

Fosfato natural reativo como remineralizador de solo utilizado na cultura da soja na região de Cerrado

Natural reactive phosphate as a soil remineralizer used in soybean culture in the cerrado region

Joaquim Júlio Almeida Júnior^{1*}, Katya Bonfim Ataiades Smiljanic¹, Francisco Solano Araújo Matos¹, Rogério Machado Pereira¹, Eurípedes Tavares da Silva Filho¹, Higor Silva Cremonese¹, Armando Falcão Mendonça², Marcelo Martins dos Santos¹, Luiz Felipe da Silva¹, Uessiley Ribeiro Barbosa¹, Beatriz Campos Miranda¹, Victor Júlio Almeida Silva³

RESUMO

A biomineralização é a técnica de colocar vários minerais ricos em nutrientes em contato com organismos como fungos e bactérias, que convertem esses minerais brutos em alimentos para as plantas. O experimento foi implantado no ano agrícola 2020/2021, na fazenda São Leopoldo, no Município de Rio Verde, estado de Goiás, em Sistema Plantio Direto na palha. Este trabalho objetivou comprovar a eficiência de uma nova fonte de fósforo orgânico para cultura da soja e quantificar seus componentes de produção e produtividade. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram: T1: 0,0 Kg ha⁻¹ (controle negativo); T2: 200 Kg ha⁻¹; T3: 300 Kg ha⁻¹; T4: 400 Kg ha⁻¹; T5: 500 Kg ha⁻¹; T6: 600 Kg ha⁻¹. As características agrônomicas foram, população de planta, índice fotossintético, altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de galhos, número de vagens por planta e peso de mil grãos foram levantadas fora da parcela experimental. Os dados foram analisados pelo programa SISVAR proposto por Ferreira (2014). Conclui que o uso do remineralizador fosfato natural reativo é uma opção a mais para ser utilizado como fertilizante na cultura da soja.

Palavra-chave: Biologia de solo; Agricultura regenerativa; Agroecologia; Fertilizante agroecológico; Sustentabilidade;

ABSTRACT

Bio-mineralization is the technique of bringing various nutrient-rich minerals into contact with organisms such as fungi and bacteria, which convert these raw minerals into food for plants. The experiment was implemented in the agricultural year 2020/2021, on the São Leopoldo farm, in the municipality of Rio Verde, state of Goiás, in a no-tillage system. This work aimed to prove the efficiency of a new source of organic phosphorus for soybean and to quantify its production and productivity components. The experimental design was in randomized blocks with four replications. The treatments were: T1: 0.0 Kg ha⁻¹ (negative control); T2: 200 kg ha⁻¹; T3: 300 kg ha⁻¹; T4: 400 kg ha⁻¹; T5: 500 kg ha⁻¹; T6: 600 kg ha⁻¹. The agronomic characteristics were, plant population, photosynthetic index, plant height, height of insertion of the first pod, number of branches, number of pods per plant and weight of a thousand grains were raised outside the experimental plot. Data were analyzed using the SISVAR program proposed by Ferreira (2014). It concludes that the use of reactive natural phosphate remineralizer is one more option to be used as a fertilizer in the soybean crop.

Keyword: Soil biology; Regenerative agriculture; Agroecology; Agroecological fertilizer; Sustainability;

¹ UniFIMES – Centro Universitário de Mineiros

*joaquimjuliojr@gmail.com

² Nuseed Brasil S.A.

³ FAR – Faculdade Almeida Rodrigues

INTRODUÇÃO

Um dos principais motivos da baixa produtividade é a falta de atenção com a adubação do solo, pois os solos brasileiros são geralmente ácidos e de baixa fertilidade natural. Atualmente, os pesquisadores concordam que o fósforo é o nutriente mais limitante para a produção agrícola. Isso se deve à falta desse nutriente no solo e ao importante papel que desempenha nas culturas, pois tem forte impacto no desenvolvimento radicular e perfilhamento.

A grande maioria dos solos brasileiros apresenta níveis baixos ou muito baixos de fósforo disponível para as plantas. Essa deficiência de nutrientes é grave devido ao baixo pH e à presença de uma grande quantidade de minerais capazes de adsorver o fosforo, tornando este nutriente indisponível para as plantas.

Portanto, altas doses de fertilizantes fosfatados são necessárias para manter o teor de fósforo disponível em um nível adequado para o crescimento das culturas. No entanto, alguns aspectos são importantes para decidir qual fonte usar. Fosfatos com maior solubilidade, como superfosfato simples e superfosfato triplo, estão mais prontamente disponíveis e facilitam a absorção e utilização de nutrientes, especialmente em culturas de ciclo curto. No entanto, essa rápida liberação de fósforo também facilita os processos de adsorção e precipitação, tornando o nutriente indisponível para as plantas ao longo do tempo.

