

Consórcio de remineralizadores de solo utilizado na cultura da soja em solos da região de cerrado

Consortium of soil remineralizers used in soybean culture in soils in the cerrado region

Joaquim Júlio Almeida Júnior^{1*}, Katya Bonfim Ataidés Smiljanic¹, Francisco Solano Araújo Matos¹, Rogério Machado Pereira¹, Aristóteles Mesquita de Lima Netto¹, Uessiley Ribeiro Barbosa¹, Flávio Reis Albino¹, Vinicius Gabriel Gomes Rodrigues Dourado¹, June Faria Scherrer Menezes², Uessiley Ribeiro Barbosa¹, Beatriz Campos Miranda¹, Victor Júlio Almeida Silva³

RESUMO

O uso de fertilizantes derivados remineralizadores permite maior aproveitamento dos nutrientes minerais do solo, em consórcio com biológicos, ocorre o aumento da atividade biológica no solo proporciona a disponibilidade de novos nutrientes. O experimento foi implantado no ano 2020/2021, na fazenda São Leopoldo, no município de Rio Verde, estado de Goiás, em Sistema Plantio Direto na palha. O objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de diferentes remineralizadores, e os componentes de produção e produtividade da soja cultivada em solos da região de Cerrado. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, e quatro fatores de tratamentos remineralizadores micaxisto, basalto, fosfato natural reativo e fertilizante Kcl[®], com 14 níveis. As características agrônômicas, 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 dos remineralizadores micaxisto, basalto e fertilizante orgânico fosfato natural reativo mostraram eficaz em consórcio entre si e com fertilizante mineral solúvel (kcl) em primeiro ano sendo aplicado.

Palavras-chave: Micaxisto; Basalto; Fosfato natural reativo; K-forte; Agricultura regenerativa;

ABSTRACT

The use of fertilizers derived from remineralizers allows greater use of mineral nutrients in the soil, in consortium with biological ones, there is an increase in biological activity in the soil, providing the availability of new nutrients. The experiment was implemented in the year 2020/2021, on the São Leopoldo farm, in the municipality of Rio Verde, state of Goiás, in a no-tillage system. The objective of this work was to evaluate the use of different remineralizers, and the components of production and productivity of soybean cultivated in soils in the Cerrado region. The experimental design was in randomized blocks with four replications, and four factors of remineralizing treatments micaschist, basalt, reactive rock phosphate and Kcl fertilizer[®], with 14 levels. The agronomic characteristics, plant population, photosynthetic index, plant height, height of insertion of the first pod, number of branches, number of pods per plant and weight of one thousand grains were measured outside the experimental plot. Data were analyzed using the SISVAR program proposed by Ferreira (2014). It concludes that the use of remineralizers micaschist, basalt and

¹ UniFIMES – Centro Universitário de Mineiros

*joaquimjuliojr@gmail.com

² UniRV – Universidade de Rio Verde

³ FAR – Faculdade Almeida Rodrigues

reactive natural phosphate organic fertilizer were effective in consortium with each other and with soluble mineral fertilizer (kcl) in the first year being applied.

Keywords: Micaschist; Basalt; Reactive natural phosphate; K-strong; Regenerative agriculture;

INTRODUÇÃO

A soja teve origem na China antiga e foi utilizada como base alimentar por cinco mil anos como um importante produto de consumo, que cresceu significativamente e está entre os grãos mais produtivos do mundo. Esse crescimento se deve à versatilidade no uso de seus grãos, bem como, ao aumento da população mundial e do consumo de biocombustíveis derivados da soja, que estima aumentar a produtividade da cultura em 3,2% ao ano (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2020).

A soja possui uma variedade de usos que a tornam amplamente utilizada na agroindústria, incluindo produção de óleo vegetal, fabricação de alimentos, ração animal, e sua importância na indústria química.

