

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

ALAN MARCEL GIELOW

FONTES DE FÓSFORO E POTÁSSIO NO CULTIVO ORGÂNICO DE GRÃOS.

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

DOIS VIZINHOS

2023

ALAN MARCEL GIELOW

FONTES DE FÓSFORO E POTÁSSIO NO CULTIVO ORGÂNICO DE GRÃOS
SOURCES OF PHOSPHORUS AND POTASSIUM IN ORGANIC GRAIN GROWTH

Trabalho de conclusão de curso de graduação
em agronomia, apresentado como requisito
para obtenção do título de bacharel em
agronomia da Universidade tecnológica federal
do Paraná
Orientador: Dr. Laércio Ricardo Sartor.

Dois Vizinhos

2023



[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.

ALAN MARCEL GIELOW

FONTES DE FÓSFORO E POTÁSSIO NO CULTIVO ORGÂNICO DE GRÃOS

Trabalho de conclusão de curso de graduação em agronomia, apresentado como requisito para obtenção do título de bacharel em agronomia da Universidade tecnológica federal do Paraná

Orientador: Dr. Laércio Ricardo Sartor

Data de aprovação: 15 /dezembro / 2023.

Laércio Ricardo Sartor, Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Agronomia.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Lucas da Silva Domingues, Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Agronomia.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Adalberto Luiz de Paula, Engenheiro Agrônomo, Doutor em Agronomia
Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Dois Vizinhos

2023

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de expressar minha profunda gratidão ao meu orientador, Dr. Laércio Ricardo Sartor, pela sua orientação, apoio e insights valiosos ao longo deste processo. Sua orientação acadêmica e profissional foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho, e sou muito grato por sua dedicação e paciência.

Agradeço também aos meus queridos familiares, amigos e colegas de classe, em especial a Rafael Barbosa, Julia Gielow e aos meus pais Virlene e Otacílio Gielow, meus maiores incentivadores, que sempre estiveram me apoiando em todos os momentos sem medir quaisquer esforços. Suas palavras de incentivo e encorajamento foram essenciais para superar os desafios e manter-me motivado.

Não posso deixar de mencionar que agradeço à instituição de ensino pela oportunidade de realizar este trabalho e ao corpo docente, que contribuiu com seus conhecimentos e experiências, enriquecendo meu aprendizado ao longo desta jornada acadêmica.

Por fim, agradeço a todos os participantes da pesquisa, cujo envolvimento permitiu a coleta dos dados necessários para a realização deste trabalho. Sem a colaboração de cada um, este estudo não seria possível.

Expresso minha sincera gratidão a todos os que contribuíram direta ou indiretamente para o sucesso desse trabalho de conclusão de curso. Obrigado!

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo testar a viabilidade agronômica do uso de fontes de fósforo e potássio de diferente solubilidade associada ou não ao uso de remineralizador composto de pó de basalto, no cultivo orgânico da soja. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com três repetições, em unidades experimentais de 10 x 3 m, totalizando 44 unidades experimentais. Os tratamentos são compostos da utilização ou não de pó-de-rocha, combinado com os fertilizantes e/ou remineralizadores: Ekosil®, Potasil®, Sulfato de Potássio, Termofosfato YOORIN MC 60 B MAG®, Fosfato Natural, Composto Orgânico e testemunha sem uso de fertilizantes. Nos últimos dois anos, antecedendo a cultura da soja, foi feito cultivo de aveia preta, cultivar IAPAR61. Para o ano safra de 2022/2023 não será feita aplicação das fontes citadas, seguindo o efeito residual das duas aplicações feitas nos anos anteriores. Foi avaliado o rendimento de grãos da cultura da soja, no ano safra 2022/2023. Os resultados foram submetidos a análises de variância pelo teste F de significância de 5% de probabilidade, as médias de efeito qualitativo foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. Combinações de composto orgânico e Yorim com o pó de basalto se destacaram com um ganho na produtividade de grãos comparados às outras amostras, no entanto ainda são necessários avaliações futuras para comprovação do comportamento do sistema produtivo uma vez que a rocha moída libera seus nutrientes gradualmente a longo prazo e se tratando do terceiro ano de avaliação, não houve alterações significativas na produtividade. Os dados obtidos tem grande importância para as safras seguintes que continuará em avaliação para que se tenha uma otimização dos dados e do uso dos recursos naturais disponíveis para o sistema orgânico atendendo a necessidade da cultura, mantendo ou ainda aumentando a fertilidade do solo, a produção e a qualidade de grãos para que a soja continue sendo uma alternativa para os produtores que aderem a esse sistema, podendo gerar um impacto positivo importante sobre fatores econômicos, ambientais e sociais, dado a importância do desenvolvimento de tecnologias inovadoras para o uso de recursos naturais renováveis.

Palavras-chave: Fertilidade do solo; remineralizadores; solubilidade de fertilizantes; agricultura orgânica; sustentabilidade.

