

Parâmetros fitotécnicos e edáficos na cultura da soja (*Glycena max*) e a arroz (*Oryza sativa*) em classes de solos com uso de remineralizador de micaxisto

Phytotechnical and edaphic parameters in soybean (*Glycena max*) and rice (*Oryza sativa*) culture in soil classes with micaxist remineralizer use

Parámetros fitotécnicos y edáficos en cultivo de soja (*Glycena max*) y arroz (*Oryza sativa*) en clases de suelo con uso de remineralizador micaxist

Recebido: 03/09/2022 | Revisado: 16/09/2022 | Aceitado: 17/09/2022 | Publicado: 24/09/2022

João Paulo Vilela Castro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8370-0322>
Universidade Federal de Goiás, Brasil
E-mail: vilelajp21@gmail.com

Wilson Mozena Leandro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3141-1588>
Universidade Federal de Goiás, Brasil
E-mail: leandro@ufg.com

Eliana Paula Fernandes Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4474-4653>
Universidade Federal de Goiás, Brasil
E-mail: elianafernandesufg@gmail.com

Karla Rennyellen Santos Ferreira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3934-1905>
Universidade Federal de Goiás, Brasil
E-mail: karlaferreira.agro@gmail.com

Carolina Brom Aki de Oliveira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4525-2223>
Universidade Federal de Goiás, Brasil
E-mail: bromaki@yahoo.com.br

Priscyla Batista Passos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6747-9843>
Faculdade UniAraguaia, Brasil
E-mail: priscylabep@hotmail.com

Resumo

A agricultura brasileira segue obtendo recordes em exportações agrícolas gerando divisase saldos positivos na Balança Comercial e assegurando à segurança alimentar devida neste processo de pandemia mundial. Como a maioria dos insumos NPK são importados desta importação 90% são aquisição de Cloreto de Potássio (KCl). Buscam-se fontes alternadas com potencial na recuperação/manutenção dos índices de fertilidade, que são os remineralizadores ou agrominerais. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (EA/UFG), Goiânia, Goiás. O experimento é representado por dois solos típicos do Cerrado goiano. Os tratamentos foram doses crescentes do remineralizador (0, 30, 60, 120 e 240 kg. ha⁻¹ de K₂O) em referência dois produtos: um remineralizador registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento o FMX e fonte solúvel o cloreto de potássio (KCl). O estudo contou com a obtenção de variáveis altura, diâmetro de base, número de folhase trifólios para soja (*Glycena max*) e número de folhas e perfilhos para cultura do arroz (*Oryza sativa*).

Palavras-chave: Remineralizador; Micaxisto; Adubação potássica.

Abstract

Brazilian agriculture continues to obtain records in agricultural exports, generating foreign exchange and positive balances in the Trade Balance and ensuring with food security due in this pandemic process in which the world is facing. As most NPK inputs are imported and 90% of this import is represented by the acquisition of Potassium Chloride (KCl). Alternate sources with the potential to recover / maintain fertility rates are sought, which are remineralizers or agrominerals. The experiment was carried out in a greenhouse at the Faculty of Agronomy of the Federal University of Goiás (EA / UFG), Goiânia, Goiás. The experiment is represented by two typical soils from the Cerrado of Goiás. The treatments were increasing doses of the KVB-K remineralizer (0, 30, 60, 120 and 240 kg. ha⁻¹ of K₂O) in reference to two products: a remineralizer registered with the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply, FMX and soluble source of chloride potassium (KCl). The study had the obtainment of variables height, base

diameter, number of leaves and trifolios for soybeans (*Glycena max*) and number of leaves and tillers for rice cultivation (*Oryza sativa*).

Keywords: Remineralizer; Mica shale; Potassium fertilization.

