais problemas relacionados a questões ambientais travam a extração e exploração das mesmas (CELLA, 2010)

O fertilizante mais utilizado como fonte de potássio é o cloreto de potássio, o que explica o motivo deste fertilizante ser o mais utilizado é o seu teor de  $K_2O$  que é na média de 60%. Com isto, o mesmo consegue ser mais viável economicamente se comparado a outros fertilizantes solúveis como fonte de potássio. Um dos problemas o cloreto de potássio é que possui um alto nível de cloro, o que é prejudicial para algumas culturas como o abacaxi por exemplo, outro problema é o grande índice salino que pode prejudicar a germinação das sementes quando em excesso na linha de adubação (MALAVOLTA, 2002).

Existem outras fontes de potássio menos utilizadas na agricultura brasileira, por apresentarem menores teores de  $K_2O$ , como o nitrato de potássio, sulfato de potássio e sulfato duplo de potássio e magnésio (POTAFOS, 1996).

Os remineralizadores de solo são definidos pela lei 12.890, de 10 dezembro de 2013 como “material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere a fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou a atividade biológica do solo”

Estes fertilizantes naturais insolúveis em água entram nos sistemas agrícolas como uma nova opção, podendo substituir ou trabalhar em conjunto com os fertilizantes minerais de alta solubilidade. Estes fertilizantes naturais insolúveis em

água são algo positivo pois como é encontrado em grandes quantidades no Brasil, podendo ser de resíduos de mineradoras, ou mesmo quando sua extração é direta para a agricultura, conseguindo assim um valor mais atrativo para os agricultores por ser encontrado em regiões próximas, tendo assim um menor custo e uma menor dependência de insumos importados (BENEDUZZI, 2011)

O uso de fertilizantes naturais é algo que só traz benefícios para o sistema, são fontes que servem como adubação e reposição dos nutrientes exportados pelas diversas culturas, a rochagem também pode ser utilizado em cultivo orgânicos (SOUZA, 2014).

Muitos destes fertilizantes naturais insolúveis em água com presença de sílica ajudam na absorção de outros nutrientes de origem mineral ou orgânico, auxilia também no desenvolvimento do sistema radicular da planta, além de aumentar a resistência da planta ao ataque de insetos e doenças. (COSTA, 2020)

Algumas das vantagens do uso de fertilizantes naturais insolúveis em água que podem estimular a expansão de uso na agricultura, é o pelo fator de não terem problemas com lixiviação, pois são de baixa solubilização. Além da disponibilização dos nutrientes ser gradativa, o que determina fornecimento a longo prazo e durante todo o ciclo da cultura, está o baixo índice salino dessas fontes, que comparado com outros fertilizantes como o cloreto de potássio pode trazer benefícios (AMPARO, 2003), reduzindo efeitos de perdas de plantas, danos em raízes e na microbiologia do solo devido a salinidade que fontes como cloreto de potássio podem apresentar se utilizados em altas doses.

O que mais influência na eficiência do uso de fertilizantes naturais é a sua origem, que afeta diretamente a composição química e também o tamanho de partículas, que também altera a solubilidade. Por outro lado, está a química do solo, onde os valores de pH mais ácidos podem aumentar a solubilidade e também com quantidade e a origem de CTC (mineralogia do solo), ambos vão determinar quanto tempo antes da implantação da cultura será aplicado para poder reagir (LAPIDO-LOUREIRO e NASCIMENTO, 2004).

Devido a baixa solubilidade dos fertilizantes naturais, alguns ácidos, que podem ser exsudados das raízes das plantas auxiliam na sua dissolução nos solos, também a ação de microrganismos do solo podem atuar nesse processo. Pois os fungos têm um grande papel na microbiota do solo, onde esses fungos juntamente

com as raízes das plantas fazem a liberação de exsudatos e com isso favorecem o aumento de mais microrganismos, auxiliando assim em uma melhor dissolução dos fertilizantes naturais (CARVALHO, 2012)

Então para atingir melhores resultados é importante também a presença de níveis elevados de matéria orgânica do solo, assim acelera a dissolução destas partículas e a liberação dos nutrientes. Pesquisas vem demonstrando que os fertilizantes naturais insolúveis em água em diversas culturas apresentaram produtividade muito próximas ao uso de fertilizantes NPK (GONÇALVES, 2020). Sendo assim, boas práticas de conservação e manejo do solo são ferramentas indispensáveis para uma influente atividade biológica nos solos, que são benéficos para a cultura e que auxiliam na solubilização mais eficaz dos nutrientes contidos nos pós de rochas (BRUNGNERA, 2012)

Segundo Theodoro et al. (2015), o uso de fertilizantes naturais insolúveis em água, trazem resultados positivos por vários motivos, tendo em primeiro lugar o menor custo de aquisição por serem de fontes nacionais, outro ponto é que o efeito da aplicação dura muitos anos, onde os níveis vão aumentando com o passar dos anos a liberação dos nutrientes, além de conseguir resultados muito próximo comparado o uso de fertilizantes NPK solúveis.