ABSTRACT

The present work aims to test the agronomic viability of using phosphorus and potassium sources of different solubility associated or not with the use of a remineralizer composed of basalt powder, in organic soybean cultivation. The experimental design used was randomized blocks, with three replications, in experimental units measuring 10 x 3 m, totaling 44 experimental units. The treatments consist of the use or not of rock dust, combined with fertilizers and/or remineralizers: Ekosil®, Potasil®, Potassium Sulfate, YOORIN MC 60 B MAG® Thermophosphate, Natural Phosphate, Organic Compound and control without use of fertilizers. In the last two years, prior to soybean cultivation, black oat, cultivar IAPAR61, was cultivated. For the 2022/2023 harvest year, the aforementioned sources will not be applied, following the residual effect of the two applications made in previous years. The grain yield of soybeans was evaluated in the 2022/2023 harvest year. The results were subjected to analysis of variance using the F test of significance at 5% probability, the qualitative effect means were compared using the Tukey test at 5% probability. Combinations of organic compost and Yorim with basalt powder stood out with a gain in grain productivity compared to other samples, however future evaluations are still needed to prove the behavior of the production system since the ground rock releases its nutrients gradually at long term and in the third year of evaluation, there were no significant changes in productivity. The data obtained is of great importance for the following harvests, which will continue to be evaluated in order to optimize the data and the use of natural resources available for the organic system, meeting the needs of the crop, maintaining or even increasing soil fertility, production and grain quality so that soy continues to be an alternative for producers who adhere to this system, which can generate an important positive impact on economic, environmental and social factors, given the importance of developing innovative technologies for the use of natural renewable resources.

Keywords: Soil fertility; remineralizers; fertilizer solubility; organic agriculture; sustainability.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	7
2	OBJETIVOS.....	9
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	9
3.1	Cultivo Orgânico.....	9
3.2	Utilização de fósforo e potássio.....	10
4	METODOLOGIA.....	11
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	15
6	CONCLUSÃO.....	18
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	19
	REFERÊNCIAS.....	20

1 INTRODUÇÃO

Segundo LOUREIRO; MELAMED; FIGUEIREDO (2009), fertilizantes são produtos naturais ou industrializados, de forma líquida ou sólida, minerais, orgânicos e organominerais que adicionados ao solo, disponibilizam nutrientes necessários ao bom desenvolvimento das plantas. A baixa fertilidade dos solos se dá por causas naturais pelo processo de intemperismo e erosão e de forma antrópica devido ao mal manejo e exaustão das reservas do solo, onde há uma retirada maior, do que retorna através da adubação, causando assim um déficit que ao longo do tempo vai esgotando as reservas naturais do solo e unidos a falta de matéria orgânica e plantas de cobertura, causam empobrecimento do solo.

Os elementos podem ser divididos em macro e micronutrientes de acordo com a sua importância para o desenvolvimento das plantas, sendo macronutrientes essenciais, nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), requisitados em grandes quantidades e aplicados normalmente em proporções de kg/ha^{-1} . Os macronutrientes secundários cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), também são absorvidos em quantidades consideráveis e têm papel fundamental.

Fertilizantes potássicos e fosfáticos são encontrados na forma de seus óxidos P_2O_5 e K_2O , já o Nitrogênio sempre está em sua forma elementar. Os micronutrientes são ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), molibdênio (Mo), cloro (Cl) e boro (B), habitualmente aplicados em g/ha^{-1} , são absorvidos em menores quantidades, porém, são elementos chaves para o desenvolvimento das plantas.

Na região sul do Brasil os solos são naturalmente ácidos, ou seja, com pH abaixo de 7,0 e escassos dos macronutrientes principais, pois solos tropicais contam com toxicidade por alumínio (Al^+) e baixa saturação por bases, também por serem elementos móveis acabam se perdendo por lixiviação no perfil do solo, sendo um desafio para a agricultura. O N pode ser absorvido no solo e ar em forma de amônio (NH_4^+) e nitrato (NO_3^-) e está relacionado diretamente com o crescimento das plantas, desempenhando importante papel na síntese de proteínas, clorofila e outros compostos vitais para a fisiologia. O P por sua vez é deficiente na maioria dos solos, geralmente encontrado em formas insolúveis e de difícil acesso as plantas, participa ativamente da fotossíntese na produção de energia, na síntese de DNA e RNA, formação de raízes e a maturação de semente. É comum fornecer P as plantas com uso de superfosfato simples e superfosfato triplo, fontes solúveis facilmente disponibilizado as plantas. No caso do K, ele participa na ativação enzimática, essenciais ao metabolismo, síntese de

carboidratos e proteínas, participa do regime hídrico tornando plantas mais resistentes ao clima e doenças e desenvolvimento de flores e frutos.

Dada a importância do elemento "Altas concentrações de K^+ nas células guardas conduzem a abertura estomática pois o K^+ aumenta a pressão osmótica, reduz o potencial osmótico e água das células. O que provoca um influxo de água das células subsidiárias, isto provoca um aumento na turgescência celular e conseqüentemente abertura estomática (mecanismo da bomba de potássio)" (Vieira, et al, p. 55, 2010).

Para NASCIMENTO; LOUREIRO (2004), a análise do comportamento geoquímico do potássio, um elemento móvel, é de grande importância para se compreender a distribuição dos minerais além de sua importante relação com as plantas.

Os mecanismos de absorção de nutrientes pelas plantas ocorrem pelo contato com a raiz, podendo ser de 3 maneiras: interceptação pelas raízes, pelo contato direto devido ao crescimento e exploração da superfície e em profundidade; difusão na solução do solo, fluxo de massa, determinado pelo consumo de água com a solução do solo pela planta. Com essa informação confirma-se a problemática em utilizar fonte muitos solúveis de nutrientes que se perdem no perfil do solo e tornando indisponível para as plantas.

O sistema de produção orgânico vem crescendo em vários cultivos agrícolas e a soja vem ganhando espaço e conquistado produtores rurais e consumidores brasileiros, aumentando a oferta de produtos livres de contaminantes intencionais, refletindo uma preocupação com a saúde e a sustentabilidade, preservando a biodiversidade dos ecossistemas, incrementando a atividade biológica do solo e a fertilidade ao longo prazo ambientalmente consciente.