Resumen

La agricultura brasileña sigue alcanzando récords en las exportaciones agrícolas, generando divisas y saldos positivos en la Balanza Comercial y garantizando la seguridad alimentaria debida en este proceso de pandemia mundial. Como la mayoría de los insumos de NPK son importados, en 90% de esta importación es la adquisición de Cloruro de Potasio (KCl). Se buscan alternas con potencial en la recuperación/mantenimiento de los índices de fertilidade, que son remineralizantes o agríminerales. El experimento fue realizado en invernadero en la Facultad de Agronomía de la Universidad Federal de Goiás (EA/UFG), Goiânia, Goiás. Los tratamientos fueron dosis crecientes del remineralizante (0, 30, 60, 120, 240 kg. ha⁻¹ de K₂O) en referencia a dos productos: un remineralizador registrado en el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Abastecimiento, FMX y una fuente soluble, cloruro de potássio (KCl). El estudio consistió en obtener las variables altura, diámetro de la base, número de hojas y tréboles para soja (*Glycena max*) y número de hojas y macollos para arroz (*Oryza sativa*).

Palabras clave: Remineralizante; Micaesquisto; Fertilización con potássio.

1. Introdução

A agricultura brasileira vem demonstrando sua potencialidade e diversibilidade produtiva ao mundo. Nos últimos anos são apresentados os crescentes recordes nas exportações de produtos alimentícios, mesmos com os entraves logísticos. Assim, o agronegócio brasileiro vem apresentando saldos positivos na Balança Comercial e ofertade empregos gerados, o que altera o panorama socioeconômico em que nosso país se encontra.

Para o ano de 2020 são esperados a aquisição de 29,6 milhões de toneladas importadas de fertilizantes, motivados pela produção de soja e milho, volume será 3% inferior em 2020 em comparação ao ano de 2019, mesmo assim o volume adquirido serão segundo maior da história, conforme relatório semestral Rabobank, 2020. A aquisição de insumos pode abranger de 30 a 40% dos custos fixos de produção, onerando o produtorno momento de aquisição de fertilizantes.

No objetivo de redução dos custos, produtores vêm buscando fontes alternativas que possam apresentar potencial na recuperação/manutenção dos índices de fertilidade. À medida que o grau de intemperismo avança ocorre a liberação do nutriente, que no casodo Potássio começa a participar da nutrição das plantas (Raij, 2011). Os remineralizadoresou agróminerales podem apresentar diversas origens e composições, sendo necessário que se assegure sua funcionalidade agrônômica (Mattos et al., 2017).

Neste contexto o objetivo do trabalho será o de avaliar a eficiência do remineralizador de micaxisto HBV-K, geologia do Grupo Araxá, no desenvolvimento morfológico das culturas de soja e arroz.

2. Metodologia

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Fazenda Experimental do Campus II da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Goiás (UFG), no município de Goiânia. O clima enquadra-se com B2 WB 42' (Lobato, 1978). Apresenta temperatura média de 21°C, com máxima de 29°C. Com precipitação pluviométrica média anual de 1.487,2 mm.

Os solos utilizados foram o Latossolo Vermelho distrófico (LVd), de textura argilosa (480 g. kg⁻¹ argila), coletado na cidade de Santo Antônio de Goiás e Latossolo Amarelo (LAM) de textura média (170 g. kg⁻¹ argila) coletado em Aparecida de Goiânia. A análise granulométrica completa e química do solo é apresentada nas Tabelas 1 e 2 respectivamente. Todas as análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Solos e Substratos da Escola de Agronomia (E.A/U.F.G).

Os solos com baixo teor de potássio foram secos ao ar, peneirados em malha de 2mm, dispostos em vasos de 9 litros (0,009 m³). A calagem foi realizada com calcário dolomítico com base no método de elevação da Saturação de Bases do Solo para 60% (Sousa & Lobato, 2004).

Tabela 1. Análise física representativas dos solos utilizados no experimento em casa de vegetação. Goiânia, GO. 2020.

Solo	Argila	Silte	Areia
	g. kg⁻¹		
Latossolo Amarelo	170	20	810
Latossolo Vermelho	480	90	430

Fonte: Laboratório de Análise de Solo, Escola de Agronomia da UFG, Goiânia, Goiás.