Seus grãos são ricos em óleo e proteína, que podem ultrapassar 20% e 40%, respectivamente, e possuem propriedades de produção de biodiesel. As deficiências nutricionais em solos agrícolas brasileiros representam uma tendência de crescente preocupação no futuro próximo, sendo que na soja, a fertilidade do solo é considerada um dos principais fatores que contribuem para o declínio da produtividade de grãos.

Os mais importantes nutrientes que as culturas requerem são nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). O fósforo é um nutriente limitante da produtividade da soja em solos tropicais, sua importância vem da presença direta nos componentes estruturais das células e em componentes metabólicos móveis que armazenam energia, como o trifosfato de adenosina (ATP), assim, o fósforo torna-se um elemento essencial para o desenvolvimento da planta.

Mais recentemente, em cenários agrícolas, pesquisas com insumos de rochas básicas (remineralizadores) têm sido desenvolvidas como alternativa ou complemento ao uso de fertilizantes solúveis, além de reduzir o uso de fertilizantes e o impacto ambiental, o uso desse tipo de insumo também pode aumentar a produtividade das culturas.

Em pesquisa realizada em diversas culturas mostrou que o uso da rochagem na agricultura pode proporcionar vantagens econômicas, ambientais e produtivas significativas para as culturas de soja, milho, arroz, mandioca e cana-de-açúcar em

relação à adubação convencional, NPK solúvel. O uso de matéria orgânica (compostagem) e agentes bacterianos como microrganismos específicos tem ganhado espaço no manejo agrícola, pois aumenta a fertilidade do solo e, portanto, apresenta maiores produtividades (ALMEIDA JÚNIOR et al., 2020).

O uso de fertilizantes derivados do pó de rocha (remineralizadores) permite maior aproveitamento dos nutrientes minerais do solo, com aumento da atividade biológica proporciona a disponibilidade de novos nutrientes no solo.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o uso de diferentes remineralizadores e os componentes de produção e produtividade da soja cultivada nos solos da região do Cerrado.

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.

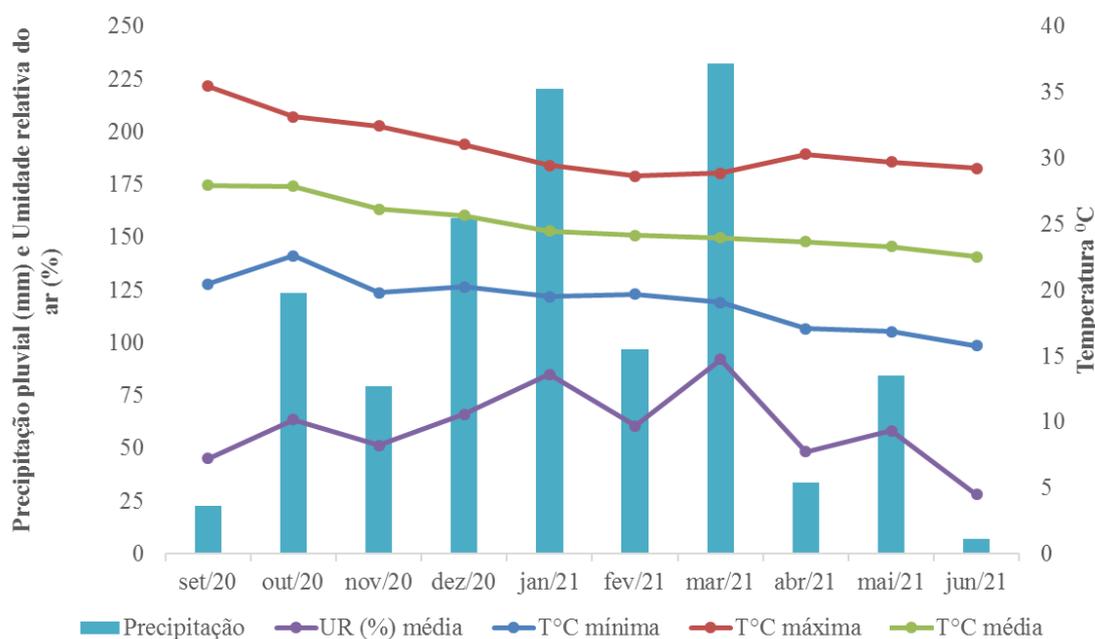
Conforme classificação de Köppen (2013) a predominância do clima na região é o tipo e Aw, tropical úmido com chuva na estação do verão e na estação de inverno seca.