No sistema convencional de produção agrícola, utiliza-se técnicas que envolvem geralmente os insumos sintéticos que possuem uma alta solubilidade, visando maximizar a produção agrícola. Com a crescente conscientização sobre a importância de práticas agrícolas mais sustentáveis, uma alternativa para a produção orgânica para a fertilização do solo ao longo prazo são os fertilizantes de baixa solubilidade que disponibilizem nutrientes no solo gradativamente como os fosfatos naturais, termofosfatos, pó de rocha, termopotássio, rochas ricas em potássio moídas e remineralizadores do solo, muitos de origem nacional.

Na utilização dessas alternativas, espera-se que os processos químicos naturais que ocorrem no solo, aumentem ou mantenham a fertilidade a longo prazo, para isso análises como rendimento de grãos de soja orgânica no ano safra 2022/2023 foram analisados, para verificar a viabilidade dessas fontes de nutrientes não prejudicial ao ambiente por não sofrerem lixiviação, ficando mais tempo disponível para as culturas e não contaminando os mananciais

e lençóis freáticos, aumentando a produção agrícola de maneira ecológica, otimizando o uso dos recursos naturais disponíveis.

Os tratamentos foram compostos da utilização ou não de pó-de-rocha, combinado com os fertilizantes e/ou remineralizadores: Ekosil®, Potasil®, Sulfato de Potássio, Termofosfato YOORIN MC 60 B MAG®, Fosfato Natural, Composto Orgânico e testemunha sem uso de fertilizantes. Os efeitos residuais da aplicação desses produtos, feitos em cultivos anteriores, passaram por processos químicos que liberam gradualmente elementos químicos necessários ao bom desenvolvimento das plantas, sendo importante testes a campo para comprovar que de fato seja uma alternativa viável para o cultivo orgânico de grãos e se tornar uma realidade de manejo para os sistemas agrícolas que aderirem a essa tecnologia.

2 OBJETIVO

O protocolo experimental foi implantado no início de 2020 e teve como objetivo comparar fontes de fósforo e potássio, de diferentes solubilidades, orgânicas e minerais de origem brasileira, nesse caso o basalto, em diferentes doses com e sem o pó de basalto, na produção da soja em sistema de plantio direto orgânico, para avaliar a produtividade, rendimento de grãos, sobre doses de P e K de diferentes solubilidade na fertilidade do solo, buscar combinação dessas fontes para a produção orgânica de grãos.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cultivo Orgânico

De acordo com o Art. 1º da lei LEI No 10.831, (2003), os produtos da agricultura orgânica, seja ele in natura ou processado, é aquele obtido em sistema orgânico de produção agropecuária ou oriundo de processo extrativista sustentável e não prejudicial ao ecossistema local. Considera-se sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do

processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente. MAPA (2021)

Em contrapartida, produtores rurais encontram alguns obstáculos para aderirem ao sistema orgânico pois há uma dependência grande de insumos internacionais e o cenário econômico mundial em decorrência da pandemia do COVID 19 e o conflitos Geopolítico no Oriente, acabou afetando ainda mais a oferta de insumos e um aumento significativamente o custo de produção e logística. MAPA (2021)

Em março de 2022 o atual governo lançou o plano nacional de fertilizantes que tem como objetivo reduzir a importação de insumos em até 50% sendo que no Brasil cerca de 85% dos insumos agrícolas utilizados são importados. Tal medida vem a ser um incentivo político para exploração de fontes nacionais, flexibilizando alguns critérios como licenças ambientais, diminuição do alto custo de exploração. MAPA (2021)

3.2 Utilização de fósforo e potássio

LOUREIRO; MELAMED; FIGUEIREDO (2009), cita a complexidade de manejo do P em Latossolos, com alto grau de intemperismo é devido a presença abundante de óxidos e hidróxidos de Fe e Al, baixa saturação por bases e pH alto, fixando o elemento e tornando-o indisponível para as plantas

MOTERLE *et al* (2009) avaliou em sua pesquisa o efeito da adubação com fósforo e potássio na emergência de plantas de soja e a produtividade utilizando superfosfato simples com diferentes concentrações e o não uso, analisando porcentagem, velocidade e índice de emergência a campo, massa de mil sementes e porcentagem de K e P nas folhas e verificou que a maior produtividade foi na produtividade de massa de mil sementes, em outras amostras onde foi aplicado o fertilizante juntamente das sementes verificou-se um efeito salino prejudicial a emergência das plantas em comparação ao aplicado nas entrelinhas. Problema esse comum no sistema convencional de manejo da cultura utilizando de produtos mais impactantes a curto prazo.

De acordo com EMBRAPA (2003) o K é um dos macronutriente mais utilizados pela planta e que altos rendimentos implicam em maior necessidade de K pela cultura e que os solos brasileiros apresentam de forma geral deficiências e um dos motivos é que a forma solúvel utilizada pela planta é facilmente lixiviada no perfil do solo. Sendo assim um recurso não

renovável, é de grande importância um estudo aprofundado para utilização mais eficiente e fontes alternativas que permitam reciclá-lo no sistema.

Segundo dados do fabricante Yoorin™, Potasil® é composto por uma rocha ígnea com altas concentrações de potássio, silício e outros elementos essenciais aos cultivos, livre de Cl e de pH 7,0, extraídos da região de Poços de Caldas - MG. Outro produto do mesmo fabricante YOORIN®, é um produto insolúvel em água, mas solúvel na presença dos ácidos fracos presentes na rizosfera, dando uma característica de solubilidade gradual devido ao seu processo de fabricação diferenciado quando comparado aos fosfatos naturais que precisam de acidez forte para solubilização.