Por outro lado, uma abordagem alternativa para reduzir a fixação ou deficiência de fosforo poderia ser o uso de fontes alternativas, fosfatos naturais, uma vez que sua principal característica é a disponibilidade gradual de fósforo ao solo.

O uso de fertilizantes não convencionais pode ser utilizado como alternativa para melhorar as propriedades gerais dos solos agrícolas se os efeitos sobre o solo são altamente favoráveis. Diversas fontes minerais alternativas têm sido testadas para melhorar as propriedades físicas, biológicas e químicas primárias dos solos, no intuito de substituir os fertilizantes convencionais, parcialmente e/ou em sua totalidade, é uma rocha fosfática de origem sedimentar.

O fosfato é um mineral extremamente importante para as plantas, e o fósforo está diretamente relacionado ao processo de transferência de energia das células vegetais. Os fertilizantes fosfatados ativos naturais também contêm uma alta concentração de cálcio, o que garante maior estabilidade estrutural e fisiológica das plantas.

Alguns dos benefícios de se utilizar o fosfato natural reativo no solo, aumenta área superficial específica, proporcionando maior contato com as soluções do solo e permitindo maior intensidade de liberação de fósforo para as plantas, fornece às plantas grandes quantidades de fósforo e cálcio, liberação gradual e progressiva de fósforo com efeitos residuais, reduz a fixação de fósforo no solo, produto amassado para fácil manuseio e aplicação uniforme, não possui incompatibilidade com outros produtos, pode ser usado e/ou distribuído em consórcio ou em separado, alto teor de fósforo orgânico e ajuda a corrigir a acidez do solo, podendo ser utilizada em todos os tipos de solos.

Este trabalho objetivou comprovar a eficiência de uma nova fonte de fósforo orgânico para cultura da soja e quantificar seus componentes de produção e produtividade.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado no ano agrícola 2020/2021, na fazenda São Leopoldo, no Município de Rio Verde, estado de Goiás, em Sistema Plantio Direto na palha, pelo Núcleo de Estudos e Pesquisa em Fitotecnia.

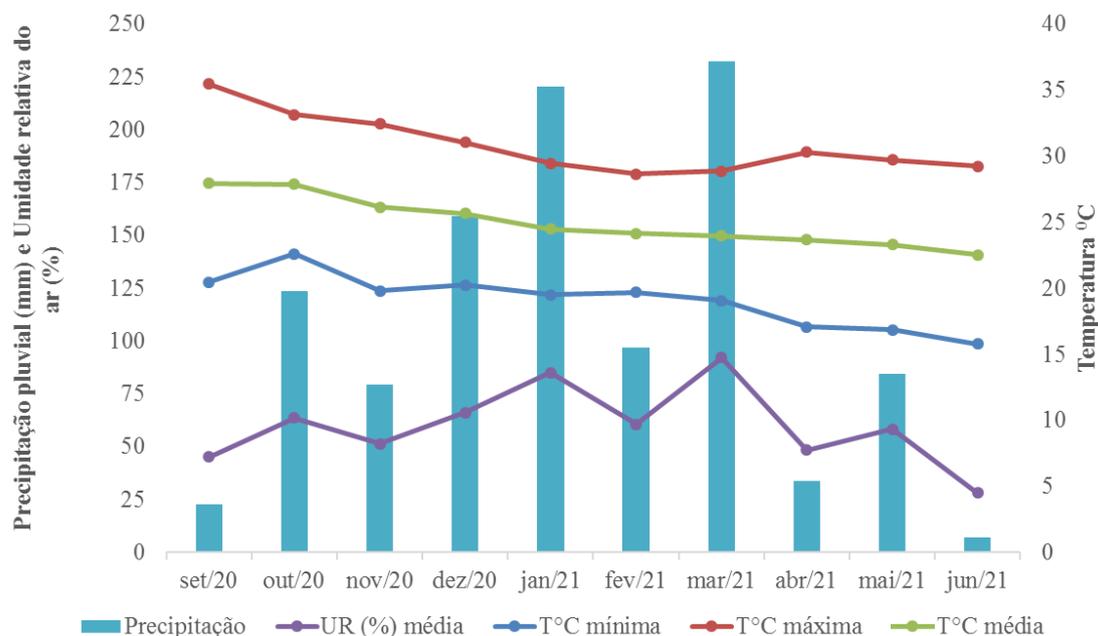
O local onde foi implantado a pesquisa apresenta coordenadas geográficas aproximadas, 17° 30' 34'' Sul de latitude e 51° 30' 18'' Oeste de longitude, com aproximadamente 922 metros de altitude.