Um ponto importante também dos fertilizantes naturais insolúveis em água é que estes, são liberados para utilização em sistemas orgânicos, Júnior et al. (2020) conseguiu resultados acima da média nacional de produção na cultura da soja com a utilização de fertilizantes naturais insolúveis em água no cultivo orgânico.

Curimbaba LTDA que comercializa o produto Potásil® o mesmo é “um fertilizante natural não solúvel em água obtido através do processo de moagem de minério com alta concentração de potássio e silício. Essas jazidas estão localizadas na região de Poço de Caldas, região privilegiada na formação de minérios de alta eficiência. Em sua composição há também outros minerais, essenciais e benéficos, para o pleno desenvolvimento das plantas”. O Potásil® contém 10% de K<sub>2</sub>O além de 25 % de silício, alguns benefícios citados pela empresa Yoorin como, a liberação gradativa dos nutrientes e a não solubilidade em água, é um produto isento de cloro, alta concentração de silício, pH 7 o que favorece a absorção dos nutrientes Potásil (Yoorin Fertilizantes., Minas Gerais, MG., Brasil).

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos, região Sudoeste do Estado do Paraná. O município de Dois Vizinhos localiza-se a uma altitude média de 509 metros acima do nível do mar, com latitudes entre 25° 44' 03" e 25° 46' 05" Sul e longitudes entre 53° 03' 01" e 53° 03' 10" Oeste. Clima caracterizado segundo Koeppen do tipo Cfa, com a temperatura do mês mais frio entre 18° e - 3° C, sendo frequentes as geadas, sem estação seca, com chuvas distribuídas em todos os meses do ano (ALVARES et al., 2013).

O experimento foi realizado com delineamento de blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema bifatorial onde o fator A será determinado pela fonte de K e o fator B a dose. As fontes, fator A, serão o Potasil® (10% de K<sub>2</sub>O total e 1% de K<sub>2</sub>O solúvel em água) e o Cloreto de Potássio (60% e K<sub>2</sub>O). E o fator B é as doses de: 0, 20, 40, 60 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e calculadas com base no teor total para cada fonte de K<sub>2</sub>O.

Esse experimento está no seu quarto ano de condução. No primeiro ano foram utilizadas doses de cloreto de potássio aplicados a lanço e no sulco de plantio da cultura da soja. No segundo, fez-se o cultivo do milho sem uso de adubação potássica.

No terceiro ano, ou seja, na safra 2020/2021, iniciou a utilização da fonte Potasil® nas parcelas com adubação feita no sulco. Nos anos anteriores foi realizada a aplicação de Potasil® a lanço continuou-se com doses de K via cloreto de potássio, seguindo as dosagens de K<sub>2</sub>O listadas acima. O cloreto de potássio apresenta 60% de K<sub>2</sub>O em sua composição então as dosagens por hectares foram de 0, 33,3, 66,66, 100 e 133,33 kg. Já o Potasil® contém 10% de K<sub>2</sub>O em sua composição além de 25% silício, então as dosagens por hectares foram de 0, 200, 400, 600, 800 kg. Com isto será aplicado a mesma quantidade de K<sub>2</sub>O por parcela. As unidades experimentais possuem dimensões de 6x4,5 m, totalizando 27 m<sup>2</sup> cada.

Já na safra 2021/2022 se utilizou a cultura da soja, para verificar a eficiência das fontes, onde se realizou a aplicação das fontes de K, Potasil® e o Cloreto de Potássio, 70 dias antes do plantio da cultura da soja, para ter melhor reação do fertilizante natural no solo devido à baixa solubilidade, repetindo as dosagens usadas na cultura do Milho da safra 2020/2021.

Antecedendo a cultura da soja, foi cultivada a aveia preta cv. Iapar 61, na densidade de 50 kg ha<sup>-1</sup> de sementes viáveis.