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 Itumbiara, estado de Goiás, 2021.

O local onde foi instalado 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), área foi ocupada há vários anos com culturas anuais.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições, e quatro fatores de tratamentos ”remineralizador micaxisto, remineralizador basalto, remineralizador fosfato natural reativo e fertilizante Kcl”, com 14 níveis, sendo descrito da seguinte forma: T1: 0,0 Mg ha⁻¹ (controle negativo); T2: Dose anual de 60 kg de K₂O na forma de micaxisto (2.000 Mg por hectare), 2 Mg por hectare de basalto e 400 kg Fosfato natural reativo hectare; T3: Dose anual de 120 kg de K₂O na forma de micaxisto (4 Mg por hectare), 2 Mg por hectare de basalto e 400 kg Fosfato natural reativo hectare; T4: Dose anual de 60 kg de K₂O na forma de Kcl (100 kg de Kcl), 2 Mg por hectare de basalto e 400 kg Fosfato natural reativo hectare; T5: Dose anual de 120 kg de K₂O na forma de Kcl (200 kg de Kcl), 2 Mg por hectare de basalto e 400 Mg Fosfato natural reativo hectare; T6: Dose única de 60 Mg de K₂O na forma de micaxisto (2 Mg por hectare), 2 kg por hectare de basalto e 400 Mg Fosfato natural reativo hectare; T7: Dose única de 120 Kg de K₂O na forma de micaxisto (4 Mg por hectare), 2 Mg por hectare de

basalto e 400 Kg Fosfato natural reativo hectare; T8: Dose única de 240 kg de K₂O na forma de micaxisto (8 Mg por hectare), 2 Mg por hectare de basalto e 400 kg Fosfato natural reativo hectare; T9: Dose única de 480 kg de K₂O na forma de micaxisto (16 Mg por hectare), 2.000 Mg por hectare de basalto e 400 kg Fosfato natural reativo hectare; T10: Dose única de 960 kg de Micaxisto (32 Mg por hectare) e 400 kg Fosfato natural reativo hectare; T11: Aplicação anual 30 kg de K₂O na forma de micaxisto (1 Mg por hectare) e 30 kg de K₂O na forma de Kcl (50 kg por hectare), 2 Mg por hectare de basalto e 400 kg Fosfato natural reativo hectare; T12: Aplicação anual 60 kg de K₂O na forma de micaxisto (2 Mg por hectare) e 60 kg de K₂O na forma de Kcl (100 kg por hectare), 2 Mg por hectare de basalto e 400 kg Fosfato natural reativo hectare; T13: Controle positiva aplicação anual 60 kg de K₂O na forma de Kcl (100 kg de Kcl) e 400 kg Fosfato natural reativo hectare; T14: Testemunha positiva aplicação anual 120 kg de K₂O na forma de Kcl (200 kg de Kcl) e 400 kg Fosfato natural reativo hectare.

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.

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 Raij 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.