Conforme classificação de Köppen (2013) a predominância do clima na região é o tipo e Aw, tropical úmido com chuva na estação do verão e na estação de inverno seca.

As chuvas tem predominância nos meses de outubro, novembro, dezembro, janeiro, fevereiro, março, abril e maio, sendo que nos meses de junho, julho, agosto e setembro, são os quatro meses com maior índice de seca, com uma média no trimestre de precipitação de 27 milímetro, e os meses de dezembro, janeiro e fevereiro, perfaz os três meses com maior índice pluviométrico do ano (Figura 1).

A média anual pluviométrica é de 1.980 a 2.120 milímetros, obtendo uma média de temperatura anual de 26°C, com uma média de umidade relativa do ar de 68% (Figura 1).

Figura 1. Temperatura máxima (°C) médias mensais, temperatura média (°C) médias mensais, temperaturas mínimas (°C) médias mensais e precipitação pluvial (mm) média mensais e Umidade relativa do ar (%) médias mensais, acumuladas na safra 2020/2021 no município de Montividiu, estado de Goiás. 2021.



Fonte: Agritempo – Sistema de Monitoramento Agrometeorológico, estação meteorológica de Montividiu, estado de Goiás, 2021.

O local onde foi estalado o experimento é constituída por Argissolo Vermelho de textura argilosa em consonância com a EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, “Sistema Brasileiro de Classificação de Solos” (EMBRAPA, 2013), está área foi ocupada originalmente a vários anos com culturas anuais.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, e um único fator de tratamentos “remineralizador de solo”, com seis níveis, sendo descrito da seguinte forma: T1: 0,0 Kg ha⁻¹ (controle negativo); T2: 200 Kg ha⁻¹; T3: 300 Kg ha⁻¹; T4: 400 Kg ha⁻¹; T5: 500 Kg ha⁻¹; T6: 600 Kg ha⁻¹ do remineralizador fosfato natural reativo.

A parcela experimental foi constituída de quatro linhas de oito metros de comprimento e a área útil da parcela foi de duas linhas de seis metros e com um espaçamento de 0,50 metros entre linhas e espaçamento entre blocos de 2,0 metros. Os remineralizadores e fertilizante utilizado foi distribuído na superfície antes da implantação da cultura, sem incorporação.

As avaliações da população foram feitas 30 dias após germinação (DAG), estudos da biometria (parte aérea) foi realizado no estágio fenológico R5 (vagens completamente desenvolvidas) e a produtividade em quilograma por hectare no estágio fenológico R8 (95% das vagens com coloração maduras) e as características agrônômica “biometria das plantas”: População de planta, índice fotossintético, altura de planta, altura de inserção da primeira vagem, número de galhos, número de vagens por planta e peso de mil grãos foram levantadas fora da parcela experimental.

Os dados foram analisados pelo programa SISVAR proposto por Ferreira (2014) e submetidos à análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste Tukey, quando detectada significância para a ANOVA a $p=0,05$ de probabilidade para a comparação de médias.

A cultura implantada foi a soja, cultivar de nome comercial HO APORE, as sementes foram tratadas com agroquímicos: fungicida Maxim XL (10 g/L Metalaxil-M 25 g/L Fludioxonil), doses 100ml produto comercial para 100 kg sementes; Inseticida sistêmico Cruiser 350 FS (TIAMETOXAM, 350 g/L) doses 200 ml produto comercial para 100 kg sementes; BorreGRO ha^{-1} , doses 150 g produto comercial para 100 kg sementes. O tratamento foi realizado na própria fazenda, antes do plantio.

Os atributos do solo foram avaliados antes da implantação do projeto de pesquisa para conhecer as características químicas, física e biológica da área experimental. Foram determinados os atributos químicos do solo, pH, Ca+Mg, Ca, Mg, Al, H+Al, K, P, S, B, Cu, Fe, Mn, Zn, na CTC, saturação de base, matéria orgânica, argila, silte e areia nas camadas de 0,0 a 0,20 e de 0,20 a 0,40 metros de profundidade, seguindo a metodologia proposta por Rajj et al (2001). As análises foram feitas no Laboratório de Fertilidade do Solo da Exata e estão expressas na Tabela 1.