O plantio do milho foi realizado no dia 10/09/2020, já o plantio da soja foi realizado no dia 20/10/2021, o plantio de ambas das culturas foi realizado com a adição apenas de fósforo na linha, na dose de 80 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> tendo como fonte o superfosfato simples (20% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). Foi realizada condução das culturas, com todos os tratos culturais necessários, deste a eliminação de plantas daninhas, o controle de insetos, fungos e outras pragas quando necessário. Na cultura do milho foi utilizado 150 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura no estágio V6 da cultura.

Após a cultura chegar no seu ponto de colheita foi realizada a debulha mecânica das amostras e a quantificação da produção de grãos do Milho e da Soja e peso total da amostra com a utilização de balança de precisão, e para a correção desse foi determinada a umidade do grão utilizando o aparelho de umidade portátil. Os equipamentos utilizados bem como a estrutura são disponibilizados pela universidade. Para avaliação do rendimento de grãos foram amostrados 7,5 metros lineares de plantas por unidade experimental. As amostras foram debulhadas e quantificada a massa da amostra para depois calcular o rendimento de grãos por hectare, corrigindo a umidade do grão para 13%.

Além da produtividade, na safra 2021/2022 também foi analisado o solo, onde foi coletado uma amostra de solo após a colheita do Milho e antes da aplicação do K<sub>2</sub>O para a safra da soja, e outra amostra logo após a colheita da soja, nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm. As amostras foram enviadas para o laboratório de análises de solo e com os laudos das análises se fez uma comparação dos níveis de K dos tratamentos.

## **5.1 Análise Estatística**

Os resultados foram submetidos a análises de variância pelo teste F a um nível de significância de 5% de probabilidade, as médias de efeito qualitativo foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e de efeito quantitativo realizando análises de regressão polinomial.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Analisando a Figura 1 podemos observar os teores de K da camada 0-10, comparando os teores que o solo apresentava antes da aplicação do KCl e Potasil®, e os teores que se obteve após a aplicação e posterior colheita da soja, se percebe um aumento nos teores de K no solo conforme se teve o aumento das doses de ambas as fontes.

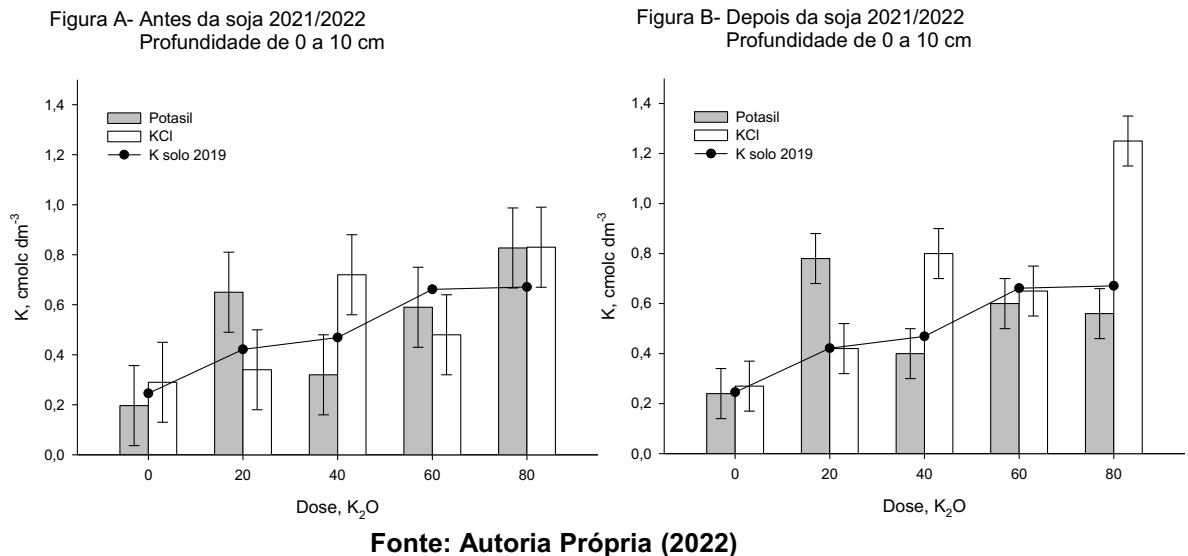
Analisando separadamente cada conjunto de doses, se observa na dose de 20 kg ha<sup>-1</sup>, a fonte Potasil se encontrou teores mais altos no solo comparado a fonte KCl, mas é possível notar que esta dose não segue o crescimento linear do gráfico, e com isso pode-se concluir que houve algum problema na geração desta informação podendo ser algum erro na coleta ou até mesmo da análise. Analisando as duas fontes na dosagem de 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O se observa que a fonte KCl teve um melhor resultado, se diferenciando da fonte Potasil®. Já para as doses de 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O não se teve diferença significativa para o tipo da fonte. Na maior dose que foi de 80 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, após a soja se teve uma diferença estatística para a fonte KCl (1,25 cmolc dm<sup>3</sup>) sendo superior comparado a mesma dose de Potasil (0,56 cmolc dm<sup>3</sup>), e sendo superior também os teores quando comparado as outras doses menores.

