

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

**GUILHERME LUIS PILONETO**

**FERTILIZANTES ORGÂNICOS, MINERAIS E REMINERALIZADORES DO SOLO  
NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO ORGÂNICO DE GRÃOS**

**DOIS VIZINHOS**

**2022**

**GUILHERME LUIS PILONETO**

**FERTILIZANTES ORGÂNICOS, MINERAIS E REMINERALIZADORES DO SOLO  
NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO ORGÂNICO DE GRÃOS**

**ORGANIC FERTILIZERS, MINERALS AND SOIL REMINERALIZERS IN THE  
ORGANIC GRAIN PLANTING SYSTEM**

Trabalho de conclusão de curso de graduação  
apresentado como requisito para obtenção do título de  
Bacharel em Agronomia da Universidade Tecnológica  
Federal do Paraná (UTFPR).  
Orientador: Prof. Dr. Laércio Ricardo Sartor.

**DOIS VIZINHOS**

**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.

**GUILHERME LUIS PILONETO**

**FERTILIZANTES ORGÂNICOS, MINERAIS E REMINERALIZADORES DO SOLO  
NO SISTEMA DE PLANTIO DIRETO ORGÂNICO DE GRÃOS**

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

23 de junho de 2022

---

Laércio Ricardo Sartor  
Prof. Orientador.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos

---

André Pellegrini  
Membro titular  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos

---

Daniel Vinicius Korb  
Membro titular  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Dois Vizinhos

**DOIS VIZINHOS**

**2022**

## RESUMO

PILONETO, G. Fertilizantes orgânicos, minerais e remineralizadores do solo no sistema de plantio direto orgânico de grãos. 34f. Trabalho de Conclusão de Curso II. Bacharelado em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2022.

No sistema orgânico de produção de grãos cita-se alguns fertilizantes minerais e orgânicos que podem ser alternativas, como fosfatos naturais, termofosfatos, rochas potássicas moídas, rochas fosfáticas moídas, composto e remineralizadores de solo. Além de serem fontes passíveis de serem usadas nesses sistemas, alguns são de matérias primas nacionais, o que reduz a dependência de importação de fertilizantes. O objetivo do trabalho foi avaliar combinação de fontes fosfáticas e potássicas de diferente solubilidade e concentração de nutrientes no sistema de plantio direto orgânico de soja. O experimento foi realizado em uma área que está sob o primeiro ano de produção orgânica de grãos e que vem sendo cultivado em sistema de plantio direto há mais de 10 anos. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com três repetições, em unidades experimentais de 10 x 3 m, totalizando 22 tratamentos. Os tratamentos foram compostos pelos fertilizantes e/ou remineralizadores: Ekosil®, Potasil®, Sulfato de Potássio, Termofosfato Yoorin®, Fosfato Natural, Composto Orgânico e testemunha sem uso de fertilizantes, utilizados de forma solteira ou em combinações. A dose estabelecida foi de 100 kg/ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 100 kg/ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Avaliou-se o rendimento de grãos da cultura da soja e teores de P e K no solo nas camadas 0,0 a 0,1 m e 0,1 a 0,2 m. Concluiu-se que a aplicação de termofosfato Yoorin® solteiro, resultou no maior acúmulo de P na camada de 0,1 a 0,2 m e a aplicação de remineralizadores Potasil®, Ekosil® e sulfato de potássio solteiros, resultaram, em um maior acúmulo de K nas camadas de 0,0 a 0,1 e 0,1 a 0,2 m de profundidade, considerando ser o segundo ano de cultivo observa-se ganhos com uso de fontes de baixa solubilidade no rendimento de grãos de soja, o que possibilita a conversão do sistema convencional para o sistema orgânico sem perdas de produtividade.

Palavras-chave: Fertilidade do solo; Remineralizadores; Produção orgânica; Termofosfatos.

## ABSTRACT

In the organic system of grain production, there are some mineral and organic fertilizers that can be alternatives, such as natural phosphates, thermophosphates, ground potassium rocks, ground phosphate rocks, compost and soil remineralizers. In addition to being sources that can be used in these systems, some are of domestic raw materials, which reduces dependence on fertilizer imports. The objective of this work was to evaluate the combination of phosphate and potassium sources of different solubility and concentration of nutrients in the organic no-tillage system of soybean. The experiment was carried out in an area that is under the first year of organic grain production and that has been cultivated under a no-tillage system for over 10 years. The experimental design was randomized blocks, with three replications, in experimental units of 10 x 3 m, totaling 22 treatments. The treatments were composed of fertilizers and/or remineralizers: Ekosil®, Potasil®, Potassium Sulfate, Yoorin® Thermophosphate, Natural Phosphate, Organic Compost and control without the use of fertilizers, used alone or in combinations. The dose established was 100 kg/ha-1 of K<sub>2</sub>O and 100 kg/ha-1 of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. Soybean grain yield and P and K contents were evaluated in the soil in layers 0.0 to 0.1 m and 0.1 to 0.2 m. It was concluded that the application of single Yoorin® thermophosphate resulted in a greater accumulation of P in the layer from 0.1 to 0.2 m and the application of remineralizers Potasil®, Ekosil® and single potassium sulfate, resulted in a greater accumulation of K in the layers from 0.0 to 0.1 and 0.1 to 0.2 m deep, considering that it is the second year of cultivation, gains are observed with the use of sources of low solubility in the yield of soybeans, which allows the conversion of the conventional system to the organic system without loss of productivity.

Keywords: Soil fertility; Remineralizers; Organic production; Thermophosphates.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>18</b>
<b>2.1. Geral</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2. Específico</b> .....	<b>18</b>
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>19</b>
<b>3.1. Cultivo orgânico</b> .....	<b>19</b>
<b>3.2. Adubos e condicionadores de solo permitidos no sistema orgânico de produção</b> .....	<b>19</b>
<b>3.3. Remineralizadores</b> .....	<b>20</b>
<b>3.4. O uso da rochagem na remineralização dos solos e efeito residual</b> .....	<b>21</b>
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>23</b>
<b>4.1. Caracterização do local do estudo</b> .....	<b>23</b>
<b>4.2. CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO</b> .....	<b>24</b>
<b>4.2.1. Semeadura da Aveia, Nabo forrageiro e Manejo de Palha</b> .....	<b>21</b>
<b>4.2.2. Semeadura da Soja e tratos culturais</b> .....	<b>21</b>
<b>4.2.3. Aplicação dos fertilizantes e remineralizadores</b> .....	<b>21</b>
<b>5. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL</b> .....	<b>22</b>
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>22</b>
<b>6.1. Fósforo</b> .....	<b>26</b>
<b>6.2. Pótássio</b> .....	<b>28</b>
<b>6.3. Massa de mil grãos</b> .....	<b>31</b>
<b>6.4. Produtividade</b> .....	<b>32</b>
<b>7. CONCLUSÃO</b> .....	<b>35</b>
<b>8. REFERÊNCIAS</b> .....	<b>36</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Dentre as principais culturas produtoras de grãos no Brasil se destaca a soja, que corresponde ao principal produto da agricultura brasileira, para a safra de 2021/2022 o Brasil deve continuar a ser o maior produtor mundial, com uma estimativa de área de plantio de 39,91 milhões de hectares, um aumento de 3,6% em comparação aos anos de 2020/2021 (CONAB, 2022). O aumento da produção está associado ao aumento da produtividade das áreas, que dependem diretamente da disponibilidade de nutrientes adequada para a cultura.

O potássio (K) e o fósforo (P) são macronutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento dos vegetais, sendo insubstituíveis, devido a nenhum outro nutriente substituir suas funções no metabolismo das plantas. Devido a importância destes nutrientes suas quantidades requeridas nos cultivos por meio da fertilização vêm crescendo nos últimos anos, advindo dos gradativos incrementos em área plantada e de produtividade (PANTANO et al., 2016).

Com o crescente aumento nos tetos produtivos, o Brasil acabou se tornando um grande consumidor de K e P, onde que em 2019 o consumo de fertilizantes fosfatados foi de 5,2 milhões de toneladas de  $P_2O_5$ , e em 2020 foi necessário importar 72% do montante total necessário para fertilizar os cultivos, em contrapartida com o K não é diferente, no ano de 2020 foi necessário importar cerca de 6,80 milhões de toneladas de  $K_2O$ , valor este que representa 96,4% do montante total necessário para os cultivos. Portanto a produção brasileira de fertilizantes não supre a demanda nacional por fontes fosfatadas e potássicas, o que impõe a necessidade de importação, que implicam sobre preços variáveis, balanço comercial negativo e gastos com o transporte destes produtos (BRITO GONÇALVES et al., 2021).

Sendo assim, a utilização de rochas brasileiras e compostos orgânicos para a obtenção de fontes minerais alternativas, para a fertilização podem reduzir a dependência externa brasileira e eliminar um dos entraves à produção orgânica de grãos que é justamente a ausência de fontes de potássio que se adequa a legislação (BRITO GONÇALVES et al., 2021).