Os resultados dos teores dos macros e micros nutrientes obtidos na análise de solo, conforme indicação para o cerrado, para os elementos: cálcio com teor alto (para as profundidades 0,0 a 0,20 e profundidade de 0,20 a 0,40 metros), magnésio com teor baixo (para as profundidades 0,0 a 0,20 e profundidade de 0,20 a 0,40 metros), potássio com teor alto (para as profundidades 0,0 a 0,20 e profundidade de 0,20 a 0,40 metros), fósforo com teor baixo (para as profundidades 0,0 a 0,20) e médio (para as profundidade de 0,20 a 0,40 metros), Enxofre com teor médio (para as profundidades 0,0 a 0,20 metros e teor alto na profundidade de 0,20 a 0,40 metros), boro (para as profundidades 0,0 a 0,20 e profundidade de 0,20 a 0,40 metros), com teor médio e os micros elementos: cobre, ferro,

manganês, zinco, sódio com teor alto (para as profundidades 0,0 a 0,20 e profundidade de 0,20 a 0,40 metros), sódio com teor baixo (para as profundidades 0,0 a 0,20 e profundidade de 0,20 a 0,40 metros) (Tabela 1).

Tabela 1. Resultados da análise físico-química do solo antes da implantação do experimento, na Fazenda São Leopoldo, pelo Núcleo de Estudo e Pesquisa em Fitotecnia no Município de Rio Verde, estado de Goiás, 2021.

PROF	CaCl2	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K	K	P(Mel)	S	B
	pH	-----cmolc.dm ³ -----					-----mg.dm ³ (ppm)-----				
0 - 20	4,6	3,17	2,53	0,64	0,1	6,6	0,29	112	12	8,5	0,28
20 - 40	4,6	2,37	1,91	0,46	0,09	6,3	0,27	105	9,4	16,8	0,28
PROF	Cu	Fe	Mn	Zn	Na	T	V	MO	Argila	Silte	Arreia
	-----mg.dm ³ (ppm) Mehlich-----				cmolc dm ³		%	g dm ³	-----Textura g dm ³ -----		
0 - 20	1,9	33,7	11,3	5,4	2,7	10,1	34,3	29,3	620	50	330
20 - 40	1,4	31,1	6,4	3,3	2,6	8,9	29,7	24,2	645	50	305

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Os atributos biológicos do solo foram avaliados antes da implantação do projeto de pesquisa para conhecer as características biológicas da área experimental, para análise BioAS, foram coletadas as amostras de solo na camada de 0,0 a 0,10 metro de profundidade, e identificados os seguintes parâmetros, teores da enzima aril sulfatase, enzima beta glicosidase, matéria orgânica do solo, IQS (índice qualidade do solo) fertbio, IQS biológico, IQS químico, ciclagem de nutrientes, armazenamento de nutrientes e suprimento de nutrientes.

Os resultados dos teores biológicos obtidos nas análises BioAS foram considerados muito alto e altos. As análises foram feitas no Laboratório de Fertilidade do Solo da Exata e estão expressas na (Tabela 2).

Tabela 2 Resultados da análise tecnologia BioAS do solo antes da implantação do experimento, na Fazenda São Leopoldo, pelo Núcleo de Estudo e Pesquisa em Fitotecnia no Município de Rio Verde, estado de Goiás, 2021.

TRAT	PROF	ARIL	BETA	MOS	IQS F	IQSB	IQSQ	CN	AN	SN
T1	0 - 10	274	171	0,91	0,93	0,91	0,93	0,93	0,93	0,88
T2	0 - 10	231	120	34	0,92	0,88	0,94	0,88	0,90	0,97
T3	0 - 10	272	182	42	0,93	0,95	0,92	0,95	0,95	0,88
T4	0 - 10	128	78	28	0,76	0,65	0,82	0,65	0,70	0,95
T5	0 - 10	254	143	40	0,92	0,90	0,92	0,90	0,96	0,88
T6	0 - 10	227	125	37	0,91	0,85	0,93	0,85	0,90	0,97
Muito Alto		Alto		Médio		Baixo		Muito Baixo		
0,81 a 1		0,61 a 0,80		0,41 a 0,60		0,21 a 0,40		0 a 0,20		

TRAT: Tratamentos; PROF: Profundidade (cm); ARIL: Arilsulfatas (enzima); BETA: Beta glicosidase (enzima); MOS: Matéria Orgânica do Solo; IQSF: Índice qualidade de sitio Fertbio; IQSB: Índice qualidade de sito biológico; IQSQ: Índice qualidade de sito

químico; CN: Ciclagem de nutrientes; AN: Armazenamento de nutrientes; SN: Suprimento nutrientes.