Em sua pesquisa, PÁDUA (2012), atribuiu algumas vantagens ao processo de rochagem, como a liberação lenta, gradual e simultânea de nutrientes, tornando uma opção interessante para trabalhos científicos por ser uma estratégia para aumentar a produtividade e uma redução no uso convencional de produtos de alta solubilidade como o supersimples (SSP), que causam um grande impacto ambiental e tem custos elevados para os produtores. Uma interação de fatores como granulometria, mineralogia, química e solubilidade das rochas em conjunto com as propriedades de cada tipo de solo, características da cultura, fatores ambientais e manejo influenciam diretamente nos resultados.

Trabalhos de pesquisa como de ALOVISI et al (2021), que realizou experimento com a variedade Monsoy 6410 em Latossolo Vermelho Distroférico, para avaliar o efeito residual de pó de rocha basáltica associado ou não com adubação química sobre os atributos químicos do solo e produtividade da soja e verificou que no curto prazo o pó de basalto não se mostrou eficiente como principal fonte de nutrientes para as plantas em função da baixa solubilidade

4 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos, localizada na região Sudoeste do Estado do Paraná, com latitude 25°42'S, longitude 53°08'W e altitude média de 561m. O solo da área experimental é caracterizado como um Latossolo Vermelho Distroférico de textura argilosa (EMBRAPA, 2013), com argila acima de 650 g kg⁻¹. O clima da região é classificado como Cfa na escala de Köppen-Geiger com verões quentes temperaturas superiores a 22°C no verão e com mais de 30 mm de chuva no mês mais seco ALVARES et al, (2013).

A área experimental está sob 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*). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com três repetições, em unidades experimentais de 10 x 3 m, totalizando 44 tratamentos. Os tratamentos são compostos da utilização ou não de pó-de-rocha, combinado com os fertilizantes e/ou remineralizadores: Ekosil®, Potasil®, Sulfato de Potássio, Termofosfato YOORIN MC 60 B MAG®, Fosfato Natural, Composto Orgânico e testemunha sem uso de fertilizantes.

Quadro 1 - Tratamentos com fontes de P e K que irão compor as amostras

TRATAMENTO	COM PÓS DE ROCHAS	TRATAMENTO	SEM OS PÓS DE ROCHA
1	EKOSIL	23	EKOSIL
2	EKOSIL + YOORIN MC 60 B MAG	24	EKOSIL + YOORIN MC 60 B MAG
3	EKOSIL + FOSFATO NATURAL	25	EKOSIL + FOSFATO NATURAL
4	EKOSIL + SULFATO DE POTÁSSIO	26	EKOSIL + SULFATO DE POTASSIO
5	EKOSIL + ORGANICO	27	EKOSIL + ORGANICO
6	EKOSIL+ POTASIL	28	EKOSIL+ POTASIL
7	POTASSIL	29	POTASSIL
8	POTASIL + YOORIM MC 60 B MAG	30	POTASIL + YOORIM MC 60 B MAG
9	POTASIL + FOSFATO NATURAL	31	POTASIL + FOSFATO NATURAL
10	POTASIL + SULFATO DE POTASSIO	32	POTASIL + SULFATO DE POTASSIO
11	POTASIL + ORGANICO	33	POTASIL + ORGANICO
12	SULFATO DE POTASSIO	34	SULFATO DE POTASSIO
13	SULFATO DE POTASSIO + YOORIM MC 60 B MAG	35	SULFATO DE POTASSIO + YOORIM MC 60 B MAG
14	SULFATO DE POTASSIO + FOSFATO NATURAL	36	SULFATO DE POTASSIO + FOSFATO NATURAL
15	SULFATO DE POTASSIO + ORGANICO	37	SULFATO DE POTASSIO + ORGANICO
16	ORGANICO	38	ORGANICO
17	ORGANICO + YOORIM MC 60 B MAG	39	ORGANICO + YOORIM MC 60 B MAG
18	ORGANICO + FOSFATO NATURAL	40	ORGANICO + FOSFATO NATURAL
19	YOORIN	41	YOORIN
20	YOORIN + FOSFATO NATURAL	42	YOORIN + FOSFATO NATURAL
21	FOSFATO NATURAL	43	FOSFATO NATURAL
22	TESTEMUNHA	44	TESTEMUNHA

Fonte: UTFPR (2022)

Segundo dados do fabricante Yoorin™, o Ekosil® é um fertilizante potássico obtido pelo processo natural de moagem, sem utilização de processos químicos para a sua produção. É obtido das rochas silicatadas do planalto de Poços de Caldas – MG, de origem vulcânica, proporcionando um produto diferenciado, rico em macro e microelementos, de grande utilidade agronômica.

Quadro 2: Garantias do Produto

K ₂ O Total	8,0%
K ₂ O solúvel em ácido cítrico 2% (1:100)...	1,0%
Si Total	25%
ELEMENTOS DECLARADOS (TEORES TOTAIS)	
Ca	1,0%
Mg	0,15%
Mn	0,15%
Zn	0,01%
Co	0,0004%

Fonte: Yoorin (2023)

O Potasil®, é uma rocha ígnea, que possui alta concentração de potássio, silício e uma ampla quantidade de elementos benéficos em sua composição, de liberação gradativa, atendendo a necessidade dos cultivos. Para o desenvolvimento pleno das culturas, um dos macronutrientes mais requisitados é o potássio, responsável por vários processos fisiológicos importantes para o desenvolvimento equilibrado, contribuindo assim para altas produtividades.

Quadro 3: Garantias do produto

K ₂ O Total.....	12%
K ₂ O solúvel em ác. tartárico 5% + 0,5% NaF (1:500).....	3,0%
Si Total.....	25%
ELEMENTOS DECLARADOS (TEORES TOTAIS)	
Ca	0,06%
Mg	0,10%
Mn	0,15%
Zn	0,01%
Co	0,0004%

Fonte: Yoorin (2023)

Já o YOORIN MC 60 B MAG® é um fertilizante fosfatado obtido pelo processo de fusão que contém fósforo, cálcio, magnésio, silício e micronutrientes, de alta eficiência agronômica. A rocha fosfática, enriquecida com silicato de magnésio, é fundido em um forno elétrico à temperatura de 1500° C. O produto incandescente obtido é submetido a um choque térmico com jato de água e depois de seco, é moído e embalado.