| | CaCl2 | Ca+Mg | Ca | Mg | Al | H+Al | K | K | P(Mel) | S | B |
|---------|--------------------------------------------|----------------------------------|------|------|-----------------------|------|------------------------------------|-------------------|--------------------------------------|-------|--------|
| PROF | 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 |
| | Cu | Fe | Mn | Zn | Na | CTC | V | MO | Argila | Silte | Arreia |
| PROF | -----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 glicosidade, 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 como muito alto e alto. 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 | 253 | 168 | 42 | 0,94 | 0,92 | 0,95 | 0,92 | 0,94 | 0,97 |
| T2 | 0-10 | 92 | 62 | 29 | 0,68 | 0,51 | 0,76 | 0,51 | 0,6 | 0,92 |
| T3 | 0-10 | 67 | 52 | 30 | 0,65 | 0,48 | 0,73 | 0,48 | 0,69 | 0,78 |
| T4 | 0-10 | 57 | 41 | 27 | 0,53 | 0,36 | 0,61 | 0,36 | 0,44 | 0,79 |
| T5 | 0-10 | 54 | 123 | 35 | 0,75 | 0,5 | 0,87 | 0,5 | 0,8 | 0,94 |
| T6 | 0-10 | 213 | 127 | 38 | 0,93 | 0,87 | 0,96 | 0,87 | 0,94 | 0,98 |
| T7 | 0-10 | 241 | 105 | 33 | 0,86 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 0,82 | 0,97 |
| T8 | 0-10 | 123 | 80 | 29 | 0,75 | 0,65 | 0,81 | 0,65 | 0,66 | 0,95 |
| T9 | 0-10 | 284 | 106 | 33 | 0,85 | 0,82 | 0,87 | 0,82 | 0,85 | 0,88 |
| T10 | 0-10 | 233 | 97 | 33 | 0,86 | 0,8 | 0,89 | 0,8 | 0,8 | 0,97 |
| T11 | 0-10 | 269 | 104 | 35 | 0,86 | 0,8 | 0,88 | 0,8 | 0,82 | 0,95 |
| T12 | 0-10 | 256 | 116 | 37 | 0,88 | 0,84 | 0,9 | 0,84 | 0,91 | 0,89 |
| T13 | 0-10 | 225 | 90 | 35 | 0,82 | 0,76 | 0,85 | 0,76 | 0,82 | 0,87 |
| T14 | 0-10 | 136 | 85 | 30 | 0,78 | 0,68 | 0,84 | 0,68 | 0,7 | 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 Fertibio; 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.

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 óxidos analisados (%) (SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, P₂O₅, SO₃ 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 K α 1 operando em 40kV e 40mA, configuração Bragg-Brentano θ -2 θ ,

detector unidimensional *Lynxeye*®, 2Ø de 5° a 100° e passo de 0,01°. 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, K₂O), deve ser igual ou superior a 9% (nove por cento) em peso/peso;

III - Em relação ao teor de óxido de potássio (K₂O), 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 K₂O (Tabela 3, Tabela 4 e Tabela 5).

O cloreto de potássio (KCL) é um adubo do grupo dos potássicos que apresenta cerca de 58% de K₂O em sua composição. De acordo com a legislação, todo cloreto de potássio deve ser comercializado com no mínimo 58% de K₂O (Tabela 6).

Os resultados dos teores óxidos analisados do micaxisto obtido na análise, foi considerado adequado para o solo onde foi implantado o experimento. As análises foram feitas no Laboratório de Fertilidade do Solo da Exata e estão expressas na (Tabela 3).

Tabela 3. Resultados obtidos do remineralizador de solos micaxisto FMX da Pedreira Araguaia e Tratto Agronegócios, Aparecida de Goiânia, Goiás, 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 (%) | | | | | | |
|------------------------|---------|-----|-------|------------------|-----|------|
| P2O5 | SiO Ac. | CaO | Fe2O2 | K ₂ O | MgO | MnO |
| 0,2 | 30,2 | 3,3 | 3,9 | 3,7 | 2,3 | 0,6 |
| Micros elementos (ppm) | | | | | | |
| Co | Ni | Cu | Se | Zn | B | Mo |
| 22,4 | 64 | 50 | 0,1 | 50 | 100 | 25,2 |

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Os resultados dos teores óxidos analisados do basalto obtidos na análise, foi considerado adequados para o solo onde foi implantado o experimento. As análises foram feitas no Laboratório de Fertilidade do Solo da Exata e estão expressas na Tabela 4.