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Os óxidos analisados (%) (SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MnO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , SO_3 e LOI), foram determinados pela medida de difração de raios-X (DRX) em um difratômetro *Bruker D8 Discover* e constam na Tabela 2. A medida de difração de raios-X (DRX) foi realizada em um difratômetro *Bruker D8 Discover*. Utilizou-se radiação monocromática de um tubo com anodo de cobre acoplado a um monocromador *Johansson* para $\text{K}\alpha_1$ operando em 40kV e 40mA, configuração Bragg-Brentano $\text{O}-2\text{O}$, detector unidimensional *Lynxeye*®, 2O de 5° a 100° e passo de $0,01^\circ$. As amostras foram mantidas em rotação de 15 rpm.

O remineralizador de solo, possui granulometria do produto final é de 0,3 a 1,0 mm e sua classificação foi determinada pela IN 5 de 13 de março de 2016 no Capítulo 1, Seção II quanto a origem sendo a rocha basáltica de classe “E”, Seção III, Especificações e garantias do produto, na subseção I “remineralizadores” do Artigo 4 os remineralizadores deverão apresentar as seguintes especificações e garantias mínimas:

I - Em relação à especificação de natureza física, nos termos do Anexo I desta Instrução Normativa;

II - Em relação à soma de bases (CaO , MgO , K_2O), deve ser igual ou superior a 9% (nove por cento) em peso/peso;

III - Em relação ao teor de óxido de potássio (K_2O), deve ser igual ou superior a 1% (um por cento) em peso/peso; e

IV - Em relação ao potencial Hidrogeniônico (pH) de abrasão, valor conforme declarado pelo registrante. remineralizador de solos pelo ponto de vista da soma de bases e teor de K_2O (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados obtidos do fertilizante fosfato natural reativo da Morro Verde Fertilizantes, Pratápolis, Minas Gerais, pelo ponto de vista dos óxidos analisados, para cultura da soja, cultivar HO APORE, implantado na Fazenda São Leopoldo, pelo Núcleo de Estudo e Pesquisa em Fitotecnia no Município de Rio Verde, estado de Goiás, 2021.

Óxidos analisados (%)		
P ₂ O ₅	SiO Ac.	CaO
15	4,5	10

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Pode-se observar na Tabela 4 para as variáveis tecnológicas população de planta, índice fotossintético, e altura de planta, não foi possível detectar diferença significativa entre os tratamentos utilizados. Resultado semelhante foi encontrado em trabalho realizador por Dettmer et al (2020) com a cultura de milho em segunda safra, utilizando os tratamentos, adubo químico solúvel, fórmula 07.07.07 (NPK) mais 03 de Ca e 07 S, na dosagem de 0,28 Mg ha⁻¹ na base de plantio; 12,00 Mg ha⁻¹ de pó de basalto, aplicados a lanço em novembro de 2018, com reposição de 02,00 Mg ha⁻¹, em setembro de 2019, a lanço e 06,00 Mg ha⁻¹ de pó de basalto, aplicados a lanço em novembro de 2018, com reposição de 02,00 Mg ha⁻¹, em setembro de 2019, a lanço, não obteve diferença significativa entre os tratamentos testado para variável tecnológica população de planta, este resultado demonstra que a plantabilidade, germinação e sobrevivência da semente, alcançaram seu objetivo, por não ocorrer variação na população esperada, conforme especificada para variedade implantada.

Resultado semelhante foi encontrado por Vendruscolo et al (2021) trabalhando na cultura do feijoeiro, utilizando niacina como indutor de fotossíntese, não encontrou diferença significativa entre os tratamentos testados, relata ainda que os dois experimentos foram conduzidos e, em ambos, os tratamentos foram definidos pela aplicação de Niacina ou Tiamina em cinco diferentes dosagens (0,00; 5,00; 10,00; 15,00 e 20,00 mg kg⁻¹). Resultado contrário foi encontrado em trabalho realizado por Amaral et al (2020) com uso de biofertilizante pó de rocha e esterco bovino encontrou diferença significativa na altura de planta, relata também que os fatores bióticos e abióticos não interferem em uma planta saudável e bem nutrida, sendo assim ela expressa sua condição genética total.