Quadro 4: Garantias do produto.

Produto	P ₂ O ₅					Ca	Mg	S	B	Cu	Mn	Si	Zn
	Total	Sol. a.c. 2% (1:100)											
		<0,149mm (100 mesh)	<0,25mm (60 mesh)	<0,42mm (40 mesh)	<0,84mm (20 mesh)								
Yoorin Mg	18,0	16,0	13,0	-	11,0	18,0	7,0	-	-	-	-	10,0	-
Yoorin Mg S	16,0	-	12,0	12,0	-	17,0	6,5	6,0	-	-	-	9,0	-
Yoorin Master 1	17,0	16,0	13,0	-	11,0	18,0	7,0	-	0,1	0,05	0,3	10,0	0,55
Yoorin Master 1S	16,0	-	12,0	12,0	-	16,0	6,5	6,0	0,1	0,05	0,3	9,0	0,55
Yoorin B Mag	18,0	16,0	12,0	-	11,0	16,0	9,0	-	0,7	-	0,2	8,0	-

Fonte: Yoorin (2023)

Nos últimos dois anos, antecedendo a cultura da soja, foi feito cultivo de aveia preta cv IAPAR61. Para o ano safra de 2022/2023 não será feita aplicação das fontes citadas na tabela 1, seguindo o efeito residual das duas aplicações feitas nos anos anteriores.

Antecedendo à cultura da soja, a ser estabelecida na safra 2022/2023, foi cultivada a aveia preta cv. IAPAR61, que serviu como planta de cobertura utilizando um rolo faca para o tombamento e amassamento das plantas no final do ciclo e subsequentemente feito o plantio da soja na primeira quinzena de outubro, conduzindo a cultura com todos os tratamentos culturais necessários, eliminação de plantas daninhas, controle de insetos, fungos e outras pragas.

O protocolo experimental está em seu terceiro ano de pesquisa, a cultivar de soja utilizada foi BRS 511® da EMBRAPA e o plantio feito em semeadura direta, no espaçamento de 0,45 m e seguindo a recomendação da cultivar. A cultura da soja foi conduzida em sistema orgânico, os tratamentos fitossanitários e culturais realizados foram do tipo mecânico para controle de plantas daninhas através da eliminação manual e roçadas e para o controle de insetos praga e doenças não foram utilizados nenhum método foi realizada aplicação de 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg ha⁻¹ de K₂O nos anos de 2020 e 2021 (antes cultivo da soja).

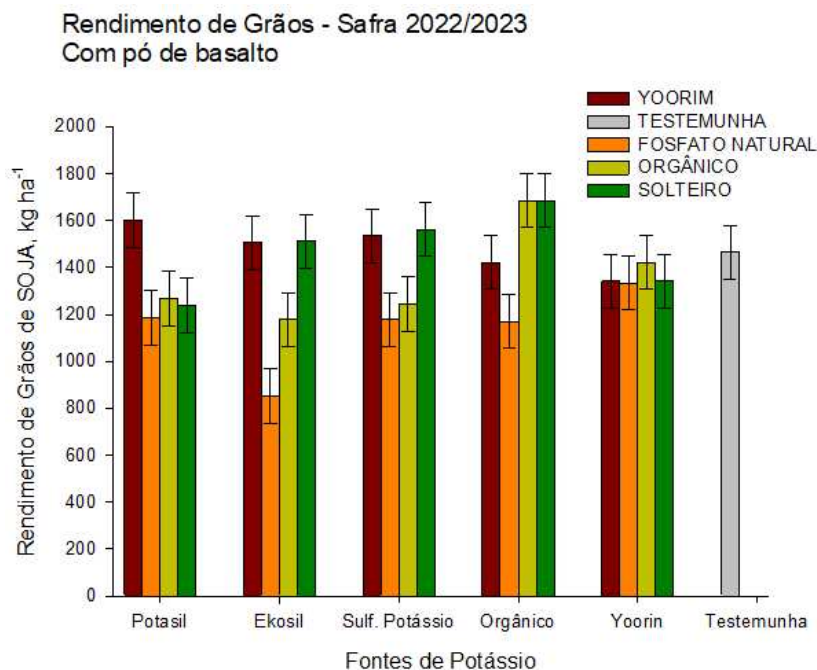
O rendimento de grãos foi obtido e avaliado através da amostragem de oito metros lineares, ou duas linhas de quatro metros a cada 9 metros, onde foi feito a coleta das plantas e posteriormente feito a debulhada de cada amostra em separado, pesados e corrigido a umidade para 13%. Os resultados foram submetidos a cálculos pelo rendimento por hectare e a análise de variância pelo teste F de significância de 5% de probabilidade, quando significativo as médias de efeito qualitativo serão comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com a aplicação feita de pós de rochas, fosfatos naturais, e compostos orgânicos antecedendo o plantio da soja foi possível verificar se após 3 anos foi possível suprir a demanda da cultura pelo efeito residual e se teve vantagens e desvantagens agrônômicas dos produtos aplicados, da dose a ser recomendada para que se tenha um equilíbrio do que é exportado pela planta no final do seu ciclo, preservando ou ainda incrementando as reservas naturais do solo, uma análise qualitativa e quantitativa de grãos, vagens e vigor das plantas, influenciando diretamente a produtividade.