Tabela 4. Resultados obtidos do remineralizador de solos basalto da Goyaz Brita Ltda do Panamá, Goiás, 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 | Fe ₂ O ₃ | K ₂ O | MgO | MnO |
| 0,38 | 58,07 | 6,02 | 10,99 | 3,12 | 3,3 | 0,16 |

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

Os resultados dos teores óxidos analisados do remineralizador fosfato natural reativo obtidos na análise, foi considerado adequados para o solo onde foi implantado o experimento. As análises foram feitas no Laboratório de Fertilidade do Solo da Exata e estão expressas na Tabela 5.

Tabela 5. Resultados obtidos do remineralizador fosfato natural reativo da Morro Vermelho Fertilizantes, Planaltina, 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.

Os resultados dos teores óxidos analisados do fertilizante cloreto de potássio reativo obtido na análise, foi considerado adequados para o solo onde foi implantado o experimento. As análises foram feitas no Laboratório de Fertilidade do Solo da Exata e estão expressas na Tabela 6.

Tabela 6. Resultados obtidos do fertilizante cloreto de potássio pelo ponto de vista da percentagem analisada, 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.

| Nutriente analisado (%) |
|-------------------------|
| Kcl |
| 58 |

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Observa-se na Tabela 7 as variáveis tecnológica população de planta e não foi possível verificar diferença significativa entre os tratamentos em função das doses dos remineralizadores micaxisto, basalto, fertilizante mineral (Kcl) e Fertilizante orgânico “Fosfato natural reativo”. 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 em trabalho realizado por Ghizzoni et al (2021), com os seguintes tratamentos, estrume de galinha poedeira, estrume de galinha poedeira + pó de rocha, pó de rocha e controle (sem adição de fertilizante), que não obteve diferença significativa entre os tratamentos testado na variável tecnológica número de plantas por metro.

Percebe-se na Tabela 7, para a variável tecnológica índice fotossintético que ocorreu diferença significativa entre os tratamentos em função das doses dos remineralizadores micaxisto, basalto, fertilizante mineral (Kcl) e Fertilizante orgânico “Fosfato natural reativo”, que se mantiveram dentro do esperado para genética da variedade implantada. Resultado contrário foi encontrado por Vendruscolo et al (2021) trabalhando na cultura do feijoeiro, utilizando niacina como indutor de fotossíntese e 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).

Na Tabela 7 nota-se que para a variável tecnológica altura de planta, que também não foi possível verificar diferença significativa entre os tratamentos em função das doses dos remineralizadores micaxisto, basalto, fertilizante mineral (Kcl) e Fertilizante orgânico “Fosfato natural reativo”, mas as médias se mantiveram dentro do esperado para genética da variedade implantada. De forma semelhante, Araújo et al (2021) relatou para a cultura do milho, ao utilizar os tratamentos solo (sem adubação verde e sem rochagem),

mucuna-preta, feijão-guandu, Rochagem, Mucuna preta + rochagem e feijão-guando + rochagem, não encontrou diferença significativa entre os tratamentos testados para a variável tecnológica altura de plantas ao final do experimento, sendo que os tratamentos com rochagem, em separado ou em consórcio assemelharam aos demais tratamentos.

Tabela 7. Valores médios das características agrônômicas para cultura da soja, cultivar HO APORE, em função das doses dos remineralizadores micaxisto, basalto, fertilizante mineral (Kcl) e Fertilizante orgânico “Fosfato natural reativo”, implantado na Fazenda São Leopoldo, pelo Núcleo de Estudo e Pesquisa em Fitotecnia no Município de Rio Verde, estado de Goiás, 2021.