Comparando-se com os teores que se tinha no ano de 2019, ou seja antes de se começar o experimento com o a fonte natural insolúvel em água foi possível notar que nas camadas 0-10 não houve diferença significativa para a testemunha, já nas doses de 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O a fonte KCL segue com os mesmos teores de K enquanto a fonte Potasil se diferenciou estatisticamente dos teores que se tinham em 2019.

Na dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O , teve maior concentração de K no solo comparado aos dados de 2019, enquanto a fonte com Potasil manteve estatisticamente os teores próximos do resultado passado. Já na dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O ambas as fontes mantiveram teores estatisticamente iguais ao do ano de 2019. Já na maior dose que é de 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O para a fonte KCL ficaram bem acima do que se tinha em 2019, enquanto os teores para o Potasil ficaram abaixo, constando diferença estatística para ambas as fontes nesta dosagem. Esse menor teor de K encontrado no solo com a fonte de Potasil pode ser explicado, que segundo Theodoro et al.(2003) um dos problemas dos fertilizantes naturais é a sua lenta solubilização, ou seja melhores resultados são encontrados em trabalhos de médio a longo prazo,

pois estes materiais são de liberação mais lenta, o que quer dizer que neste curto período de tempo não disponibilizado todo o K presente no fertilizante natural.

**Figura 1 Teores de K no Solo, para Diferentes Doses e Fontes**



Seguindo a mesma linha de análise, mas agora em profundidade de 10-20 cm, se percebe teores mais baixos de K no solo quando comparado com as análises de 0-10 cm, isto pode ser explicado pois a aplicação das 2 fontes foi realizada a lanço, ou seja, na superfície do solo, e com isso as maiores concentrações são nas camadas superiores.

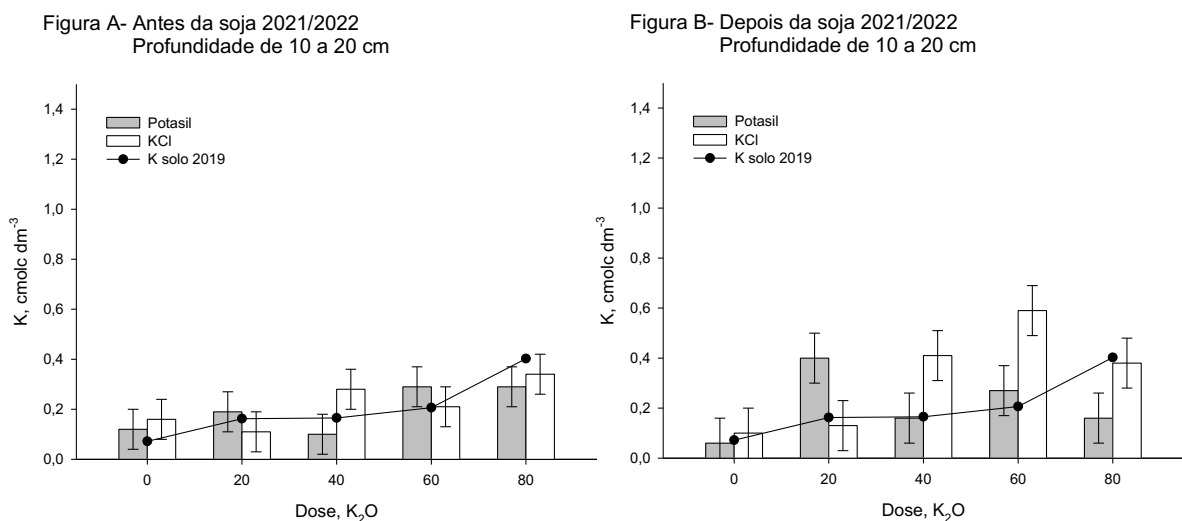
Se percebe que os teores quando comparados as fontes nesta profundidade se diferiram estatisticamente após a soja em todas as dosagens, sendo que a fonte KCL teve maiores teores de K disponível na camada 10-20 quando comparado com o Potasil®, isso pode ser entendido pelo KCl ser solúvel em água e com isso consegue lixiviar mais rapidamente no perfil do solo, Moreira *et al.* (2006) também afirma que a fonte KCl por ser muito solúvel pode lixiviar mais facilmente comparada com outras fontes menos solúveis, como no caso o fertilizante natural. Seguindo a mesma linha Sanzonowicz e Mielniczuk (1985) também destacam que a lixiviação do elemento K pode ser reduzida com a utilização de fontes menos solúveis.