O sistema de produção orgânica, segue algumas normas padronizadas e estabelecidas pela legislação, que não admitem a utilização de fontes com formulações químicas e altamente solúveis. Portanto, a legislação padronizou estas normas, para utilização de fontes que são oriundas de procedimentos físicos, ou biológicos, que consistem em um simples processo de moagem, refinamento ou entre outros empregados, para a fabricação destes fertilizantes geralmente são utilizadas, rochas, compostos orgânicos e resíduos, que são fontes de baixa solubilidade e lenta liberação ao meio (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO, 2008).

As fontes alternativas utilizadas na agricultura orgânica, como os termofosfatos, rochas potássicas e fosfatadas moídas, compostos orgânicos, entre outros, possuem menor solubilidade em citrato neutro de amônio (CNA), porém são considerados produtos de elevada eficiência agrônômica (EA). Sendo assim possuem um maior efeito residual ao solo e disponibilizando os nutrientes de forma gradual ao meio (MELAMED; GASPAR; MIEKELEY, 2009). A aplicação em doses e combinações adequadas destas fontes, podem ser uma ótima estratégia para melhorar a disponibilização de P e K na agricultura orgânica e de melhorar a eficiência no uso destes nutrientes.

As fontes de nutrientes que foram avaliadas nessa pesquisa foram fornecidas através dos produtos: Ekosil®, Potasil®, Sulfato de Potássio, composto orgânico, Yoorin®, fosfato natural e testemunha sem uso de fertilizantes, esses produtos são compostos pelas seguintes fontes: rochas silicatadas, rochas ígneas, origem mineral, decomposição de resíduos animais e vegetais, rocha fosfática fundida e rochas fosfática moída, respectivamente. As fontes foram empregadas individualmente ou em conjunto nos tratamentos, para se avaliar suas resposta e interação entre si no decorrer das análises e testes experimentais.

Nesse contexto, este trabalho teve como objetivo geral avaliar fontes de fósforo e potássio como opção para produção orgânica de soja.



## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar fontes de fósforo e potássio de diferentes solubilidades como opção para produção orgânica de soja.

### **2.2 Específicos**

Estudar fontes naturais de P e K na produtividade da cultura da soja.

Avaliar o teor de P e K no solo, e sua disponibilidade para as plantas conforme as fontes minerais, termofosfato e orgânico nas profundidades 0,0 a 0,1 m e 0,1 a 0,2 m.

### **3 REVISÃO DE LITERATURA**

#### **3.1 Cultivo orgânico**

A agricultura orgânica possui como base a redução do uso de produtos químicos e a valorização dos processos de cultivo, deste modo, evita o uso de fertilizantes solúveis e produtos químicos nas operações de cultivo, afim de evitar qualquer tipo de contaminação que possa pôr em risco a saúde humana (SOUZA, 2000).

Durante a década de 70 no Brasil houve expansão no consumo de produtos orgânicos e na década posterior organizaram-se muitas das cooperativas de produtos naturais (FILHO et al. 2002). A partir destes períodos foram vistas as necessidades de se criarem fóruns para formar conceitos e estabelecer critérios afim de resguardar o movimento orgânico, e em 1991 foi publicado o primeiro documento normativo deste setor o documento 2092/91, de 24 de junho de 1991 que foram estabelecidos normas e os padrões de processamento, produção, comercialização e importação de produtos orgânicos de origem vegetal (CAMARGO, C. P.; PESSOA, M. C. P. Y.; SILVA, A. S. 2002).

A projeção da produção de grãos de soja para a safra de 2024 a estimativa é chegar a valer 211,3 milhões de dólares, o que representa um acréscimo acima de 11,5% em relação à produção de 2019/2020. De acordo, com as tendências do agronegócio do país, a produção de orgânicos se concentrará cada vez mais na região central do Brasil e possui ótimas perspectivas de crescimento (CIORGÂNICO, 2021).

#### **3.2 Adubos e condicionadores de solos permitidos no sistema orgânico de produção**

A Instrução Normativa Nº 007, de 17 de maio de 1999, caracteriza no anexo II que os adubos e condicionadores de solos permitidos podem ser da própria unidade de produção, fora da unidade de produção ou somente se visto a real necessidade da utilização destes fertilizantes, essa aferição da necessidade é realizada através de laudos de análise de solo, vale ressaltar que a utilização de todos

os insumos deve estar livre de contaminantes e usados somente se a certificadora autorizar seu uso.

Segundo a instrução normativa N° 007, de 17 de maio de 1999 para os fertilizantes permitidos da própria unidade de produção (desde que livres de contaminantes) podem ser empregados na prática de fertilização: Compostos orgânicos, vermicomposto, esterco de animais seja eles sólido ou líquido e biofertilizantes.

Aos fertilizantes obtidos fora da unidade de produção, seu uso deverá ser praticado se autorizados pela certificadora e também se constatado a necessidade de utilização do adubo e do condicionador, através de análise química de solo, e se os mesmos estiverem livres de substâncias tóxicas. Os fertilizantes que podem ser empregados nesta modalidade são os termofosfatos, referente aos adubos potássicos poderão serem empregados o sulfato de potássio, sulfato duplo de potássio e magnésio, este de origem mineral natural, sulfato de magnésio, ácido bórico (quando não usado diretamente nas plantas e solo), carbonato, como fonte de micronutrientes e guano (INSTRUÇÃO NORMATIVA N° 007, DE 17 DE MAIO DE 1999, 1999).

### **3.3 Remineralizadores**

Os remineralizadores de solo, são empregados na fertilização de solos, voltado para adubação agrícola por meio da aplicação de rochas moídas, os remineralizadores são fabricados através da trituração de rochas em diferentes granulometrias que são aplicados ao solo (VELOSO, 2020).

Remineralizador ou pó de rocha ajudam na recomposição de minerais nos solos, melhorando os índices de fertilidade com menor custo, geralmente ela é empregada como complemento da adubação química em sistemas de cultivo convencionais, porém no sistema de plantio orgânico ela pode ser empregada junto com outros fertilizantes alternativos afim de suprir os solos com os minerais perdidos pela extração dos cultivos (OLIVI; PIMENTA, 2017).

Quanto ao tempo de solubilização os dados apresentados por Silveira e Campos (2017) inferem que a utilização de pós de rocha resulta em um aumento na

fertilidade dos solos bem como um melhor desenvolvimento da área foliar e além de apresentar um efeito residual a longo prazo por ser de baixa solubilidade no ambiente.

Segundo Schmidt *et al.* (2019) buscou estudar a utilização de pó de rocha para manter as produtividades satisfatórias na cultura da soja e constatou que a dose de 2 toneladas de pó de rocha resultou em maior número de vagens com três grãos em apenas 1 ano de cultivo, diante destes fatos observa-se a utilização de pós como meio promissor, visando diminuir gastos com outros fertilizantes minerais.

### **3.4 O uso da rochagem na remineralização dos solos e efeito residual**

Considerada como uma técnica promissora, para a redução da dependência por importação de matéria prima para fabricação de fertilizantes, a utilização de pós de rocha somam como mais uma alternativa, para serem utilizadas no sistema orgânico de produção, pois, foram reconhecidos e inseridos na legislação brasileira pela Lei Nº 12.890, de 10 de dezembro de 2019 (BRASIL, 2013), a qual alterou e atualizou a antiga lei Nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980 (BRASIL, 1980), sendo definidos como “material de origem mineral que tenham sido reduzidos e classificados por processos físicos para sua produção e que altere e adicionem índices de fertilidade de solos (BRASIL, 2013).

A técnica de remineralização vem sendo utilizada a décadas principalmente pela aplicação de calcário diretamente ao solo, que apresenta ótimos teores de carbonato de cálcio (calcário calcítico) ou carbonato de cálcio e magnésio (calcário dolomítico) e pós de basalto que também são utilizados devido a sua composição por minerais silicatos que fornecem silício ao sistema (THEODORO, 2000; SOUZA, 2019).

O estudo realizado por Silveira e Campos (2017) no artigo Uso de pó de Basalto e rocha fosfatada como remineralizadores em solos intensamente intemperados, evidencia que no ponto de vista da geoquímica os remineralizadores podem disponibilizar os macronutrientes necessários para as plantas já no primeiro ano de plantio, em contra partida SOUZA (2014), no artigo o potencial de agrominerais silicáticos como fonte de nutrientes na agricultura tropical, apresentam conclusões que indicam a disponibilização de nutrientes é variável de acordo com o tipo de rocha, da origem do material, sua composição química e mineralógica; pH, composição da solução e condutividade hidráulica do solo.

Embora forneçam menos nutrientes a um curto prazo em relação a fontes solúveis convencionais, os remineralizadores possuem poder residual ao solo (RESENDE et al., 2006; ALOVISI et al., 2020), e são capazes de fornecer os macronutrientes nutrientes essenciais para o desenvolvimento de plantas por um período de até cinco anos após sua aplicação e incorporação ao solo em aplicação única (SOUZA, 2019).

## 4 MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Caracterização do local do estudo

O experimento foi conduzido na área experimental na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Dois Vizinhos, localizada na região Sudoeste do Estado do Paraná, as coordenadas geográficas são compostas por latitude 25°41'32" S e longitude 53°05'42" W, em uma altitude de 526 metros. O solo da área é do tipo Latossolo Vermelho distroférico típico, com textura argilosa contendo teores de argila acima de 650 g/Kg (EMBRAPA, 2018) e os resultados da análise química realizada em pré-plantio estão apresentados na Tabela 1, para as camadas de 0 a 10 cm de profundidade.