Tabela 4. Valores médios das características agronômicas para cultura da soja, cultivar HO APORE, em função das doses crescente do remineralizador fosfato natural reativo da Morro Verde Fertilizantes, Pratápolis, Minas Gerais, implantado na Fazenda São Leopoldo, pelo Núcleo de Estudo e Pesquisa em Fitotecnia no Município de Rio Verde, estado de Goiás, 2021.

TRAT	Doses kg ha ⁻¹	PP	IF	AP (cm)
T1	zero	13,75	43,50	61,50
T2	200	13,75	39,75	61,50
T3	300	14,00	37,50	69,50
T4	400	12,75	38,25	62,00
T5	500	13,00	40,75	69,25
T6	600	12,75	38,00	65,00
CV (%)	-	17,21	11,51	6,51
DMS	-	5,27	10,48	9,69

TRAT: Tratamentos; Doses kg ha⁻¹: Dose em quilograma por hectare; PP: População de planta; IF: Índice fotossintético; AP: Altura de planta. Médias sem letra na coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Visualiza-se na Tabela 5 para as variáveis tecnológicas altura de inserção da primeira vagem, número de galhos, e número de vagens por planta, também não foi possível detectar diferença significativa entre os tratamentos utilizados. Resultado contrário foi encontrado em pesquisa feita por Almeida Júnior et al (2020), com diferentes doses de remineralizador de solo na cultura da soja, foi possível verificar diferença significativa na variável tecnológica altura de inserção de primeira vagem, relata ainda que os fatores bióticos e abióticos não interferem em uma planta saudável e bem nutrida, sendo assim ela deve expressa sua condição genética total.

Resultado semelhante foi encontrado por Almeida Júnior et al (2020), com diferentes doses de remineralizador de solo na cultura da soja, não foi possível verificar diferença significativa na variável tecnológica número de galhos por planta, não diferendo entre os tratamentos testados.

Resultado contrário ao encontrado nesta pesquisa foi encontrado por Silva et al (2019) em condições de campo e trabalhando com diferentes doses de remineralizador

basalto obteve diferença significativa para variável tecnológica número de vagens por planta entre os tratamentos trabalhados na cultivar de soja M-Soy 8372 Ipro.

Tabela 5. Valores médios das características agronômicas para cultura da soja, cultivar HO APORE, em função das doses crescente do remineralizador fosfato natural reativo da Morro Verde Fertilizantes, Pratápolis, Minas Gerais, implantado na Fazenda São Leopoldo, pelo Núcleo de Estudo e Pesquisa em Fitotecnia no Município de Rio Verde, estado de Goiás, 2021.

TRAT	Doses kg ha ⁻¹	AIPV (cm)	NG	NVPP
T1	zero	4,25	1,50	45,25
T2	200	4,50	1,75	51,25
T3	300	4,00	2,50	56,75
T4	400	4,25	2,00	57,00
T5	500	4,75	1,75	55,00
T6	600	4,25	2,00	50,25
CV (%)	-	14,18	30,12	19,78
DMS	-	1,41	1,32	23,91

TRAT: Tratamentos; Doses kg ha⁻¹: Dose em quilograma por hectare; AIPV: Altura de inserção da primeira vagem; NG: Número de galhos; NVPP: Número de vagens por planta. Médias sem letra na coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Detecta-se na Tabela 6 para variável tecnológica peso de mil grãos, não foi possível detectar diferença significativa entre os tratamentos utilizados, já para variável tecnológica produtividade em quilogramas por hectare ocorreu diferença significativa entre os tratamentos testados, sendo que o tratamento que obteve o maior valor em produtividade foi o T6 com uma média de 4.571 quilogramas por hectare e o tratamento se assemelhando aos tratamentos T5, T2 e T3, com as respectivas médias 3.830; 3825 e 3.529 quilogramas por hectare. Resultado contrario ao encontrado nesta pesquisa foi encontrado por Amaral et al (2020) realizou trabalho na cultura da soja com biofertilizante pó de rocha e esterco bovino mais inoculante liquido em diferentes doses obteve diferença significativa em peso de mil grãos, afirma ainda que o consorcio entre pó de rocha com esterco bovino pode obter melhores valor do que aplicado em separado. Resultado

semelhante foi encontrado por Bizão, (2014), a aplicação de FMX nas doses de 3 a 20 Mg ha⁻¹ atende à demanda de K exigido pelas culturas da soja e do milho, em sucessão. O FMX teve a mesma liberação de K comparada ao KCl em Latossolo Vermelho Amarelo cultivado com soja e milho. Para um solo que possui um teor de K da ordem de 0,22 cmolcdm⁻¹, a dosagem de FMX equivalente a 5 Mg ha⁻¹ pode ser recomendada para atender à manutenção da cultura da soja e do milho.