| TRAT | Ta | Mic (Mg) | Bas (Mg) | Kcl (Kg) | FNR (kg) | PP | IF | AP (cm) |
|---------------|----|----------|----------|----------|----------|-------|----------|---------|
| T1 | - | Zero | zero | zero | zero | 12,75 | 44,75 ab | 50,25 |
| T2 | DA | 2 | 2 | - | 400 | 12,25 | 43,50 ab | 60,25 |
| T3 | DA | 4 | 2 | - | 400 | 13,50 | 41,00 b | 62,00 |
| T4 | DA | - | 2 | 100 | 400 | 13,25 | 41,00 b | 62,50 |
| T5 | DA | - | 2 | 200 | 400 | 11,50 | 43,75 ab | 60,00 |
| T6 | DU | 2 | 2 | - | 400 | 13,00 | 42,00 ab | 60,75 |
| T7 | DU | 4 | 2 | - | 400 | 13,00 | 41,25 b | 55,75 |
| T8 | DU | 8 | 2 | - | 400 | 11,75 | 48,25 a | 58,00 |
| T9 | DU | 16 | 2 | - | 400 | 10,75 | 41,00 b | 57,50 |
| T10 | DU | 32 | - | - | 400 | 13,00 | 45,50 ab | 58,00 |
| T11 | DA | 1 | 2 | 50 | 400 | 13,00 | 42,75 ab | 53,75 |
| T12 | DA | 2 | 2 | 100 | 400 | 12,25 | 44,75 ab | 51,00 |
| T13 | DA | - | - | 100 | 400 | 11,00 | 41,00 b | 55,50 |
| T14 | DA | - | - | 200 | 400 | 10,50 | 42,75 ab | 53,00 |
| CV (%) | - | - | - | - | - | 15,54 | 6,19 | 8,91 |
| DMS | - | - | - | - | - | 4,80 | 6,74 | 12,83 |

TRAT: Tratamentos; Ta: Tipo de aplicação “dose anual ou única”; Mic: Remineralizador micaxisto; Bas: Remineralizador basalto; Kcl: Cloreto de potássio; FNR: Fosfato natural reativo; 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.

Nota-se na Tabela 8 para as variáveis tecnológicas, altura de inserção de primeira vagem, número de galhos e número de vagens por plantas, que não houve diferença significativa entre os tratamentos em função das doses dos remineralizadores micaxisto, basalto, fertilizante mineral (Kcl) e Fertilizante orgânico “Fosfato natural reativo”. Resultado semelhante foi encontrado em trabalho realizado por Alovisei et al (2021) em relação à altura da inserção do primeiro legume da cultura da soja após uso de diferentes

doses de pó de rocha, não foi possível verificar diferença significativas entre os tratamentos, porém, o autor afirma que o experimento ainda está sendo conduzido em campo e os dados coletados em longo prazo, por usar um material com disponibilidade lenta para cultura implantada.

Resultado semelhante foi encontrado em trabalho realizado por Almeida Júnior et al (2020), com remineralizador de solo na cultura da soja, não foi possível verificar diferença significativa na variável tecnológica número de galhos, mantendo dentro do esperado para características da cultivar implantada.

Resultado diferente ao encontrado neste trabalho foi conduzido 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 para a cultivar de soja M-Soy 8372 Ipro.

Tabela 8. Valores médios das características agronômicas para cultura da soja, cultivar HO APORE, em função das doses dos remineralizadores micaxisto, basalto, fertilizante mineral (Kcl) e Fertilizante orgânico “Fosfato natural reativo”, implantado na Fazenda São Leopoldo, pelo Núcleo de Estudo e Pesquisa em Fitotecnia no Município de Rio Verde, estado de Goiás, 2021.