Por se tratar de ainda estar em seu terceiro ano de protocolo, com os resultados obtidos, podemos considerar que o solo possui boas condições de fertilidade, no entanto os resultados variam, de acordo com as dosagens aplicadas. Verificou-se algumas combinações interessantes para melhorar o rendimento da cultura como é o caso do Potasil® combinado como termofosfato Yoorin®, e o composto orgânico. Na figura 1 podemos observar as combinações de cada fertilizante com as fontes de K utilizados no ano safra 2022/2023 e comparados com a testemunha onde não houve aplicações.

Figura 1 - Média de rendimento de grãos em kg/ha-1 com pó de basalto, fontes de P e K. UTFPR Campus Dois Vizinhos, 2023.

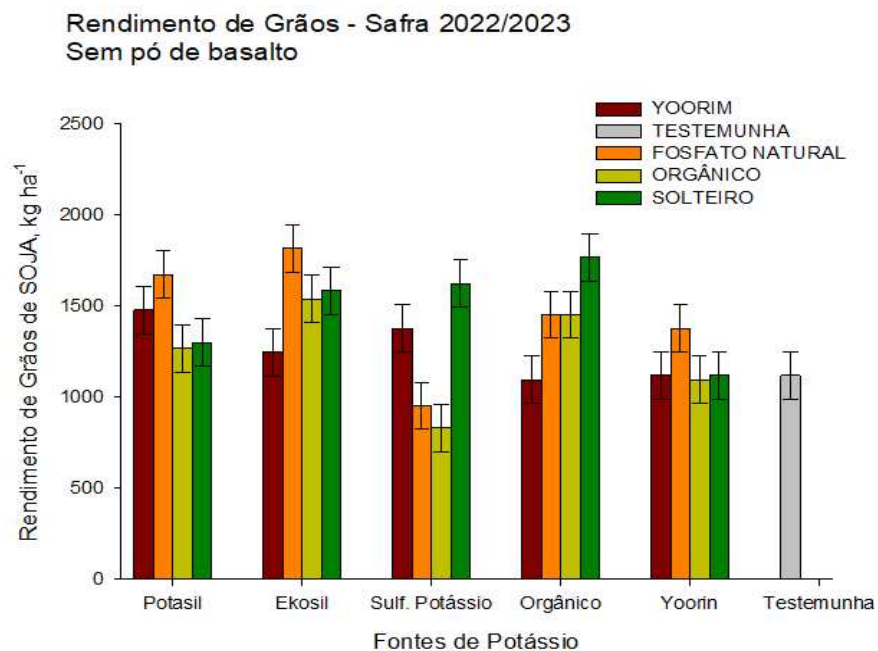


Fonte: UTFPR (2023).

Não se verificou uma diferença significativa no aumento do rendimento de grãos em nenhuma das combinações com melhor desempenho quando comparado a testemunha, que obteve um rendimento de 1400 kg a 1600 kg por hectare, produtividade ficou semelhante com um pequeno aumento na amostra que mais se teve rendimento foi onde o Potássio foi combinado com o termofosfato e onde foi aplicado composto orgânico, comparados as médias com a testemunha, não teve uma diferença expressiva nesse caso.

Na figura 2 temos as mesmas combinações de K com os fosfatos e comparados a testemunha, porém nesse caso sem o pó de basalto.

Figura 2 - Média de rendimento de grãos em kg ha⁻¹ sem pó de basalto. UTFPR Campus Dois Vizinhos, 2023.



Fonte: UTFPR (2023).

Fazendo um comparativo entre os dois gráficos com e sem pó de basalto verificou-se que em algumas amostras de combinações unidas ao pó de basalto houve uma resposta de produtividade significativa em algumas combinações. resultados que corroboram com os obtidos nas safras anteriores no mesmo campo experimental por PILONETO (2022). em seu trabalho de conclusão de curso feito baseado nos dados da safra 2021/2022, portanto, o que indica que o solo em boas condições e com índices bons de fertilidade como o utilizado na pesquisa, tende a manter uma estabilidade e os níveis de resposta não variam, porém no ano de 2023 não se teve problemas de estresse hídrico devido à estiagem como na safra anterior.

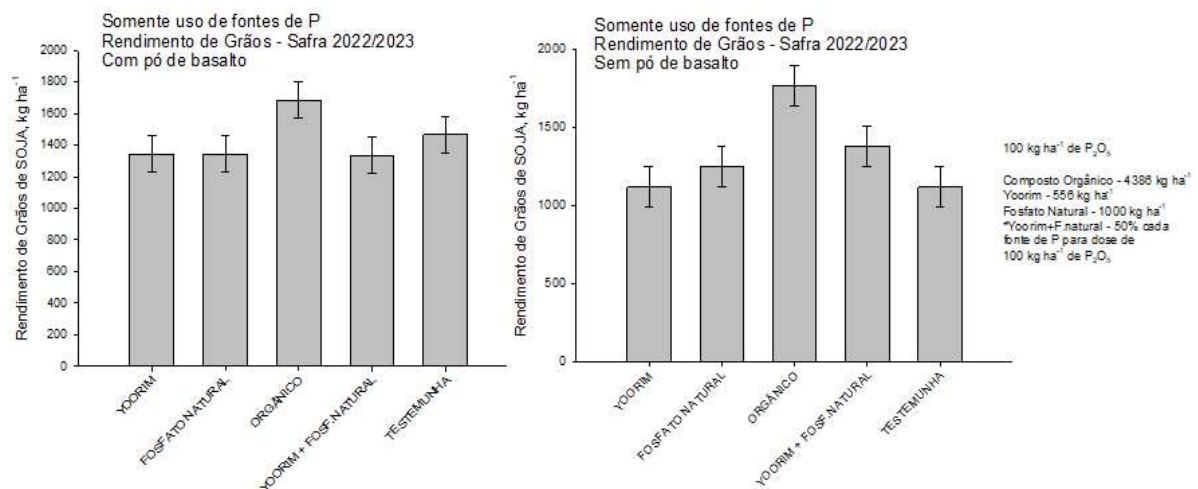
No caso da cultura da soja orgânica, a exportação de fósforo ocorre principalmente na etapa de colheita, quando os grãos de soja são retirados do campo. O fósforo é um elemento essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, e a soja requer uma quantidade significativa desse nutriente.