Tabela 1: Resultado de análise química do solo da área de ensaio, na camada de 0 a 10 cm de profundidade, coletada em pré-plantio.

Profundida de cm	<b>P - Resina</b>	<b>pH</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>
	Fósforo mg dm <sup>-3</sup>	pH CaCl <sub>2</sub>	Potássio mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	Cálcio mmol <sub>c</sub> /dm <sup>-3</sup>	Magnésio mmol <sub>c</sub> /dm <sup>-3</sup>
0-10	15	26	5.6	1.2	63
	<b>Al</b>	<b>SB</b>	<b>CTC</b>	<b>V</b>	<b>H+Al</b>
	Alumínio mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Soma de bases mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Cap. De troca de cat. mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	Saturação de bases %	Ac.Potencial mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>
0-10	34	87,2	121,2	72	23

Fonte: Autoria própria, 2022.

O clima de região é classificado segundo Köppen como Cfa: subtropical, temperatura média no mês mais frio inferior a 18 °C e temperatura média no mês mais quente acima de 22 °C (ALVARES et al., 2013).

A área experimental está sob condução do sistema de plantio direto há mais de 10 anos e agora está sob sistema de plantio direto orgânico de grãos, com a culturas da soja (*Glycine max.*) no verão e no inverno sob aveia preta (*Avena strigosa*) e nabo-forrageiro (*Raphanus sativus L.*).

## 4.2 CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

### 4.2.1 Semeadura da Aveia, Nabo forrageiro e Manejo de Palha

A semeadura da aveia preta (*Avena strigosa*) e nabo-forrageiro (*Raphanus sativus L.*) é realizada na primeira quinzena nos meses de março de cada ano, com uma mistura entre as culturas, na forma de mix, com uma quantidade de 60 Kg de sementes por hectare de aveia e 10 Kg de sementes por hectare de Nabo-Forrageiro, sem adubação de base. Para a semeadura das culturas é utilizada semeadura de arrasto da marca Semeato®, identificada pelo modelo SHM 11/13, com dosador do tipo mecânico e sulcador de adubo do tipo disco duplo, constituída de 11 linhas de semeadura, com espaçamento entre linhas de 0,17 m, a velocidade de semeadura é entorno de 5,0 Km h<sup>-1</sup> com uma profundidade das sementes em torno de 2,0 cm.

Durante o crescimento e desenvolvimento das culturas não é feito nenhum tipo de manejo para pragas, doenças e práticas de adubação, deixando as plantas se desenvolverem e extraírem do solo os nutrientes necessários para seu crescimento de forma natural, a principal entrada de fertilizantes no sistema é via tratamentos experimentais que foram aplicados a lanço.

As plantas de cobertura de inverno são tombadas por implemento rolo faca de arrasto ao atingirem a fase de florescimento, visando evitar a formação de semente e para homogeneizar a palhada ao sistema, obtendo uma cobertura uniforme para o posterior plantio da cultura de verão.

### 4.2.2 Semeadura da Soja e tratos culturais

A semeadura da soja foi realizada na segunda quinzena de setembro, período de acordo com o zoneamento agrícola para a região sudoeste do estado do Paraná que varia entre 13 de setembro a 31 de janeiro. Foi utilizada uma semeadoura-adubadora de arrasto, marca Kuhn®, modelo PG PRIME 9®, com dosador de sementes Precision Planting VSet 2 e dosador de adubos por engrenagens, sulcador

do tipo disco, o espaçamento entre linhas utilizado foi de 0,45 cm, com 8 linhas de semeadura.

A cultivar utilizada foi a BRS 511<sup>®</sup> da Embrapa, uma cultivar de soja convencional voltada ao experimento para a produção de soja orgânica, possui a tecnologia Shield que confere maior resistência genética a ferrugem asiática que é uma importante ferramenta para retardar o avanço da doença no campo. As sementes apresentavam um potencial de germinação de 90%, a semeadoura foi regulada para obtermos um estande mínimo de 310.00 mil plantas ha<sup>-1</sup>, ou 14 plantas por metro linear.

Os tratos culturais para o sistema de produção orgânica devem serem utilizados de acordo com a legislação prevista, porém na área experimental não foi necessária adoção de tratamento para pragas e doenças. A cultura entrou em maturidade fisiológica naturalmente até o ponto de colheita a campo, onde apresentava umidade adequada para se realizar a coleta dos ensaios experimentais.

#### **4.2.3 Aplicação dos fertilizantes e remineralizadores**

A única forma de entrada de fertilizantes na área experimental se deu pela aplicação dos protocolos experimentais, onde cada parcela teve um tratamento designado conforme o que foi proposto.

As aplicações dos tratamentos se deram pela modalidade a lanço de forma manual sob cada parcela descrita no croqui da área, o período de realização das aplicações ocorreu antes da cultura da aveia ou depois da cultura de verão, onde a área se encontrava em pousio.



## 5 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos consistiram na utilização de 6 fontes de potássio (Tabela 1) ou fosforo, alternativas para o sistema orgânico de produção, incluído elas: Ekosil® (8% de K<sub>2</sub>O), Potasil® (12% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), sulfato de potássio (48% de K<sub>2</sub>O), composto orgânico (2,28% DE K<sub>2</sub>O e P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), fosfato natural (10% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e Yoorin® (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), essas fontes foram aplicadas individualmente ou combinadas entre si, a dosagem de aplicação foi de 100 Kg/ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 100 Kg/ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ou 50 Kg/ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 50 Kg/ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e testemunha sem a adição de K e P, (Tabela 2).

**Tabela 1.** Produtos empregados nos tratamentos e suas formulações, UTFPR, Dois Vizinhos – PR (2022).

Fonte	Material de origem	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	K <sub>2</sub> O (%)
1	EKOSIL® Rocha silicatadas de origem vulcânica.	0	8
2	POTASIL® Rocha silicatadas de origem vulcânica.	0	12
3	POTÁSSIO Origem mineral.	0	48
4	COMPOSTO ORGÂNICO Compostagem de resíduos, animais e vegetais	2,28	2,28
5	FOSFATO NATURAL Rocha fosfórica.	10	0
6	YOORIN® Rocha fosfática (termofosfato)	18	0
7	TESTEMUNHA	0	0

Fonte: Autoria própria, 2022.

**Tabela 2.** Relação e designação dos tratamentos. UTFPR, Dois Vizinhos – PR (2020).

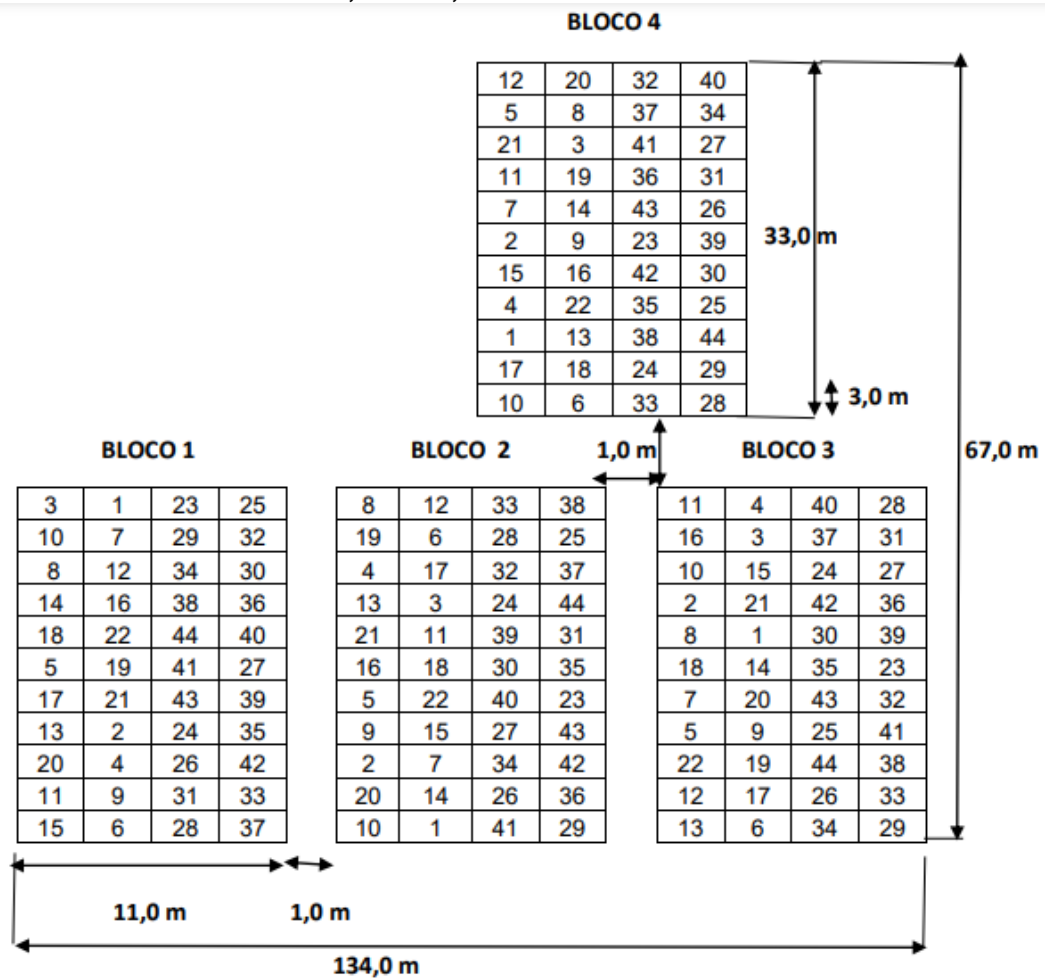
Tratamentos	Fontes de fósforo e potássio	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (Kg/ ha <sup>-1</sup> )	K <sub>2</sub> O (Kg/ ha <sup>-1</sup> )
23	EKOSIL		100
24	EKOSIL	YOORIN	100
25	EKOSIL	F. NATURAL	100
26	EKOSIL	SULF. K	100
27	EKOSIL	COMPOSTO	50
28	EKOSIL	POTASSIL	100
29	POTASIL		100
30	POTASIL	YOORIN	100
31	POTASIL	F. NATURAL	100
32	POTASIL	SULF. K	100
33	POTASIL	COMPOSTO	50
34	SULF. K		100
35	SULF. K	YOORIN	100
36	SULF. K	F. NATURAL	100
37	SULF. K	COMPOSTO	50