Tabela 2. Análise química dos solos representados no experimento em casa de vegetação. Goiânia, GO. 2020.

Solo	pH	P	K	Ca	Mg	H+Al	Al	CTC	V
	CaCl ₂	mg.dm ⁻³	cmol. dm ⁻³					%	
Lat. Amarelo	6,3	0,3	34	1,3	0,3	1,2	0	2,9	58
Lat. Vermelho	4,7	0,3	24	1,6	0,5	2,3	0,3	4,5	49

Fonte: Laboratório de Análise de Solo, Escola de Agronomia da UFG, Goiânia, Goiás.

O micaxisto é uma rocha metamórfica composta, basicamente, por mica, quartzo e minerais acessórios (epídoto, turmalina, ilmenita e magnetita, calcopirita, pirita e pirrotita), granulação fina a média, tonalidade cinza claro (Brasil, 2016). Apresenta K₂O em sua composição, com potencial para aplicação direta ao solo, principalmente se a mica presente for à biotita. O remineralizador de Micaxisto, denominado de HBV-K., conforme Tabela 3 apresenta e oligoclasio (25,83%), Muscovita (22,13%); Biotita (14,55%), Clorita (11,35%) entre outros com 50% com granometria menor que 0,3mm eo restante entre 0,3 e 0,8 mm o remineralizador tem alto potencial de disponibilizar K para os agroecossistemas.

O remineralizador HBV-K, constitui um subproduto da mineração de brita asfáltica e para construção civil, obtido da mina da Pedreira Britec, na cidade de Bela Vista de Goiás no estado de Goiás. O material pertencente ao Grupo Araxá, definido originalmente por Barbosa (1955) citado por Baetta Júnior (2001), como um conjunto demetamórficos essencialmente formados por micaxisto e quartzitos.

Para a caracterização do remineralizador, da pedra Britec, foram retiradas dez amostras simples, da pilha de armazenamento, para compor uma amostra composta. As pilhas foram divididas em dez partes iguais e homogeneizadas para formar uma amostrade 20 kg. A granulometria do remineralizador é descrita por Peneira n° 10(2,00 mm) material passante de 100% m Peneira n° 20 (0,84 mm), material passante 100% e Peneiran° 50 (0,30 mm) com material passante de 96,2% e material menor que 0,30 mm (<0,30mm) com matéria passante de 3,8%.

As determinações petroquímicas do remineralizador foram efetuadas no Centro Regional de Tecnologia e Inovação (CRTI) da UFG, na cidade de Goiânia-Go. A granulometria apresentou característica petrográfica foi realizada por difratometria de raios-X da rocha de Micaxisto (Rietveld, 1969) indicada na determinação das fases cristalinas presentes em materiais cerâmicos (Albers et al., 2002), e a análise petroquímica por fluorescência de raio-X, que apresenta de forma quantitativa e qualitativa a composição química do material em análise (Asfora, 2010), apresentadasna Tabela 3 e 4.

Tabela 3. Determinação da proporção modal das fases cristalinas no pó de micaxisto de geologia do grupo Araxá. Goiânia, GO. 2020.

Minerais				
Muscovita	Clorita Clinocloro	Biotita	Quartzo	Oligoclásio
Valor (dag/kg)				
22,13	11,35	14,05	23,05	25,83

*LQ - Abaixo do limite quantificável. Fonte: Centro Regional de Tecnologia e Inovação (CRTI) da UFG, pelo método de difração de raio-X.

Tabela 4. Análise petroquímica por fluorescência de raio-X.

Óxidos												
Descrição (dag/kg)												
SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	Mg O	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	LOI	Total	Si total
57,68	1,18	17,65	8,3	3,87	2,09	2,21	3,47	0,28	LQ	3,1	99,85	28,8
										1		

*LQ - Abaixo do limite quantificável. Fonte: Centro Regional de Tecnologia e Inovação (CRTI) da UFG, pelo método de defluorescência de raio-X.