Durante o ciclo de crescimento da soja, suas raízes absorvem o fósforo presente no solo para suprir suas necessidades nutritivas. À medida que a planta se desenvolve, o fósforo é transportado para as folhas, caules e grãos. Esses grãos de soja, ao serem colhidos, levam consigo uma quantidade considerável de fósforo.

Portanto, é importante considerar a necessidade de manejar estrategicamente o fósforo no solo para garantir sua fertilidade e a sustentabilidade da produção agrícola. Avaliar os teores de fósforo no solo por meio de análises periódicas e adotar práticas de manejo responsáveis são fundamentais para evitar a exaustão desse nutriente e manter a saúde do solo a longo prazo.

Na figura 3 temos dados de exportação de P com e sem pó de basalto, nota-se que não houve exportação significativa pela cultura, o que indica que o solo tendeu a manter a sua fertilidade estável com o passar dos anos.

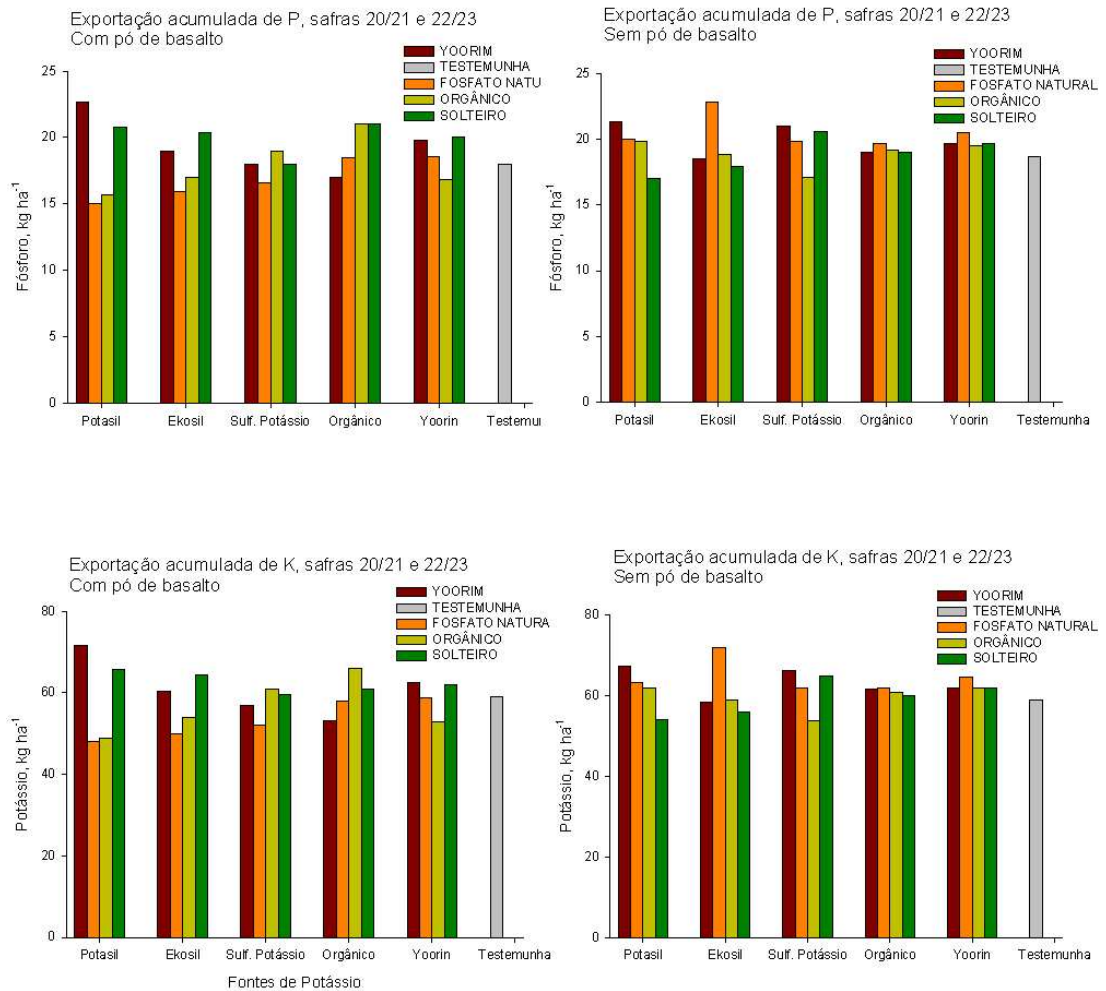
Figura 3: Rendimento de grãos somente dos fertilizantes consorciados com uso de P com e sem pó de rocha ano safra 2022/2023.



Fonte: UTFPR (2023).

Feito um paralelo entre as safras no primeiro ano do protocolo experimental, safra 2020/2021 e no terceiro ano, safra 2022/2023, analisando a figura 4, podemos observar que os gráficos não apresentam diferença significativa, o que nos mostra que a quantidade de P exportada pela cultura foi menor do que a quantidade aplicada, indicado pela testemunha, que o solo ainda possui uma boa condição de fertilidade e reservas de P para as próximas safras.