Os menores teores de K foram da testemunha, que apresentaram valores médios de K no solo de 0,11 cmolc dm<sup>3</sup>, estes valores estão abaixo do nível crítico para este tipo de solo.



Observando a linha que demonstra os valores de K que se tinha no solo no ano de 2019, ou seja, antes de se começar o trabalho com a utilização do fertilizante natural Potasil® e comparando com o que se encontra no solo após a soja se percebe que a testemunha continua com teores bem próximo com o passar dos anos, isso se dá pois a produção nos últimos 2 anos de experimento foi baixa o que exportou pouco K do solo. Já para a dosagem de 20 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, a fonte KCl não se diferindo dos dados de 2019, enquanto que na fonte Potasil® os valores maiores foram encontrados em 2019. Para as dosagens de 40 e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O a fonte Potasil® teve resultados muito próximos do que se tinha em 2019, enquanto a fonte KCL teve um incremento significativo nos teores encontrados no solo. Já para a fonte de 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O os teores foram os mesmo de K no solo para a fonte KCL quando comparada ao ano de 2019, enquanto que para a fonte Potasil® o teor fica abaixo do que se tinha em 2019.

**Figura 2. Teores de K no Solo, para Diferentes Doses e Fontes**



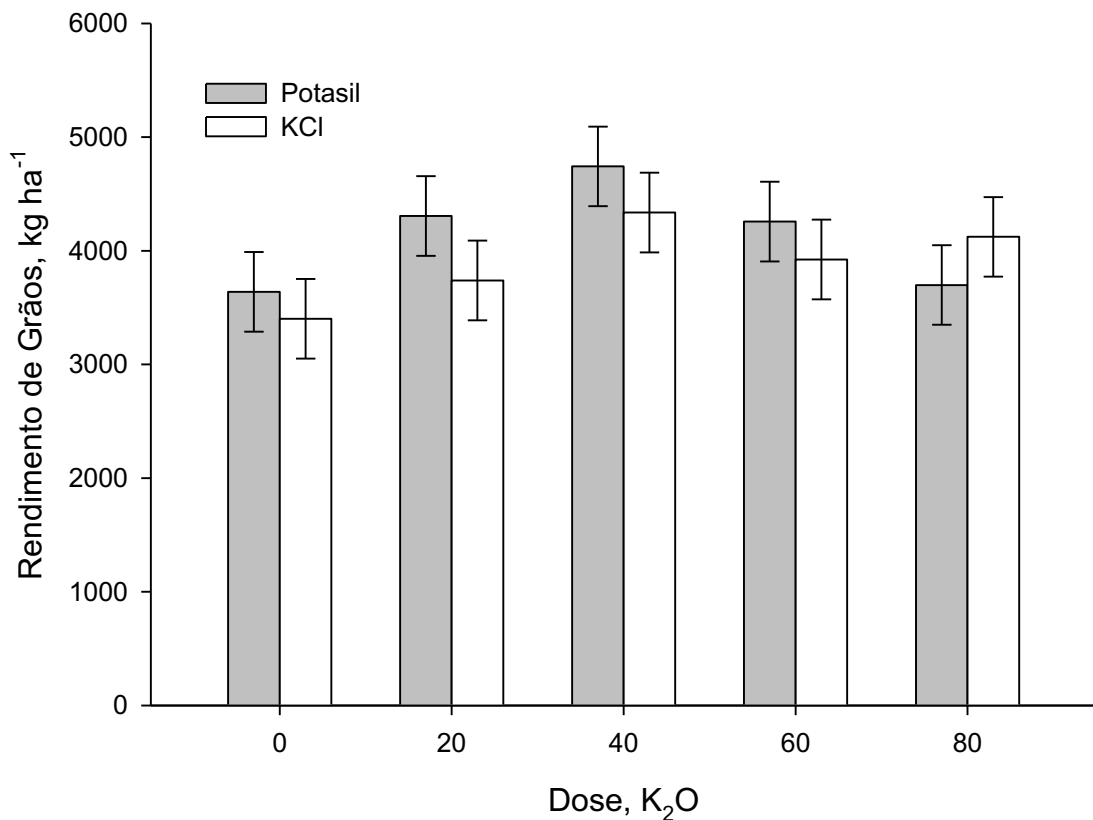
Fonte: Autoria Própria (2022)