Os tratamentos empregados foram doses do HBV-K: Testemunha (sem a aplicação); 30 kg/ha de K₂O; 60 kg/ha de K₂O; 120 kg/ha de K₂O; 240 kg/ha de K₂O. Foram empregados também os tratamentos com fertilizantes potássicos de referência: 60kg/ha de K₂O do remineralizador da rocha Araguaia (FMX) e 60 kg/ha de K₂O com cloreto de potássio (KCl). O FMX é um remineralizador registrado do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) também como micaxisto.

O delineamento experimental adotado foi em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 7x2 com quatro repetições. A semeadura da soja (*Glycena max*) com a adição de 5 sementes de soja/vaso, desbastando para 3 plantas/vaso. O plantio foi realizado após 30 dias de encubação com a calagem, durante o período de dezembro de 2019 a abril de 2020. Foram coletados amostras de solo e folhas nas duas culturas conforme recomendações de Malavolta *et al.* (1997).

Após a colheita da soja houve a semeadura da cultura em sucessão, o arroz (*Oryza sativa*), com adição de 15 sementes/vaso, com desbaste deixando 5 plantas/vaso. Foram coletados amostras de solo para as devidas recomendações para a cultura, conforme recomendações de Malavolta *et al.* (1997). A semeadura foi realizada no mês de maio e a colheita no mês de setembro do ano de 2020.

O Índice de Eficiência Agrônômica (IEA) conforme a equação 1, que corresponde ao quociente dos acréscimos de rendimento obtidos com Remineralizador de K e com a fonte de referência (KCl e FMX), que será utilizado para determinar as variáveis obtidas nas culturas de soja e arroz, como altura, diâmetro, número de folhas e número de trifólios na cultura da soja e número de perfilhos na cultura do arroz.

$$PR\% = \frac{\text{(rendimento com Remineralizador de K)}}{\text{(rendimento com fonte referência)}} \times 100 \quad (1)$$

Os dados serão submetidos à análise de variância (ANOVA), quando pertinente, foi submetida à análise de regressão polinomial do 2º grau. A regressão foi considerada satisfatória quando as equações foram significativas a 5% de probabilidade pelo teste F, com o coeficiente de determinação (r^2) maior que 0,60.

3. Resultados e Discussão

Os efeitos das adições de doses crescentes apresentaram efeito significativo para a liberação de potássio (K^+) sobre a variável altura na cultura da soja no Latossolo Amarelo (LAM) ($P < 0,0005$) e para Latossolo Vermelho (LVd) ($P < 0,0019$). No Latossolo Amarelo (LAM), apenas as doses 120 e 240 kg $K_2O \cdot ha^{-1}$ do remineralizador HBV-K e FMX apresentaram efeito sobre a variável altura. No entanto, o Latossolo Vermelho distrófico (LVd), todas as doses crescentes do remineralizador mais o FMX apresentaram efeito sobre a variável. Em relação a variável diâmetro não apresentou significância com a adição de doses crescentes nos solos ($P > 0,046$) para a cultura da soja (Tabela 5).

Diferentemente para a cultura do arroz, não houve significância para as variáveis altura ($P > 0,317$) e diâmetro ($P > 0,116$), conforme apresentado na Tabela 6. No entanto, cabe destacar, apesar do resultado não tenha como efeito significativo na disponibilidade de K, que as aplicações de doses crescente expressaram seu efeito sobre as variáveis estudadas, não surtindo efeito somente na aplicação Testemunha (dose 0) e em relação a fonte solúvel (KCl). Mesmo assim, Gotz (2017) em uso de doses crescentes de pó de basalto em Latossolo Vermelho aluminoférrico na cultura do trigo, não verificou influência nas variáveis estudadas dentro delas a altura de planta. Da mesma forma Rodrigues (2020), utilizando pó de rocha de basalto em Latossolo Vermelho distroférrico na cultura da soja a não influência em variáveis como a altura e diâmetro na cultura da soja.