38	COMPOSTO		100	100
39	COMPOSTO	YOORIN	100	50
40	COMPOSTO	F. NATURAL	100	50
41	YOORIN		100	
42	YOORIN	F. NATURAL	100	
43	F. NATURAL		100	
44	TESTEMUNHA			

Fonte: Autoria própria, 2022.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso, com 22 tratamentos, cada qual com quatro repetições, totalizando 88 unidades experimentais (Figura 1), os tratamentos avaliados para este experimento foram do 23 ao 44.

Figura 1 - Croqui do experimento em delineamento de blocos ao acaso, em função das fontes de fósforo e potássio, os tratamentos utilizados para avaliações foram entre o 23 ao 44, UTFPR, Dois Vizinhos – PR. 2022.



Fonte: Autoria própria, 2022.

As parcelas consistiam em 13 metros de comprimento e 3 metros de largura com um total de 33 m<sup>2</sup> cada, que foram constituídas em 6 fileiras de soja com 13 metros de comprimento, com espaçamento entre linha de 0,45 m, com espaçamento entre plantas de 0,14 m na linha. A área útil de cada parcela foi composta das duas fileiras centrais, eliminando as duas fileiras em cada uma das extremidades e 2 metros em cada uma das extremidades em comprimento, totalizando 8,1 m de área útil.

As avaliações de rendimento de grãos foram realizadas nas plantas de soja encontradas em estágio de maturação R 7.0, com a coleta de duas linhas de 2,72 m no ano de 2020/2021 e duas linhas de 4 m na safra de 2021/2022. Após a coleta, foram realizadas as avaliações de componentes de rendimento, com a produtividade total da parcela, massa de mil grãos e umidade, a produtividade e massa de mil grãos foram corrigidos para a umidade de 13%. E para se quantificar a massa de mil grãos foi usando 3 repetições de 100 sementes por parcela.

As coletas de análises de solo foram efetuadas após a primeira aplicação de fertilizantes e primeiro cultivo de soja orgânico, as profundidades amostradas foram nas camadas de solo entre 0,0 a 0,1 m e 0,1 a 0,2 m, com um ponto amostral por parcela de tratamento, a coleta foi realizada com pá de corte, e as amostras foram embaladas, identificadas e enviadas ao laboratório para posterior análise química.

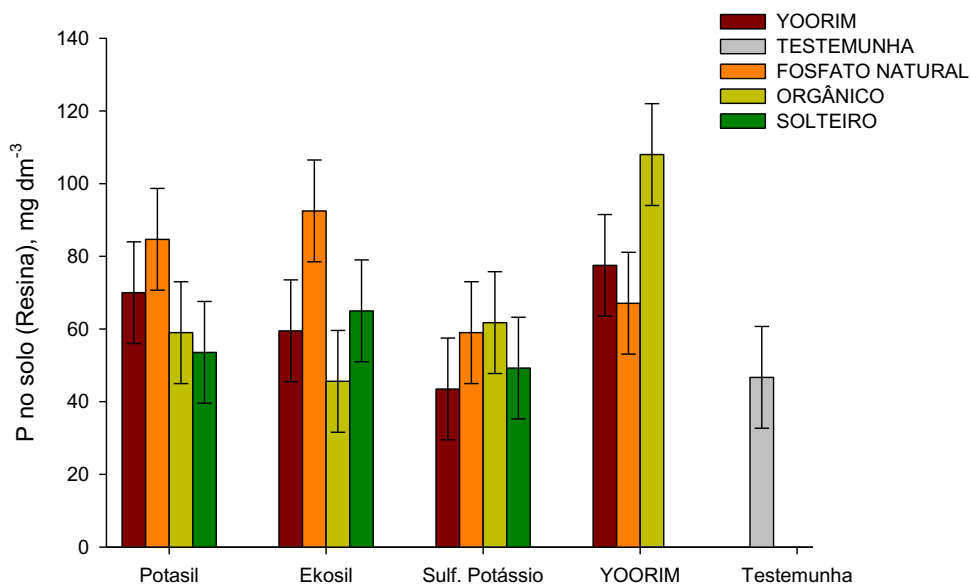
Os resultados serão submetidos a análises de variância pelo teste F a um nível de significância de 5% de probabilidade, as médias de efeito qualitativo serão comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e de efeito quantitativo realizando análises de regressão polinomial.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 6.1 Fósforo

Os resultados da Figura 2, indicam que houve diferença significativa quanto aos teores de P observados na profundidade de 0,0 a 0,1 m. As fontes de fertilizantes empregadas, que apresentaram os maiores teores no solo foram os compostos por: Termofosfato Yoorin® com composto orgânico ( $110 \text{ mg/dm}^{-3}$ ), remineralizador Ekosil® com fosfato natural ( $94 \text{ mg/dm}^{-3}$ ) e remineralizador Potasil® com fosfato natural ( $85 \text{ mg/dm}^{-3}$ ), que se diferenciaram estatisticamente em relação aos demais tratamentos com teores iguais ou menores a  $55 \text{ mg/dm}^{-3}$  de P, como é o caso da testemunha ( $0,45 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ).

**Figura 2 - Médias de fontes de fosforo e seus teores no solo na profundidade de 0,0 – 0,1 m.**

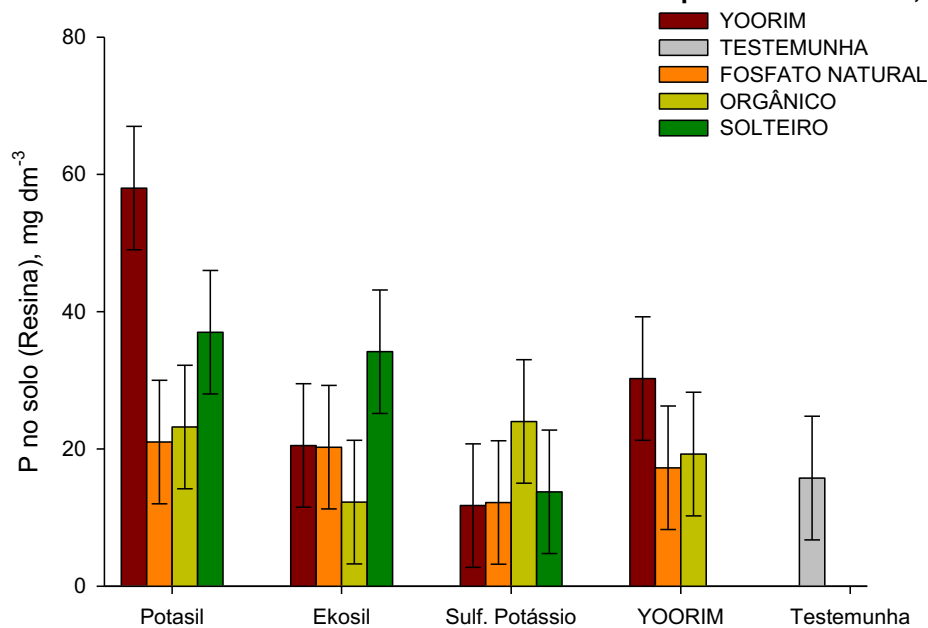


Fonte: Autoria própria, 2022.

Os teores de P nos tratamentos, apresentaram valores entre  $41$  a  $80 \text{ mg/dm}^{-3}$  e acima de  $80 \text{ mg/dm}^{-3}$  de P resina, que por vez são classificados em níveis alto, e muito alto, respectivamente, na Figura 2 podemos observar que os tratamentos com menores médias avaliadas, confirmam teores de  $43 \text{ mg/dm}^{-3}$ , como é o caso da testemunha, ou seja, indicam que mesmo as menores médias, se enquadram em um nível alto de fertilidade (SPIRONELLO *et al.*, 1997).