Na Figura 3, temos a produtividade da cultura do milho em função da dose e da fonte. Apenas a testemunha teve uma diferença estatística quando comparada com a dose de 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Pode-se observar que não houve diferença significativa para os outros tratamentos, na questão de fontes, sendo que em todas as dosagens utilizadas ambas as fontes não tiveram diferença estatística, resultados semelhantes são verificados por Hanisch et al.(2013) que não encontraram aumento na produtividade da cultura do milho utilizando pó de basalto como fonte de fertilizante natural, em experimento conduzido por 3 anos, pois resultados mais conclusivos para

a área de fertilidade do solo são encontrados em experimentos de média a longa duração.

Como a produtividade da cultura do milho neste trabalho foi baixa comparado com a média nacional, que segundo a CONAB (2021/2022) foi de  $5.687 \text{ kg ha}^{-1}$ , e os teores de k no solo estão todos acima do nível crítico, que segundo o Manual de Adubação e Calagem do Paraná é de  $0,22 \text{ cmolc dm}^3$ , com isto não se teve aumento significativo com as diferentes doses aplicadas, Pavinato *et al.* (2008) encontraram resultados semelhante na utilização de doses gradativas de  $\text{K}_2\text{O}$  com a fonte KCl (0; 40; 80 e 120), onde também não houve aumento significativo de produtividade com o aumento das doses, pelo motivo do solo da região apresentar valores altos de K.

**Figura 3, Rendimento de Grãos de Milho**



**Fonte: Autoria Própria (2022)**

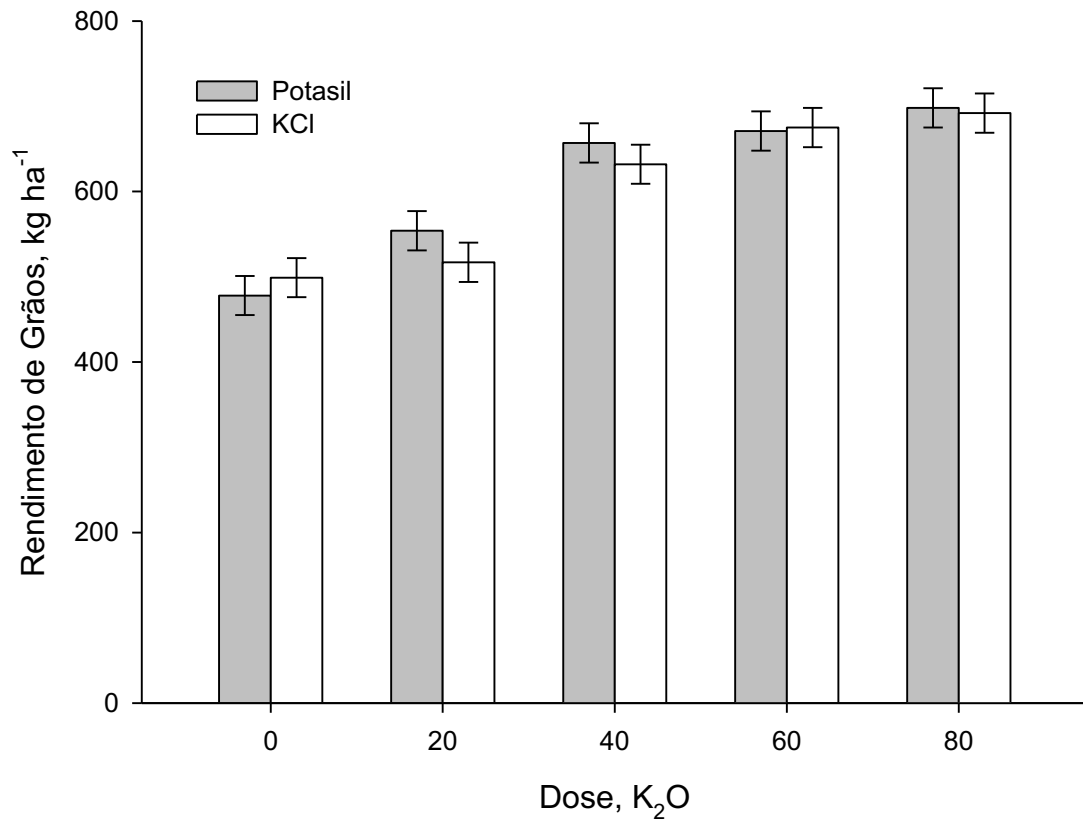
Na figura 4 temos o resultado da safra de Soja 2021/2022, com as diferentes doses e as diferentes fontes. Não houve diferença significativa entre as fontes quando analisados as mesmas dosagens de  $\text{K}_2\text{O}$ . Se diferiu estatisticamente apenas a testemunha e a dose de  $20 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  onde apresentaram as menores produções quando comparadas as outras doses.