Figura 4: Exportação acumulada de P nas safras 2020/2021 e 2022/2023 com e sem pó de basalto.



Fonte: UTFPR (2023).

Em um contexto de exportação, isso significa que parte do fósforo presente no solo pode ser removida junto com os grãos de soja que são exportados. Essa exportação de fósforo via grãos de soja é um desafio para manter a fertilidade do solo a longo prazo e é um indicativo da necessidade de incrementar através de fontes externas, não sendo esse o caso nessa safra.

6 CONCLUSÃO

Combinações de composto orgânico e Yorim® com o pó de basalto se destacaram com um ganho na produtividade de grãos comparados às outras amostras, no entanto ainda são necessários avaliações futuras para comprovação do comportamento do sistema produtivo uma vez que a rocha moída libera seus nutrientes gradualmente a longo prazo e se tratando do

terceiro ano de avaliação e um solo em boas condições de fertilidade, não houve alterações significativas na produtividade. Os dados obtidos tem grande importância para as safras seguintes que continuará em avaliação para que se tenha uma otimização dos dados e do uso dos recursos naturais disponíveis para o sistema orgânico atendendo a necessidade da cultura, mantendo ou ainda aumentando a fertilidade do solo, a produção e a qualidade de grãos para que a soja continue sendo uma alternativa para os produtores que aderem a esse sistema, podendo gerar um impacto positivo importante sobre fatores econômicos, ambientais e sociais, dado a importância do desenvolvimento de tecnologias inovadoras para o uso de recursos naturais renováveis.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos ao longo deste estudo demonstraram o potencial de implementação de práticas sustentáveis, como a rotação pode vir a ser uma alternativa a conservação do solo complementar e a utilização eficiente dos recursos nacionais com potencial de uso, para alcançar uma agricultura mais produtiva e ecologicamente equilibrada e menos dependente de produtos com alto potencial de danos ao meio ambiente a saúde. Além disso, identificamos a importância do uso de novas tecnologias avançadas, como a utilização dos pós de rocha, para aprimorar o planejamento e a gestão das atividades agrícolas mais a longo prazo.

Aprofundar-se nesses temas nos trouxe uma compreensão mais clara dos desafios enfrentados pela agricultura orgânica atualmente, como a demanda crescente por alimentos mais nutritivos e saudáveis, a degradação ambiental e as mudanças climáticas. No entanto, também nos permitiu vislumbrar oportunidades e soluções promissoras, que podem ser implementadas para alcançar uma agricultura mais assertiva, eficiente e resiliente.

Nesse sentido, é de extrema importância que os profissionais da agronomia estejam preparados para enfrentar esses desafios e buscar soluções inovadoras, colaborando com a promoção da segurança alimentar, o desenvolvimento rural sustentável e a preservação do meio ambiente. Por fim, este trabalho contribui para a construção de uma base de conhecimento fundamentada e atualizada nesta área tão essencial para o bem-estar da sociedade. Espera-se que as conclusões aqui apresentadas possam inspirar e estimular futuras pesquisas e ações na área de agronomia, promovendo o avanço contínuo do setor e a busca por uma agricultura mais equitativa, eficiente e sustentável.

REFERÊNCIAS

ALOVISI, A.M.T. *et al.* **Utilização do pó de rocha basáltica como alternativa de adubação da cultura da soja.** Disponível em:

<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/15599>. Acesso em: 1 junho 2022.

Lei No 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Disponível em:

https://www.embrapa.br/documents/1355202/1529289/Legisla%C3%A7%C3%A3o_soja_org%C3%A2nica.pdf/0a5179fc-4430-447f-b359-1213c0dc203b. Acesso em: 28 abril 2022.

LOUREIRO, F. E. L.; MELAMED, R. G.; FIGUEIREDO N. J. **Fertilizantes, agroindústria e sustentabilidade.** Rio de Janeiro: CETEM/MCT, 2009. Disponível em:

<http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/497>. Acesso em: 15 maio 2022.

MAPA: **Governo federal lança plano nacional de fertilizantes para reduzir importações dos insumos.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2021. Disponível em:

<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/governo-federal-lanca-plano-nacional-de-fertilizantes-para-reduzir-importacao-dos-insumos>. Acesso em: 01 junho 2022.

MOTERLE L.M *et al.* **Influência da adubação com fósforo e potássio na emergência das plântulas e produtividade da cultura da soja.** Revista Ciência Agronômica, vol. 40, núm. 2, 2009. Universidade Federal do Ceará. Disponível em:

<https://www.redalyc.org/pdf/1953/195318233013.pdf>. Acesso em: 01 junho 2022.

NASCIMENTO, M.; LOUREIRO, F. E. V. L. **Fertilizantes e sustentabilidade: o potássio na agricultura brasileira, fontes e rotas alternativas.** CETEM/MCT, 2004. Disponível em:

<http://mineralis.cetem.gov.br/handle/cetem/579>. Acesso em: 15 maio 2022.

PÁDUA, E. J. **Rochagem como adubação complementar para culturas oleaginosas** UFLA, 2012. Disponível em:

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/76755/1/Alvaro-Dissertacao-Eduane.pdf>
Acesso em: 20 maio 2022.

VIEIRA E. L. *et al.* **Manual de fisiologia vegetal.** São Luís: EDUFMA 2010. E-book

Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/73741499/Manual-de-Fisiologia-Vegetal>
Acesso em: 15 maio 2022

PILONETO, Guilherme Luis. **Fertilizantes orgânicos, minerais e remineralizadores do solo, no sistema de plantio direto orgânico de grãos.** 2022. Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos, 2022. Disponível em:

<https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/31007/1/fertilizantesplantiodireto.pdf>. Acesso em: 17 novembro 2023.