Tabela 5. Comparação de médias de doses crescente do remineralizador HBV-K nas variáveis altura (cm) e diâmetro (mm) nos Latossolo Amarelo e Vermelho na cultura da soja.

Doses	Solos		
	Latossolo Amarelo	Latossolo Vermelho	LAM e LVd
	Altura (cm)		Diâmetro (mm)
0	9,0 bc	14,50 b	2,86 a
30	8,25 c	16,50 ab	2,95 a
60	8,75 bc	16,12 ab	2,81 a
120	10,75 ab	18,00 a	3,15 a
240	11,50 a	15,87 ab	2,86 a
FMX	9,87 abc	16,37 ab	2,82 a
KCl	9,12 bc	15,50 b	2,82 a
F	5,10*	4,27*	0,95 (NS)
CV(%)	8,01		9,28

*Teste significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.NS - Sem significância. Fonte: Castro, J. P. V (2021).

Tabela 6. Médias das doses aplicadas do remineralizador HBV-K nas variáveis altura(cm) e diâmetro (mm) na cultura do arroz.

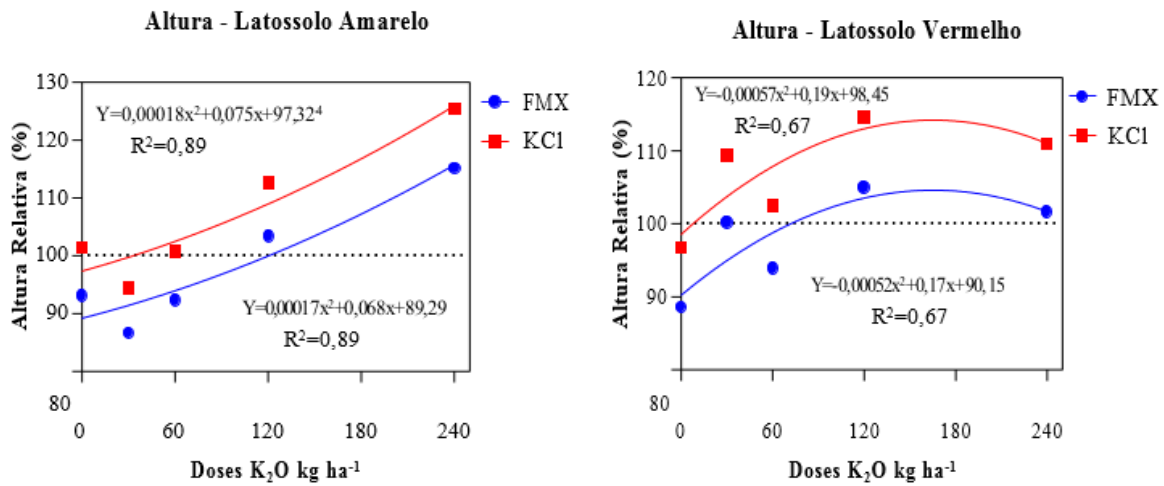
Doses	Altura (cm)	Diâmetro (mm)
0	6,37 b	2,81 b
30	7,50 ab	3,09 ab
60	7,65 ab	3,37 ab
120	8,56 a	3,61 a
240	7,87 ab	3,01 ab
FMX	8,00 ab	3,03 ab
KCl	7,00 ab	2,74 b
F	1,22* (NS)	1,62* (NS)
CV (%)	17,51	15,85

*Teste significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.NS - Sem significância. Fonte: Castro, J. P. V (2021)

Utilizando o Índice de Eficiência Agronômica (IEA), demonstrado na Equação 1, as doses do remineralizador HBV-K proporcionaram incremento na variável altura na cultivar de soja em 240 kg K₂O. ha⁻¹ em Latossolo Amarelo (LAM). A dose 30 kg K₂O. ha⁻¹ possibilitou incremento na variável altura equivalente ao KCl e 120 kg K₂O. ha⁻¹ em relação ao FMX em Latossolo Amarelo (LAM) (Figura 6).