Deve se destacar primeiramente a forte estiagem sofrida na região, onde a cultura passou por um forte déficit hídrico ficado aproximadamente 60 dias sem receber uma chuva significativa, com isto apresentou uma baixa produtividade comparada com a média do estado, que na safra passada 2020/2021 foi de aproximadamente 3500 kg de soja ha<sup>-1</sup>.

Para as doses de 40, 60 e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O não houve diferença estatística entre as doses e também não houve diferença entre as fontes. Para a dosagem de 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O se teve a produção de 630 kg de grãos ha<sup>-1</sup> com a fonte KCL, e 657 kg de grãos ha<sup>-1</sup> com a fonte Potasil<sup>®</sup>. Na dosagem de 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O se teve a produção de 675 kg de grãos ha<sup>-1</sup> com a fonte KCL, e 670 kg de grãos ha<sup>-1</sup> com a fonte Potasil<sup>®</sup>. Já na dosagem de 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O se teve a produção de 692 kg de grãos ha<sup>-1</sup>, e 698 kg de grãos ha<sup>-1</sup>. Souza et al. (2009) encontrou resultados parecidos com a utilização de fertilizantes insolúveis em água como fonte de potássio, em casa de vegetação, onde estes produtos apresentam uma boa possibilidade como fonte alternativa de fertilizante para as diversas culturas.

Sendo assim pode-se perceber que a fonte Potasil<sup>®</sup> apresentou resposta semelhante ao uso de KCl em todas as doses, não ocorrendo diferença estatística entre as fontes, o que é um fator positivo, considerando o curto período de uso dessa fonte natural. Mas como os teores de K no solo já se encontram no nível bom, segundo Fernandes et al. (1993), para se conseguir diferença significativa com a aplicação de K os teores deste elemento no solo devem estar abaixo do nível crítico, quando já se tem teores bons no solo um dos principais benefícios da aplicação do K é apenas um aumento no teor de óleo dos grãos.

Figura 4, Rendimento de Grãos de Soja.



Fonte: Autoria própria (2022)

## **7 CONCLUSÃO**

O uso do fertilizante natural Potasil® se mostrou positivo no estudo, se comportando de forma similar ao KCl, tanto para a produtividade do milho como também para a soja, com isso é uma fonte que pode ser utilizada junto na estratégia de manejo da fertilidade dos solos.

## REFERÊNCIAS

- AMPARO, A. **Farinha de rocha e biomassa**. Agroecologia Hoje, Botucartu, n.20, 2003.
- ALVARES, CLAYOTON ALCARDE et al. **Köppen's Climate Classification Map For Brazil**, Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS (**ANDA**). Estatísticas. Disponível em: <http://anda.org.br>. Acesso em: 10 de julho de 2021.
- ASSOCIAÇÃO INTERNACIONAL DA INDÚSTRIA DE FERTILIZANTES (**IFA**). Disponível em: <<http://fertilizer.org/ifa/content/view/full11423>>. Acesso em: 25/03/2022
- BENEDUZZI, E.B. **Rochagem**: Agregação das Rochas como Alternativa Sustentável para a Fertilização e Adubação de solos. Trabalho de conclusão de curso de Geologia. Instituto de Geociências. Porto Alegre, RS, 2011.
- BRUGNERA, R. L. **Avaliação do uso de pó de rocha basáltica como fertilizante alternativo na cultura da rúcula**. Projeto de trabalho final de graduação – Faculdade Dinâmica de Cataratas. Foz do Iguaçu, 2012.
- CASTRO, C. de; MOREIRA, A.; OLIVEIRA, F. A. de; SALINET, L. H.; VERONESI, C. de O. **Rochas brasileiras como fonte alternativa de potássio para a cultura do girassol**. Revista Espaço & Geografia, [s. l.] v.9, n. 2, 2006, p. 179-193. ISSN: 1516-9375.
- CARVALHO, A. M. X, CARDOSO, I. M., Souza, M.E.P De E Theodoro, S. H. **Rochagem**: o que se sabe sobre essa técnica? In: Cardoso, I. M. E Fávero, C. Solos e Agroecologia. Ed. Embrapa. Brasília. ISBN
- COSTA, A., **Remineralizadores do Solos**: Aspectos Teóricos e Práticos. Agricultura em Bases Agroecológicas e conservacionista, 2020.
- CELLA, D.; ROSSI, M. C. de L. **ANÁLISE DO MERCADO DE FERTILIZANTES NO BRASIL**. Revista Interface Tecnológica, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 41-50, 2010
- EMBRAPA, **Produção de grãos**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-denoticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maiorexportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo>. Acesso em: 10 de julho de 2021.
- FERNANDES, D.M.; ROSSETO, C.A.; ISHIMURA, I.; ROSOLEM, C.A. **Nutrição da soja e formas de potássio no solo em função de cutiares e adubação potássica**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 17, p. 405-410, 1993.
- GONÇALVEL, A. O., S.H. THEODORO, G. D. ALMEIDA, D. D. Purificação, et al. **Remineralizadores de solo um novo insumo para a sustentabilidade agrícola de Angola**. Revista Angolana de Geociência, 2020.