A profundidade entre 0,1 a 0,2 m (Figura 3), podemos observar que houve diferença estatística entre os tratamentos, destacando os compostos por, remineralizadores Potasil® com termofosfato Yoorin® ( $59 \text{ mg/dm}^{-3}$ ), que se diferiram em relação aos demais tratamentos, seguido por remineralizador Potasil® solteiro ( $38 \text{ mg/dm}^{-3}$ ) e remineralizador Ekosil® solteiro ( $35 \text{ mg/dm}^{-3}$ ), que se diferenciaram em relação aos tratamentos com média igual ou menor que  $18 \text{ mg dm}^{-3}$  como é o caso da testemunha ( $18 \text{ mg dm}^{-3}$ ).

**Figura 3 - Médias de fontes de fosforo e seus teores no solo na profundidade de 0,1 – 0,2 m.**



Fonte: Autoria própria, 2022.

Sendo assim, os teores de P observados na camada 0,1 a 0,2 m variam entre  $16$  a  $40 \text{ mg/dm}^{-3}$  e acima de  $40 \text{ mg/dm}^{-3}$  de P, que foram classificados em níveis médio, e alto, respectivamente, apresentando também bons níveis de fertilidade, que implicam em boa capacidade do solo em suprir P para cultura, não limitando sua produtividade, porém, podemos notar diferença em relação as concentrações entre as camadas avaliadas, variando os níveis de fertilidade.

Sendo assim a diferença de concentração dos teores de P entre as camadas do solo podem denotar o comportamento e mobilidade do nutriente no perfil do solo (SCHERER; NESI; MASSOTTI, 2010), além da característica referentes aos fertilizantes empregados. Resultados que corroboram, são os estudados por Prior *et al.* (2009), que também encontraram maiores teores de P na camada superficial 0, a 0,1 m, com níveis decrescentes em função da profundidade.

Esses elevados teores na superfície podem estar relacionados com a forma de aplicação dos fertilizantes, em cobertura, e também pelas suas características, que conferem baixa solubilidade e liberação gradativa de nutrientes, que por sua vez possuem poder residual ao solo devido aos seus materiais de origem (RESENDE *et al.* 2006;).

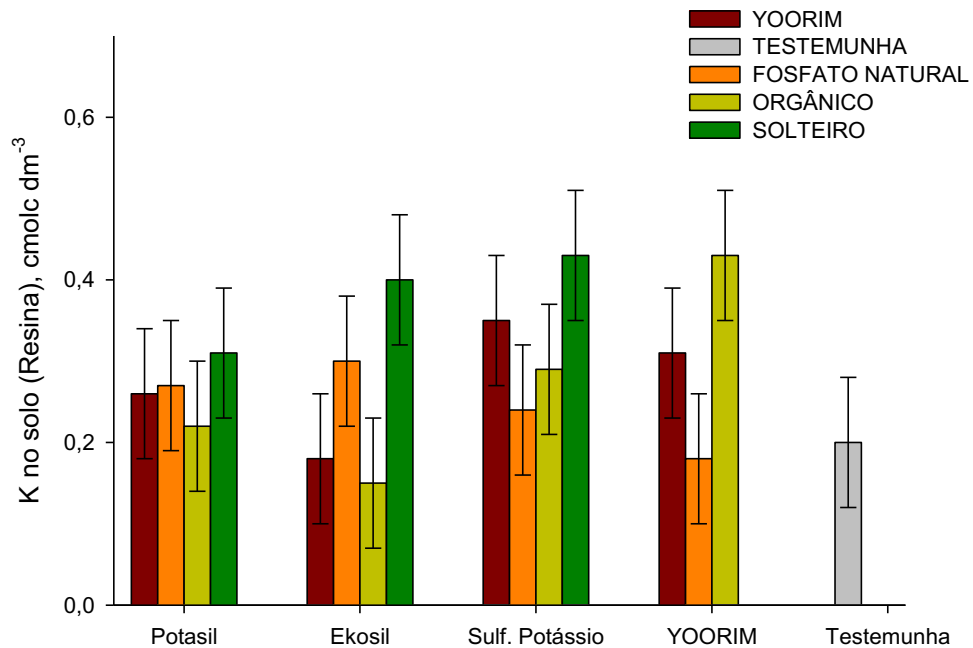
Para Silva (2010) esta resposta se deve ao fato deste nutriente ser imóvel ao solo, relacionado exclusivamente ao seu processo de fixação. As condições típicas do solo do estudado (Latosolos Vermelho distroférico típico, com textura argilosa) apresentam predomínio de óxidos de Fe e Al na fração argila, favorecendo a intensa fixação do P. Ambos fatores citados corroboram com o acúmulo de P na camada superficial, que foi exposta nas avaliações realizadas na Figura 2 e 3.

Esses resultados indicam que, dependendo da fonte de fertilizante empregado, podem ser alterados os níveis de P no solo, com resultados podendo ser ou positivos ou negativos conforme a fonte utilizada, características da fonte e tipo de solo. Entre as fontes avaliadas se destaca o termofosfato Yoorin® e fosfato natural, que se apresentaram como as fontes que melhor responderam em ambas as profundidades estudadas. Melo *et al.* (2005), em seu estudo conduzido sobre fontes de fósforo, no desenvolvimento e produção do cafeeiro em cerrado de Patrocínio - MG, o mesmo verificou que aos 41 meses as maiores produtividades obtidas, foram com a utilização de termofosfato magnésiano e fosfatos de Araxá e de Arad.

## 6.2 Potássio

Os resultados da Figura 4 indicam que houve diferença significativa quanto aos teores de K observados na profundidade de 0,0 a 0,1 m. As fontes de fertilizantes empregadas, que apresentaram os maiores teores no solo foram os compostos por termofosfato Yoorin® com composto orgânico e pelo sulfato de potássio solteiro, que se diferenciaram estatisticamente em relação aos demais tratamentos com teores iguais ou menores a  $0,37 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  de K, como é o caso da testemunha ( $0,20 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ).

Figura 4 - Médias de fontes de potássio e seus teores no solo na profundidade de 0,0 – 0,1 m.

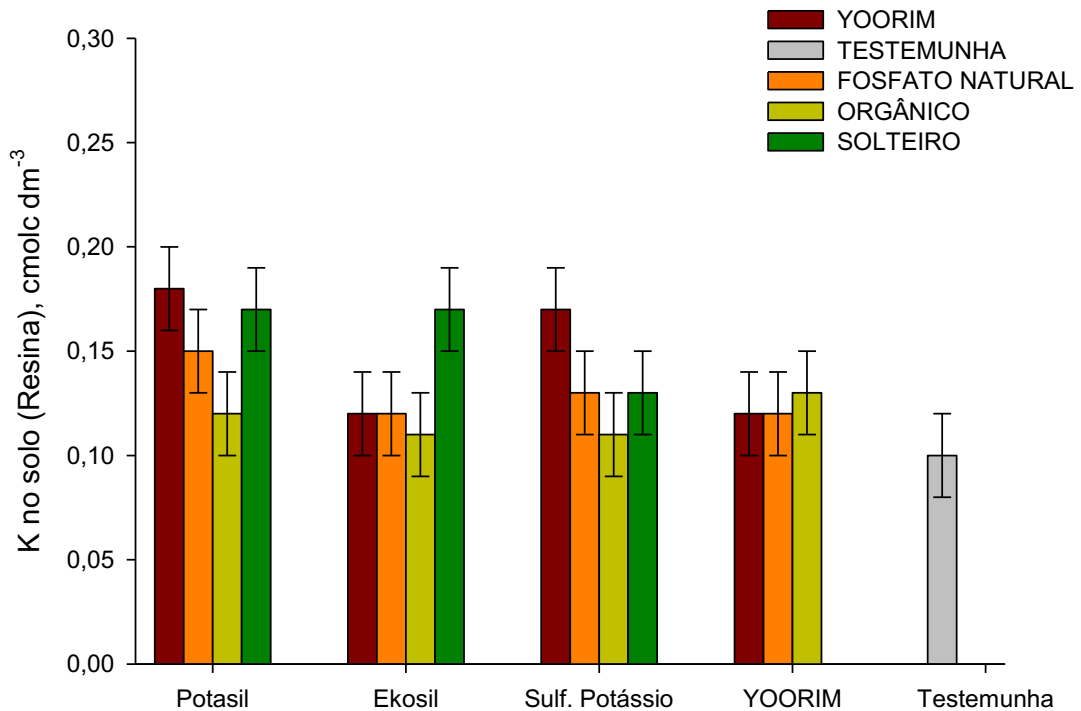


Fonte: Autoria própria, 2022.

Segundo Moreira *et al.* (2019) os teores observados na Figura 4, se enquadram em um nível de fertilidade entre 0,22 a 0,45 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, que foram classificados em nível alto, na camada de 0,0 a 0,1 m.

Seguindo a mesma linha de avaliação, na Figura 5, podemos visualizar os teores de K no solo entre 0,1 e 0,2 m de profundidade, e quantificar os tratamentos em relação as fontes utilizadas. Onde, as fontes compostas por remineralizador Potasil® solteiro (0,17 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), remineralizador Potasil® com termofosfato Yoorin® (0,18 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), remineralisador Ekosil® solteiro (0,17 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e sulfato de potássio com termofosfato Yoorin® (0,17 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), foram as maiores médias verificadas, que se diferiram em relação a testemunha (0,10 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e a todos os demais tratamentos que apresentaram médias iguais ou inferiores há 0,13 cmol<sub>c</sub> dm<sup>3</sup> de K no solo.