| TRAT | Ta | Mic (Mg) | Bas (Mg) | Kcl (kg) | FNR (kg) | AIPV (cm) | NG | NVPP |
|---------------|----|----------|----------|----------|----------|-----------|-------|-------|
| T1 | - | zero | zero | zero | zero | 5,25 | 2,50 | 52,00 |
| T2 | DA | 2 | 2 | - | 400 | 4,50 | 3,00 | 55,50 |
| T3 | DA | 4 | 2 | - | 400 | 4,50 | 2,50 | 59,50 |
| T4 | DA | - | 2 | 100 | 400 | 4,50 | 2,00 | 46,75 |
| T5 | DA | - | 2 | 200 | 400 | 4,75 | 2,00 | 46,25 |
| T6 | DU | 2 | 2 | - | 400 | 4,75 | 2,50 | 53,00 |
| T7 | DU | 4 | 2 | - | 400 | 4,75 | 1,75 | 46,00 |
| T8 | DU | 8 | 2 | - | 400 | 5,00 | 2,25 | 50,50 |
| T9 | DU | 16 | 2 | - | 400 | 5,00 | 2,25 | 48,25 |
| T10 | DU | 32 | - | - | 400 | 5,00 | 1,75 | 47,25 |
| T11 | DA | 1 | 2 | 50 | 400 | 5,00 | 2,25 | 51,75 |
| T12 | DA | 2 | 2 | 100 | 400 | 5,00 | 1,50 | 53,00 |
| T13 | DA | - | - | 100 | 400 | 5,25 | 2,00 | 46,25 |
| T14 | DA | - | - | 200 | 400 | 5,50 | 2,50 | 54,75 |
| CV (%) | - | - | - | - | - | 11,49 | 36,23 | 16,02 |
| DMS | - | - | - | - | - | 1,42 | 2,01 | 20,54 |

TRAT: Tratamentos; Ta: Tipo de aplicação “dose anual ou única”; Mic: Remineralizador micaxisto; Bas: Remineralizador basalto; Kcl: Cloreto de potássio; FNR: Fosfato natural reativo; AIPV: altura da inserção do primeiro legume; 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 9) para variável tecnológica peso de mil grãos a significância entre os tratamentos em função das doses dos remineralizadores micaxisto, basalto, fertilizante mineral (Kcl) e Fertilizante organico “Fosfato natural reativo”, que o tratamento com maior eficiencia em resposta ao peso foi encontrado no tratamento T5, com uma média de 181 grama. Resultado semelhante foi encontrado em trabalho realizado por Silva et al (2019) em condições de campo e trabalhando com diferentes doses de remineralizador basalto obteve diferença significativa para variável tecnológica peso de mil grãos entre os tratamentos para cultivar de soja M-Soy 8372 Ipro.

A Tabela 9 mostra para a variável tecnológica produtividade em quilograma por hectare diferença significativa entre os tratamentos em função das doses dos remineralizadores micaxisto, basalto, fertilizante mineral (Kcl) e Fertilizante organico “Fosfato natural reativo”, e registra que o tratamento com a maior média (3.967 kg ha⁻¹) foi encontrado no tratamento T4 com uso de fertilizante Kcl (solúvel) e fertilizante organico “Fosfato natural reativo”, assemelhando-se aos tratamentos T1, T2, T3, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T11 e T12. Este resultado é extremamente importante por mostrar que o uso de fertilizante solúvel (Kcl) em consórcio com fertilizante orgânico (fosfato natural reativo) produziram os mesmos resultados em comparação com uso dos remineralizadores micaxisto, basalto. Mostra ainda que, entre o melhor e o menor resultado a diferença é baixa, o que indica que, com uso de remineralizadores de baixa solubilidade nos primeiros anos, o resultado se mostra altamente satisfatório em virtude do custo benefício elevado dos remineralizadores e residual para as próximas safras. Pode-se inferir que esta diferença se justifica em função da alta taxa biológica do solo, conforme a análise biológica “BioAS” (Tabela 2). Resultado semelhante foi encontrado em trabalho realizado por Silva et al (2019) em condições de campo e trabalhando com diferentes doses de remineralizador basalto que obteve diferença significativa para variável tecnológica produtividade em quilograma por hectare entre os tratamentos trabalhados na cultivar de soja M-Soy 8372 Ipro.