Tabela 6. Valores médios das características agrônômicas para cultura da soja, cultivar HO APORE, em função das doses crescente do remineralizador fosfato natural reativo da Morro Verde Fertilizantes, Pratápolis, Minas Gerais, implantado na Fazenda São Leopoldo, pelo Núcleo de Estudo e Pesquisa em Fitotecnia no Município de Rio Verde, estado de Goiás, 2021.

TRAT	Doses kg ha ⁻¹	PMG (g)	P Kg ha ⁻¹
T1	zero	172,50	3.413 ab
T2	200	173,75	3.825 ab
T3	300	170,00	3.529 ab
T4	400	162,75	3.271 b
T5	500	177,50	3.830 ab
T6	600	182,25	4.571 a
CV (%)	-	13,62	14,38
DMS	-	54,17	1236,18

TRAT: Tratamentos; Doses kg ha⁻¹: Dose em quilograma por hectare; PMG: Peso de mil grãos; P Kg ha⁻¹: Produtividade em quilogramas por hectare. Médias sem letra na coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

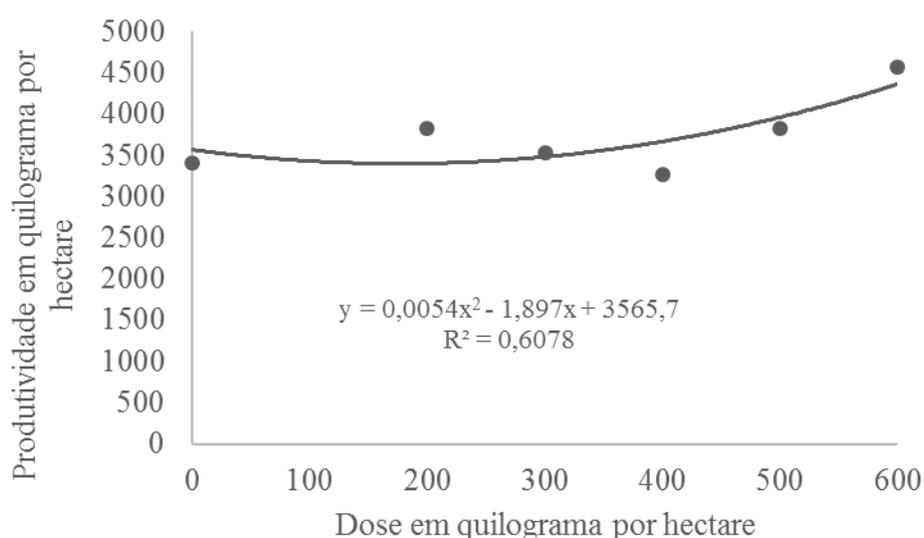
Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Observa-se a curva polinomial de segunda ordem (Figura 2), para característica agrônômica, P Kg ha⁻¹: Produtividade em quilogramas por hectare, na cultura da soja, cultivar HO APORE, em função das doses crescente do remineralizador fosfato natural reativo, onde foi possível calcular o ponto de máxima eficiência técnica que obteve o valor de 176 quilogramas por hectares do remineralizador fosfato natural reativo.

Resultado semelhante foi encontrado em trabalho realizado por Almeida Júnior et al (2021), utilizando remineralizador de solo micaxisto em substituição aos fertilizantes

convencionais pela primeira vez na área experimental, com a cultura do milho, obteve resultado positivo através da resposta na produtividade em comparação ao controle absoluto “dose zero” e manteve uma média de produtividade dentro dos patamares ideais para região.

Figura 2. Curva polinomial de segunda ordem, para característica agronômica, P Kg ha⁻¹: Produtividade em quilogramas por hectare, na cultura da soja, cultivar HO APORE, em função das doses crescente do remineralizador fosfato natural reativo da Morro Verde Fertilizantes, Pratápolis, Minas Gerais, implantado na Fazenda São Leopoldo, pelo Núcleo de Estudo e Pesquisa em Fitotecnia no Município de Rio Verde, estado de Goiás, 2021.



Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

CONCLUSÃO

Com base nos dados estatísticos analisados neste trabalho, pode-se concluir que o uso do remineralizador fosfato natural reativo é uma opção a mais para ser utilizado como fertilizante na cultura da soja, mesmo sendo utilizado em substituição pela primeira vez, apresentou resultado positivo para a produtividade e variáveis tecnológicas mensuradas.