Figura 5- Médias de fontes de potássio e seus teores no solo na profundidade de 0,1 – 0,2 m.



Fonte: Autoria própria, 2022.

No que se refere a distribuição de K no perfil do solo, ao se comparar os tratamentos entre as profundidades de 0,0 a 0,1 m e 0,1 a 0,2 m, podemos verificar relações entre si, onde o teor de K trocável dos tratamentos compostos pelas fontes, com remineralizadores Ekosil® e Potasil® e sulfato de potássio, se mantiveram entre os maiores teores, em ambas as profundidades avaliadas. Entre as avaliações verificou-se na camada superficial (0,0 a 0,1 m) teores superiores em níveis de K (0,42 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), comparando-se com a camada 0,1 a 0,2 m (0,18 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), essas diferenças também foram obtidas por Costa *et al.* (2011), que verificaram em seu estudo que o K apresentou comportamento semelhante ao P e que a maior concentração foi observada na camada superficial do solo (0,0 a 0,1 m).

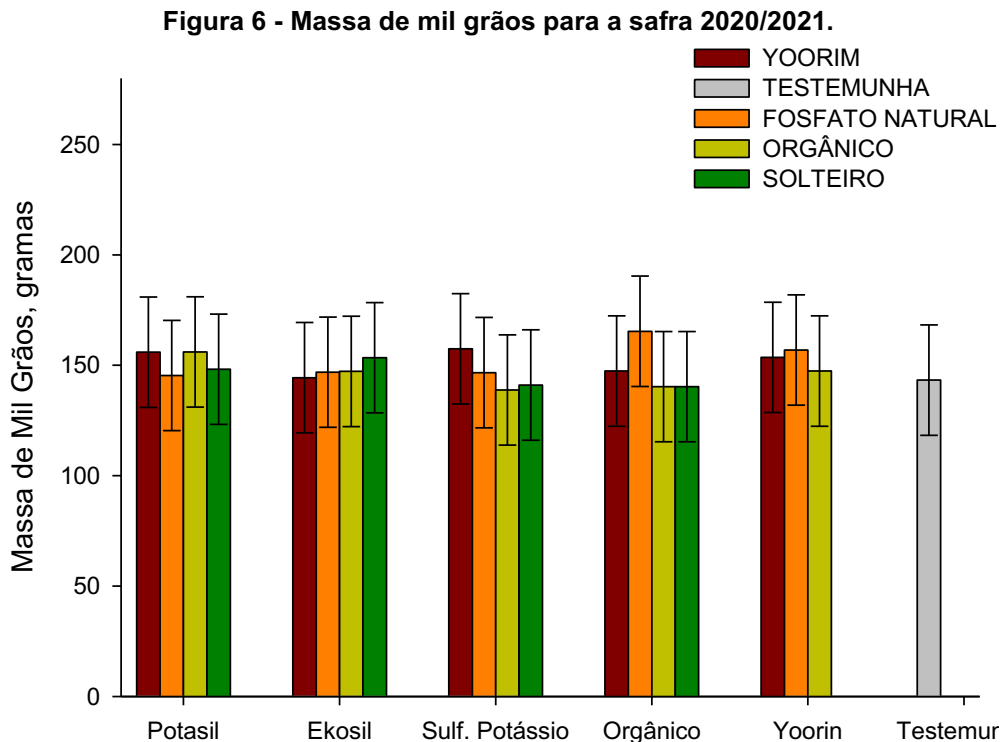
Sendo assim, o menor acúmulo de K em superfícies mais profundas resultam na formação de um gradiente de concentração, e estudos mostram que no sistema de plantio direto o acúmulo de nutrientes se dá pelas camadas superficiais do solo. Essa aptidão se explica pelo não revolvimento do solo e pela constante fertilização de cobertura que é realizada pelos tratamentos do experimento, sendo assim é notável a formação de um gradiente de concentração no perfil conforme a profundidade aumenta. (KLEPKER & ANGHINONI, 1995).



Esses resultados indicam que, as fontes de K respaldaram resultados positivos, alterando significativamente os níveis do nutriente no perfil do solo, entre as avaliações realizadas se destaca-se remineralizadores Ekosil® e Potasil®, e sulfato de potássio, que apresentaram os melhores teores em ambas as profundidades avaliadas.

### 6.3 Massa de mil grãos

Para a massa de mil grãos na análise estatística da Figura 6, não foi observado resultado significativo, conforme as diferentes fontes e doses utilizadas, as médias gerais obtidas na safra 2020/2021 foram de aproximadamente 155 gramas (g), valor este, menor que os valores indicados para esta cultivar especificada pelo detentor do registro (Embrapa), que especifica um peso de 1000 grãos de 185 g.

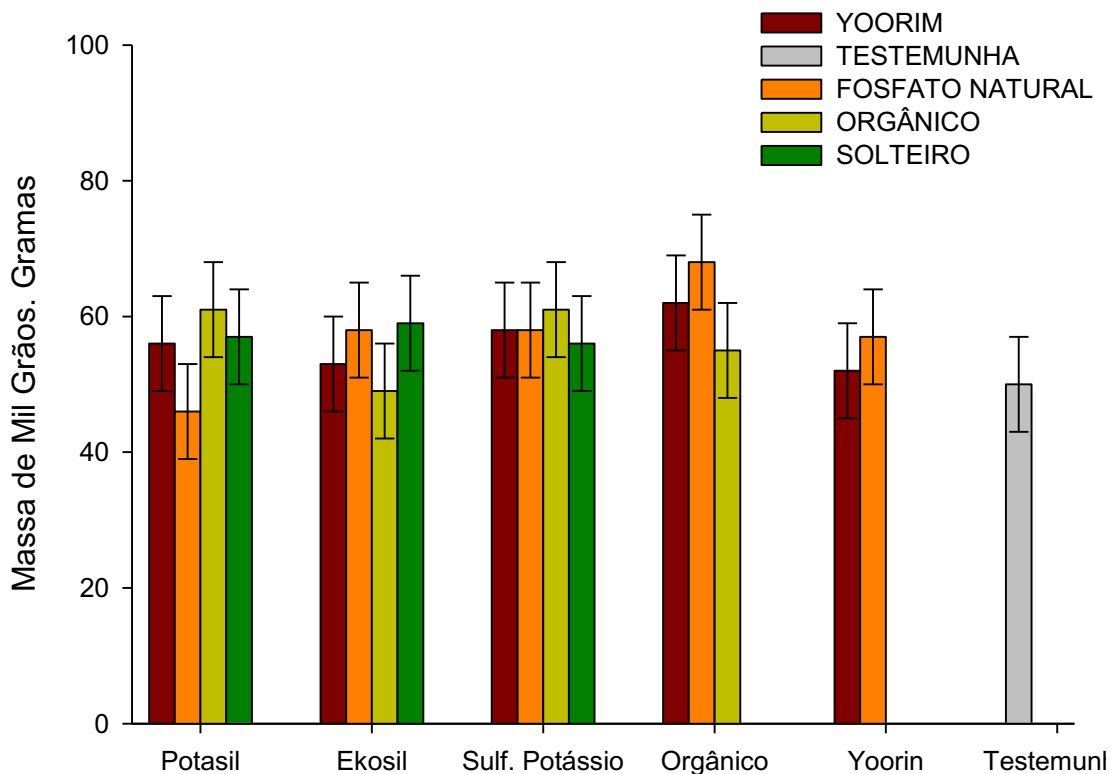


Fonte: Autoria própria, 2022.

Na safra de 2021/2022 (Figura 7), obtivemos diferença estatística referente ao peso de 1000 grãos, o tratamento com composto orgânico com fosfato natural se diferenciaram em relação a testemunha, e ao remineralizador Potasil® com fosfato

natural, porém, neste ano de avaliações, obtiveram-se médias muito inferiores as coletadas na safra 2020/2021, com um peso médio de 1000 grãos de 55 g, essa redução ocorreu devido a uma forte estiagem que atingiu a região, a qual persistiu por todo o ciclo produtivo da cultura, sendo esta, fortemente afetada pelas altíssimas temperaturas e baixa umidade do solo, que comprometeram os resultados das avaliações para este ano.