Tabela 9. Valores médios das características agronômicas para cultura da soja, cultivar HO APORE, em função das doses dos remineralizadores micaxisto, basalto, fertilizante mineral (Kcl) e Fertilizante organico “Fosfato natural reativo”, implantado na Fazenda

São Leopoldo, pelo Núcleo de Estudo e Pesquisa em Fitotecnia no Município de Rio Verde, estado de Goiás, 2021.

| TRAT | Ta | Mic (Mg) | Bas (Mg) | Kcl (kg) | FNR (kg) | PMG (g) | P Kg ha ⁻¹ |
|---------------|----|----------|----------|----------|----------|-----------|-----------------------|
| T1 | - | zero | zero | zero | zero | 160,00 ab | 2.895 bc |
| T2 | DA | 2 | 2 | - | 400 | 171,00 ab | 3.913 ab |
| T3 | DA | 4 | 2 | - | 400 | 162,50 ab | 3.559 abc |
| T4 | DA | - | 2 | 100 | 400 | 168,50 ab | 3.967 a |
| T5 | DA | - | 2 | 200 | 400 | 181,00 a | 3.634 abc |
| T6 | DU | 2 | 2 | - | 400 | 161,00 ab | 3.421 abc |
| T7 | DU | 4 | 2 | - | 400 | 166,50 ab | 3.142 abc |
| T8 | DU | 8 | 2 | - | 400 | 165,25 ab | 3.500 abc |
| T9 | DU | 16 | 2 | - | 400 | 174,50 ab | 3.470 abc |
| T10 | DU | 32 | - | - | 400 | 176,75 ab | 3.446 abc |
| T11 | DA | 1 | 2 | 50 | 400 | 164,25 ab | 3.279 abc |
| T12 | DA | 2 | 2 | 100 | 400 | 163,50 ab | 2.942 abc |
| T13 | DA | - | - | 100 | 400 | 157,00 ab | 2.783 c |
| T14 | DA | - | - | 200 | 400 | 155,25 b | 2.637 c |
| CV (%) | - | - | - | - | - | 6,04 | 12,46 |
| DMS | - | - | - | - | - | 25,37 | 1.047,81 |

TRAT: Tratamentos; Ta: Tipo de aplicação “dose anual ou única”; Mic: Remineralizador micaxisto; Bas: Remineralizador basalto; Kcl: Cloreto de potássio; FNR: Fosfato natural reativo; PMG: peso de mil grãos; P Kg ha⁻¹: produtividade em quilograma por hectare. Médias sem letra na coluna não diferem significativamente a 5% de probabilidade, pelo teste Tukey.

Fonte: Dados da pesquisa, 2021.

CONCLUSÃO

Pode-se concluir com este trabalho, que o uso dos remineralizadores micaxisto, basalto e fertilizante orgânico fosfato natural reativo se mostraram eficaz em consórcio entre si e com fertilizante mineral solúvel (kcl) em primeiro ano de aplicação em virtude do ganho de peso de mil grãos e a produtividade por hectare.

Está pesquisa irá ser desenvolvida por mais quatro safras utilizando as mesmas dose e produtos na mesma área para confirmar a eficiência dos remineralizador 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

ALOVISI, A. M. T; RODRIGUES, R. B; ALOVISI, A. A; TEBAR, M. M; VILLALBA, L. A; MUGLIA, G. R. P; SOARES, M. S. P; TOKURA, L. K; CASSOL, C. J; SILVA, R. S; TOKURA, W. I; GNING, A; KAI, P. M. **Uso do pó de rocha basáltica como fertilizante alternativo na cultura da soja.** Research, Society and Development, v. 10, n. 6, e33710615599, 2021. ISSN 2525-3409. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i6.15599>

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.

ARAÚJO, V. L; da SILVA, S. A. S; FARIA, V. D. S; ARAÚJO, M. L. M; BIZERRA, J. L. M; TREVISAN, M. H; SANTOS, I. F; LIMA, G. G; SILVA, R. O. **Manejo do solo com plantas adubadeiras e rochagem e os efeitos no crescimento do milho.** Ibero-American Journal of Environmental Sciences. Jul 2021 - v.12 - n.7, ISSN: 2179-6858.

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

GHIZZONI, J. C; GOTZ, L. F; CASTAMANN, A; ONESKO, J. C; BAMPI, E; de SÁ, K. R. **Maize yield and nutrition after different application forms of rock powder and Manure.** Research, Society and Development, v. 10, n. 8, e31110817285, 2021. ISSN 2525-3409. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17285>.

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 agronômicos 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