HANISCH et al. **Efeito de pó de basalto no solo e em culturas anuais durante quatro safras, em sistema de plantio direto.** Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v.3, n.2, 2013. p.100- 107

JÚNIOR, J.; LAZARINI, E.; SMILJANIC, K.; **Análise das variáveis tecnológicas na cultura da soja (glycine max) com utilização de remineralizador de solo como fertilizante,** 2020.

BRASIL. **Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980.** Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2013/lei/l12890.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/l12890.htm) Acesso em : 2 de agosto de 2021.

MALAVOLTA, E.; PIMENTEL GOMES, F. e ALCARDE, J. C. (2000). **Adubos e adubações.** São Paulo: Nobel, 200p.

MEERT, L. et al. **Produtividade e rentabilidade da soja cultivada com fontes alternativas de nutrientes em Guarapuava, PR.** Revista Brasileira de Agroecologia, Porto Alegre, v. 4, n. 2, p. 3371-3374, 2009.

NASCIMENTO, M. & LAPIDO-LOUREIRO, F.E. (2004). **Fertilizantes e sustentabilidade: o potássio na agricultura brasileira, fontes e rotas alternativas.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT.

PAVINATO, P. S.; CERETTA, C. A.; GIROTTO, E.; LOPES MOREIRA, I. C. **Nitrogênio e potássio em milho irrigado: análise técnica e econômica da fertilização.** *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 2, p. 358-364, 2008.

POTAFOS. (1996). **Nutri-fatos:** informação agrônômica sobre nutrientes para as culturas. Piracicaba: Potafos, 24p.

SANZONOWICKZ, C.; MIELNICZUK, J. **Distribuição do potássio no perfil de um solo, influenciado pela planta, fonte e métodos de aplicação de adubos.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, São Paulo, v.9, 1985, p. 45-50.

Souza, F. N. da S.; ALVES, J.M.; D'AGOSTINI, L.R.; PINHEIRO, O.N.; ALMEIDA, V. R.de; Campos, G.A. **Rejeito Mineral como fonte de Nutrientes.** Anais... I Congresso Brasileiro de Rochagem. Brasília. 21 a 24 de Setembro, p.303-308, 2009.

SOUZA, F. N. da S. **O potencial de agrominerais silicáticos como fonte de nutrientes na agricultura tropical.** Tese de doutorado. Instituto de geociências – IGD. Programa de pós-graduação em Geologia. Universidade de Brasília – UnB. 2014

TAVARES, M.F.F.; HABERLI, C. **O mercado de fertilizantes no Brasil e as influências mundiais.** Escola Superior de Propaganda e Marketing. São Paulo. 2017.

THEODORO, S. H.; LEONORODOS, O. H. **Rochagem:** uma questão de soberania nacional.XIII Congresso Brasileiro de Geoquímica e III Simpósio Geoquímica dos Países do Mercosul, Gramado/RS/Brasil 2011.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O.; ROCHA, E. L.; REGO, K. G. **Experiências de uso de rochas silicáticas como fonte de nutrientes.** Rev. Espaço & Geografia, V.9, n. 2, p. 263-292. 2006.

YORRYN FERTILIZANTES. Disponível em:  
<https://www.yoorin.com.br/pt/produtos/potasil> Acesso em: 15 de junho 2021