**Figura 7 – Massa de mil grãos da safra 2021/2022.**

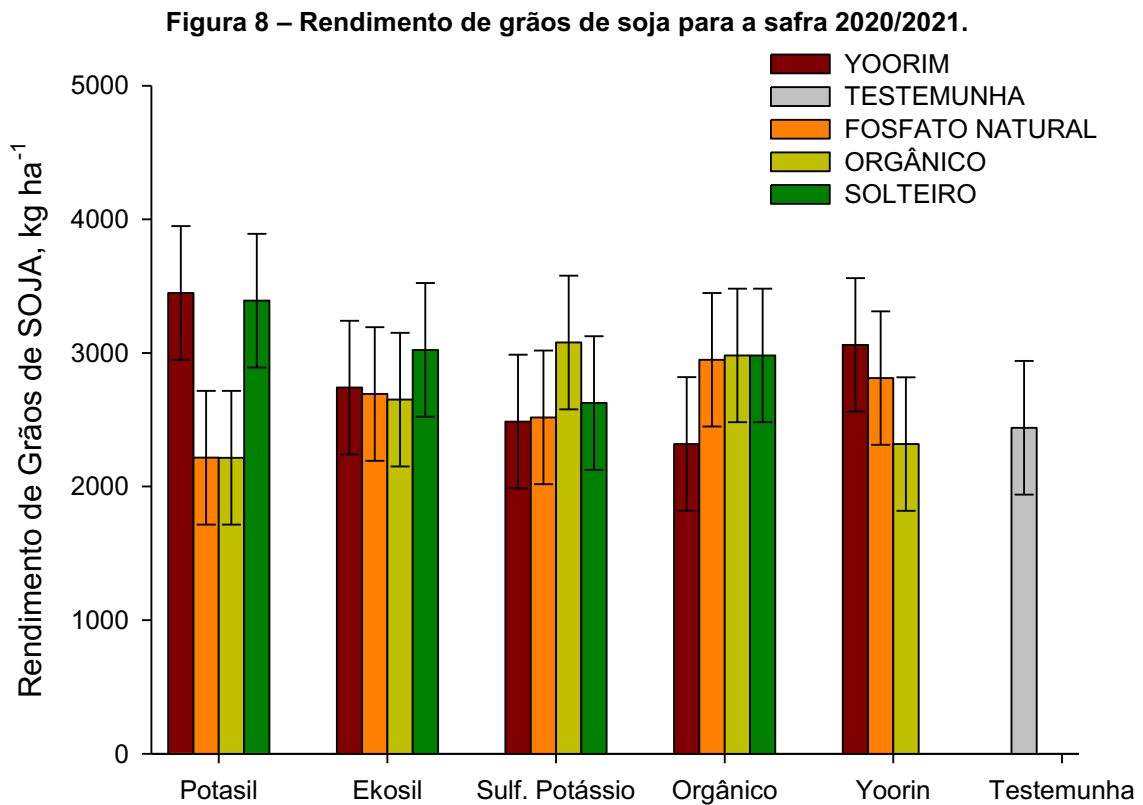


Fonte: Autoria própria, 2022.

#### 6.4 Produtividade

Na Figura 8, observa-se que a produtividade de grãos de soja para a safra 2020/2021 não apresentou significância para as doses e fontes de termofosfato, remineralizadores e compostos aplicados, resultados obtidos nesta safra podem ser explicados pelas fontes empregadas na fertilização, pois o solo apresenta bons índices de fertilidade, e tende a manter estáveis as concentrações nutricionais nas plantas, não as limitando, sendo assim, resultando baixa variação em produtividade na cultura (LEITE et al. 2017).

Portanto níveis de respostas tendem a serem menores, visto que a resposta da cultura ao fertilizante é dependente do atual nível de fertilidade do solo. Resultados que corroboram foram os obtidos por Araujo *et al.* (2017), que as doses de remineralizadores e fontes orgânicas utilizados, não respaldaram efeito significativo em produtividade em solos com alta fertilidade construída.

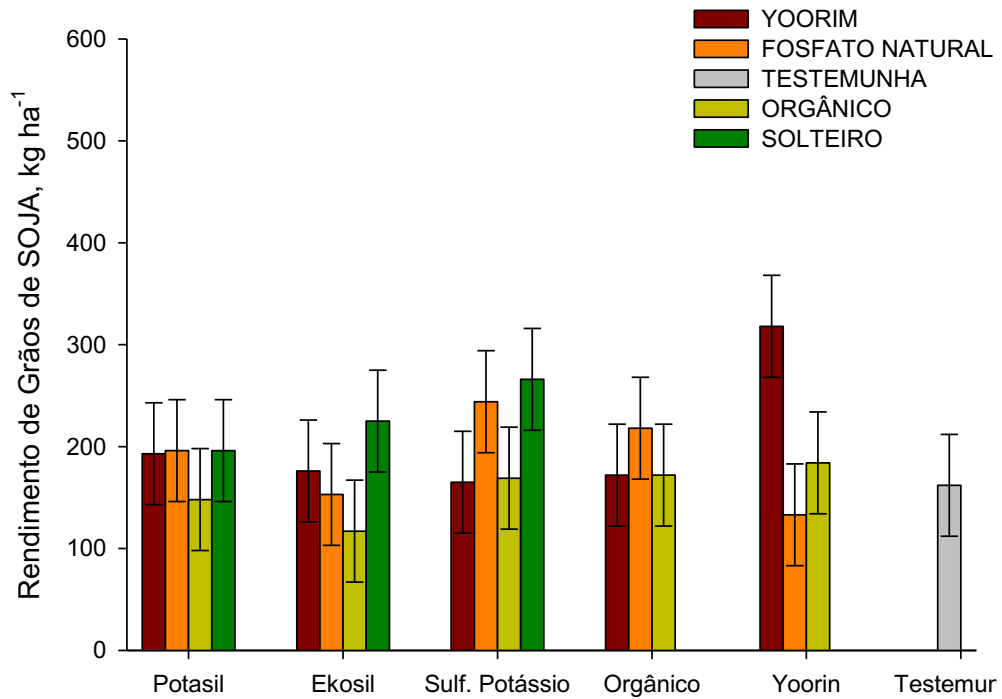


Fonte: Autoria própria, 2022.

Na Figura 9, podemos observar que a produtividade de grãos de soja para o segundo ano de avaliação (2021/2022), apresentou comportamento significativo, as fontes testadas se diferiram, se constatou que as doses de termofosfato Yoorin® (310 Kg/há<sup>-1</sup>), obteve o maior rendimento em comparação as demais, como por exemplo a testemunha (170 Kg/ha<sup>-1</sup>). Porém, observamos drástica redução na produtividade das parcelas, relacionadas com o constante estresse hídrico durante seu ciclo, até a amostragem a campo, desta forma, prejudicando o desenvolvimento e crescimento da cultura, e possivelmente, indisponibilizando nutrientes para as plantas por falta de umidade, diminuindo assim, a extração de P e K do solo.

Para Malavolta (1980), o estresse hídrico no desenvolvimento e crescimento nos períodos vegetativos, diminuem o crescimento da planta, área foliar e o rendimento de grãos, esses efeitos comprometeram os resultados obtidos nesta safra.

**Figura 9 – Rendimento de grãos de soja para a safra 2021/2022.**



**Fonte: Autoria própria, 2022.**

## 7 CONCLUSÃO

Considerando os objetivos propostos para o trabalho, e ao analisarmos os resultados obtidos no estudo, pode-se concluir que:

Observa-se ganhos com uso de fontes de baixa solubilidade no rendimento de grãos de soja, com o termofosfato Yoorin®.

A aplicação de termofosfato Yoorin®, fosfato natural e o composto orgânico resultaram em um maior acúmulo de P na camada 0,0 a 0,1 m e somente o termofosfato Yoorin® resultou maior acúmulo de P na camada 0,1 a 0,2 m.

A aplicação de remineralizadores Potasil®, Ekosil® e sulfato de potássio solteiros, resultaram, em um maior acúmulo de K nas camadas de 0,0 a 0,1 e 0,1 a 0,2 m de profundidade.

As fontes de P e K utilizadas são formas menos disponíveis ao sistema produtivo a curto prazo, sendo assim, disponibilizando nutrientes com o decorrer do tempo e em forma gradual. De modo que serão necessárias futuras avaliações para realmente verificar o comportamento produtivo dos tratamentos.

## 8 REFERÊNCIAS

ALOVISI, A.M.T. et al. Rochagem como alternativa sustentável para a fertilização de solos. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, p. 918 - 932, 2020.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONCALVES, J. L. M.;

ARAUJO, Vanessa Fernandes *et al.* Efeito da utilização de remineralizadores na produção de morangueiro e a dinâmica de nutrientes em área de elevada fertilidade construída: a. In: 3º CONGRESSO BRASILEIRO DE ROCHAGEM, 3., 2017, Pelotas. **3º Congresso Brasileiro de Rochagem**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017. p. 299-303. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/165964/1/Carlos-Augusto10-Livro-rochagem.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2022.

BRASIL. Constituição (1980). Dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes, estimulantes ou biofertilizantes, destinados à agricultura, e dá outras providências. **Lei Nº 6.894, de 16 de Dezembro de 1980**. Brasília: Diário Oficial da União, v. 7, n. 1, Seção 1, p. 228-228.

BRASIL. Constituição (2013). Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013. Altera a Lei nº 6.894, de 16 de dezembro de 1980, para incluir os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado à agricultura, e dá outras providências.. **Lei Nº 12.890, de 10 de Dezembro de 2013**. 1. ed. Seção 1, p. 1-1.

BRITO GONÇALVES, Joanisval *et al.* Elaboração do Plano Nacional de Fertilizantes 2050: Potássio. In: **Elaboração do Plano Nacional de Fertilizantes 2050: Potássio**. 1. 1. ed. Brasília: Brasil. Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos, 2021.