Esta pesquisa irá ser desenvolvida por mais quatro safras para confirmar a eficiência do remineralizador basalto em substituição ao fertilizante convencional em função da sua disponibilidade lenta para planta.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos especiais ao Engenheiro Agrônomo e proprietário da fazenda São Leopoldo, Sandro José Henkez por ter disponibilizado a área, insumos necessários, máquinas agrícolas com seus devidos operadores para condução deste projeto e aos componentes do Núcleo de Estudos e Pesquisa em Fitotecnia pelas contribuições de maneira direta ou indireta, na implantação e condução deste projeto.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA JÚNIOR, J. J.; LAZARINI, E.; SMILJANIC, K. B. A.; SIMON, G. A.; MATOS, F. S. A.; BARBOSA, U. R.; SILVA, V. J. A. **Análise das variáveis tecnológicas na cultura da soja (*glycine max*) com utilização de remineralizador de solo como fertilizante.** Brazilian Journal of Development. Curitiba, v. 6, n. 8, p. 56835-56847 aug. 2020. ISSN 2525-8761. DOI:10.34117/bjdv6n8-190

ALMEIDA JÚNIOR, J. J.; SMILJANIC, K. B. A.; MATOS, F. S. A.; PEROZINI, A. C.; SILVA, R. F.; ARAÚJO, S. L.; DUTRA, J. M. **Milho em segunda safra com a utilização do remineralizador micaxisto em consórcio com fertilizante orgânico implantado no centro-oeste do Brasil.** Agricultura sustentável e lucrativa / Organizador Joaquim Júlio de Almeida Júnior. Ponta Grossa - PR: Atena, 2021. ISBN 978-65-5983-197-5. DOI 10.22533/at.ed.9752116063.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J. L. de M end SPAROVEK G. 2013. **Köppen's Climate Classification Map for Brazil.** Meteorologische Zeitschrift 711–728. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Acesso em: 19/11/2020.

AMARAL, G. C.; BERTI, M. P. S.; SILVA, A. A.; SILVA JUNIOR, G. S.; CUSTÓDIO, J. C.; PEIXOTO, W. A. **Características agronômicas da soja em função da adubação com pó de rocha e biofertilizante.** Revista Cultura Agronômica. v.29, n.4, p.437-447, 2020. ISSN 0104-1010. <http://dx.doi.org/10.32929/2446-8355.2020v29n4p437-447>.

BIZÃO, A. A. Agrominerais silicatados como fornecedores de potássio e outros nutrientes para soja e milho em latossolo Vermelho-Amarelo. **Dissertação** (Mestrado em Ciências Agrárias - Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, 2014. 61f.

DETTMER, C. A; GUILHERME, D. O; NETO, J. F; DETTMER, T. L; ABREU, U. G. **P. Produtividade em milho safrinha a partir do uso do “pó de rocha” como fonte de adubação.** V Congresso internacional das ciências agrárias. 2020. Universidade Católica Dom Bosco. Campo Grande – MS. ISSN: 2526-7701. DOI: 10.31692/2526-7701

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília, 2013. 353 p. 3ª edição. ISBN 978-85-7035-198-2

FERREIRA, D. F; **SISVAR: A Guide for its Bootstrap procedure in multiple comparisons.** *Ciência e Agrotecnologia.* [online]. 2014, vol.38, n.2, pp. 109-112. Disponível em: ISSN 1413-7054. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1413-70542014000200001&script=sci_abstract&tlng=pt. Acesso em: 13/07/2020.

RAIJ, B. V; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Ed.). Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. **Campinas: Instituto Agrônomo**, 2001. 285p.

SILVA, V. J. A; ALMEIDA JÚNIOR, J. J; MATOS, F. S. A; SMILJANIC, K. B. A; FERREIRA, M. C; MIRANDA, B. C. **Avaliação dos caracteres agrônômicos da soja tratada com doses crescentes de pó de rocha.** IV Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar II Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar. 2019. ISSN 2527-2500

VENDRUSCOLO, E. P; OLIVEIRA, P. E; RODRIGUES, A. H. A; CORREIA, S. R; CAMPOS, L. F. C. C; SELEGUINI, A; DE LIMA, S. F. **Chlorophyll concentration and production of *Urochloa decumbens* treated with diazotrophic bacteria and thiamine in the Brazilian Cerrado.** *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales (2021) Vol. 9(1):134–137* 134. (ISSN: 2346-3775). doi: 10.17138/TGFT(9)134-137.

Recebido em: 10/07/2022

Aprovado em: 12/08/2022

Publicado em: 20/08/2022