Disponível em: <https://static.poder360.com.br/2022/03/plano-nacional-de-fertilizantes-brasil-2050.pdf>. Acesso em: 15 maio 2022.

CAMARGO, C. P.; PESSOA, M. C. P. Y.; SILVA, A. S. Qualidade e Certificação de Produtos Agropecuários. **Embrapa Informação Tecnológica. Brasília**, DF. 2002 Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/927385/qualidade-e-certificacao-de-produtos-agropecuarios>. Acesso em: 28 jul. 2021.

CIORGÂNICO. **Cresce a produção orgânica no mundo**. 2021. Disponível em: <https://ciorganicos.com.br/noticia/cresce-a-producao-organica-nomundo/#:~:text=O%20mercado%20org%C3%A2nico%20global,%2C3%20bilh%C3%B5es%20de%20euros>. Acesso em: 28 jul. 2021.

Conab. **Produção de grãos na safra 2021/22**. 2022. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4494-nova-estimativa-aponta-para-uma-producao-de-graos-na-safra-2021-22-em-268-2-milhoes-de-toneladas/#:~:text=A%20produ%C3%A7%C3%A3o%20brasileira%20de%20gr%C3%A3os,a%20mais%20a%20serem%20colhidas>. Acesso em: 09 maio 2022.

COSTA, M. S. S. M.; PIVETTA, L. A.; COSTA, L. A. M.; PIVETTA, L. G.; CASTOLDI, G. Atributos físicos do solo e profundidades do milho sob sistemas de manejo e

adubações. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, V. 10, p. 812 – 815, 2011a.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. Brasília, p. 356, 2018.

FILHO, Paulo Faveret; *et al.* Agricultura Orgânica: Quando o passado é o futuro. BNDS Setorial, Rio de Janeiro, n. 15, p. 3-34 mar. 2002.

INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 007, DE 17 DE MAIO DE 1999. Instrução Normativa nº 007, de 17 de maio de 1999. **Instrução Normativa Nº 007, de 17 de maio de 1999**. Distrito Federal, DF, 19 maio 1999. Disponível em: <https://www.agrisustentavel.com/leis/instru7.html> Acesso em: 16 jul. 2021.

KLEPKER, D. & ANGHINONI, I. **Características físicas e químicas do solo afetadas por métodos de preparo e modos de adubação**. R. Bras. Ci. Solo, 19:395-401, 1995.

LEITE, R. D. C.; CARNEIRO, J. S. D. S.; FREITAS, G. A. De.; CASALI, M. E.; SILVA, R. R Da. Adubação fosfatada na soja durante três safras consecutivas na nova fronteira agrícola brasileira. **Revista Scientia Agraria**, v. 18, n. 4, p. 28-35, 2017.

MALAVOLTA, E. **Nutrição mineral e adubação da soja**. Piracicaba: ESALQ, 1980. 40p.

MELAMED, R., GASPAR, J.C. MIEKELEY, N. **Pó-de-rocha como fertilizante alternativo para sistemas de produção sustentáveis em solos tropicais**. In: LAPIDOLOUREIRO, F.E. MELAMED, R. FIGUEIREDO NETO, J. (Ed.). Fertilizantes agroindústria e sustentabilidade. Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2009. p. 385– 395.

MELO, Benjamim de *et al.* **Fontes e doses de fósforo no desenvolvimento e produção do cafeeiro, em um solo originalmente sob vegetação de cerrado de Patrocínio - MG**. 2005. 7 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciência e Agrotecnologia, Universidade Federal de Uberlândia, Patrocínio, 2005. Cap. 1. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/P4f8yrvhv4HMFLx9kCrr7Sn/?lang=pt>. Acesso em: 14 jun. 2022.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. INSTRUÇÃO NORMATIVA nº Nº 64, de 18 de dezembro de 2008. INSTRUÇÃO NORMATIVA. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 64, DE 18 DE DEZEMBRO DE 2008**: Aprovar o Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal, Brasília: GABINETE DO MINISTRO, p. 10-20, 2008. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/instrucao\\_normativa\\_num64\\_de\\_18\\_dezembro\\_2008\\_000g0kwipmd02wx5ok026zxpgygu2tcm.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/instrucao_normativa_num64_de_18_dezembro_2008_000g0kwipmd02wx5ok026zxpgygu2tcm.pdf). Acesso em: 15 maio 2022.

MOREIRA, Adônis *et al* (org.). **Manual de Adubação e Calagem Para o Estado do Paraná**. 2. ed. Curitiba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2019. 289 p.

OLIVI, João Batista; PIMENTA, Izadora. **Pó de rocha condiciona o solo, substitui adubação química e reduz custos**. 2017. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/videos/agronegocio/186303-po-de-rochasubstitui-adubacao-quimica.html#.YQdg3kRKi1s>. Acesso em: 01 ago. 2021.

PANTANO, G. et al. **Sustentabilidade no uso do Fósforo**: uma questão de segurança hídrica e alimentar. *Química Nova*, v. 39, n. 6, p. 732–740, 2016.

PRIOR, M.; SMANHOTTO, A.; SAMPAIO, S. C.; NOBREGA, L. H. P.; OPAZO, M. A. I.; DIETER, L. Acúmulo e percolação de fósforo no solo devido a aplicação de água residuária de suinocultura na cultura do milho, (*Zea mays L.*). **Pesquisa Aplicada & Agroecologia**, Guarapuava, V. 2, n. 1, p. 89 – 96, 2009.

RESENDE, Á.V. DE et al. **Rochas como fontes de potássio e outros nutrientes para culturas anuais**. *Espaço & Geografia*, v. 9, n. 1, p. 135 - 161, 2006.

RESENDE, Alvaro Vilela de; FURTINI NETO, Antonio Eduardo; ALVES, Vera Maria Carvalho; MUNIZ, Joel Augusto; CURI, Nilton; FAQUIN, Valdemar; KIMPARA, Daniel Ioshiteru; SANTOS, José Zilton Lopes; CARNEIRO, Leandro Flávio. Fontes e modos de aplicação de fósforo para o milho em solo cultivado da região do Cerrado.

**Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S.L.], v. 30, n. 3, p. 453-466, jun. 2006. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832006000300007>.

SCHERER, E.; NESI, C. N.; MASSOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos de suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, V. 34, p. 1380-1385, 2010.

SCHMIDT, Ketelyn Eduarda et al. **UTILIZAÇÃO DO PÓ DE ROCHA EM SUBSTITUIÇÃO A ADUBAÇÃO MINERAL TRADICIONAL NA CULTURA DA SOJA NO NOROESTE DO ESTADO RS**. 2019. Disponível em: <http://conferencia.uergs.edu.br/index.php/IXSIEPEX/IXSIEPEX/paper/viewFile/3744/933>. Acesso em: 01 ago. 2021.

SILVA, M. A. V.; FERREIRA, W. P. M.; ANDRADE, V. M. S.; ARAUJO, S. G. A. Época de semeadura do milho para a região de Sete Lagoas, MG, baseada na probabilidade de ocorrência de períodos secos e chuvosos. **Revista Ceres**, v. 57, n. 4, p. 454-458, 2010.

SILVEIRA, Rafael Toscani Gomes; CAMPOS, José Elói Guimarães. **USO DE PÓ DE BASALTO E ROCHA FOSFATADA COMO REMINERALIZADORES EM SOLOS INTENSAMENTE INTEMPERIZADOS**. 2017. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/319302853\\_Use\\_of\\_basalt\\_and\\_phosphate\\_rock\\_powder\\_as\\_fertilizers\\_in\\_weathered\\_soils](https://www.researchgate.net/publication/319302853_Use_of_basalt_and_phosphate_rock_powder_as_fertilizers_in_weathered_soils). Acesso em: 1 ago. 2021.



SOUZA, Fred Newton da Silva. **O potencial de agrominerais silicáticos como fonte de nutrientes na agricultura tropical**. 2014. xii, 107 f., il. Tese (Doutorado em Geologia) Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

SOUZA, M. C. M. Produtos Orgânicos. In: ZULBERSZTJN, D.; NEVES, M. F. (Org.). **Economia e gestão de negócios agroalimentares**. São Paulo: Pioneira, 2000. p. 385-400.

SOUZA, W. DOS S. **Uso da rochagem para remineralização de solos de baixa fertilidade**. [s.l.] Universidade Federal do Ceará, 2019.

SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728. 2013.

SPIRONELLO, Ademar *et al* (ed.). **RECOMENDAÇÕES DE ADUBAÇÃO E CALAGEM PARA O ESTADO DE SÃO PAULO**: boletim técnico nº. 100. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônômico de Campinas, 1997. 285 p.

THEODORO, S.M. DE C.H. **A fertilização da terra pela terra: uma alternativa para a sustentabilidade do pequeno produtor rural**. [s.l.] Universidade de Brasília, 2000.

VELOSO, Cristiano. **Rochagem: tudo o que você precisa saber sobre o uso de pós de rocha na agricultura**. 2020. Disponível em: <https://blog.verde.ag/solo/rochagem-tudo-o-que-voce-precisa-saber-sobre-o-uso-depos-de-rocha-na-agricultura/>. Acesso em: 1 ago. 2021.