No Latossolo Vermelho distrófico (LVd) o máximo em incremento para a variável altura para a cultivar soja foi obtida com 170 kg K₂O. ha⁻¹. O incremento desta variável foi obtido com a dose de 5 kg K₂O. ha⁻¹ equivalente ao KCl e 70 K₂O. ha⁻¹ para o FMX. Os dados demonstram a liberação de K pela fonte de micaxisto o torna um nutriente disponível às plantas com passível superioridade ao KCl. Souza et al. (2017) utilizou remineralizadores como rochas ultramáficas, biotita gnaisse e anfíbolito em Neossolo Quartzarênico obteve eficiência na absorção de nutriente com um uso de doses crescente em relação a fonte solúvel de K.

Figura 1. Doses médias do HBV-K para efeitos em altura em cultivar de soja em Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho, Goiânia, UFG, 2020.

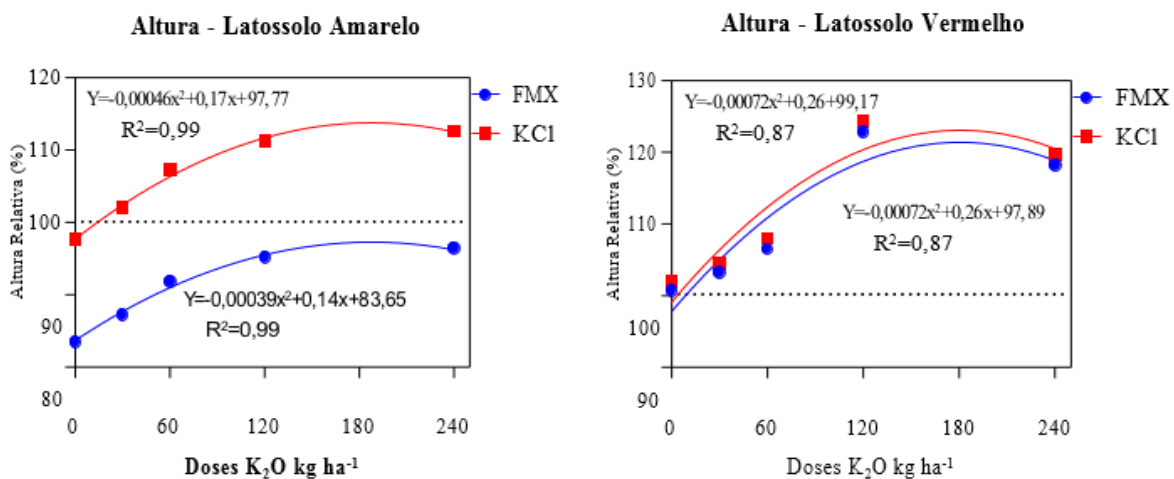


Fonte: Castro, J. P. V (2021)

A Figura 1 apresenta potencial de incremento na cultura do arroz em 180 kg K₂O.ha⁻¹ em Latossolo Amarelo (LAM). As doses de 10 kg K₂O. ha⁻¹ possibilitou incremento na variável altura em equivalência ao KCl. No entanto, não houve incremento do remineralizador HBV-K em equivalência ao FMX no Latossolo Amarelo (LAM).

De acordo com os dados apresentados no Latossolo Vermelho distrófico (LVd) o potencial obtido na variável altura é de 180 kg K₂O. ha⁻¹. A dose de 5 kg K₂O. ha⁻¹ possibilitou incremento equivalente ao KCl e o incremento do remineralizador HBV-K compatível ao FMX foi de 7 kg K₂O. ha⁻¹.

Figura 2. Doses médias do HBV-K para efeitos em altura em cultivar de arroz em Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho, Goiânia, UFG, 2020.

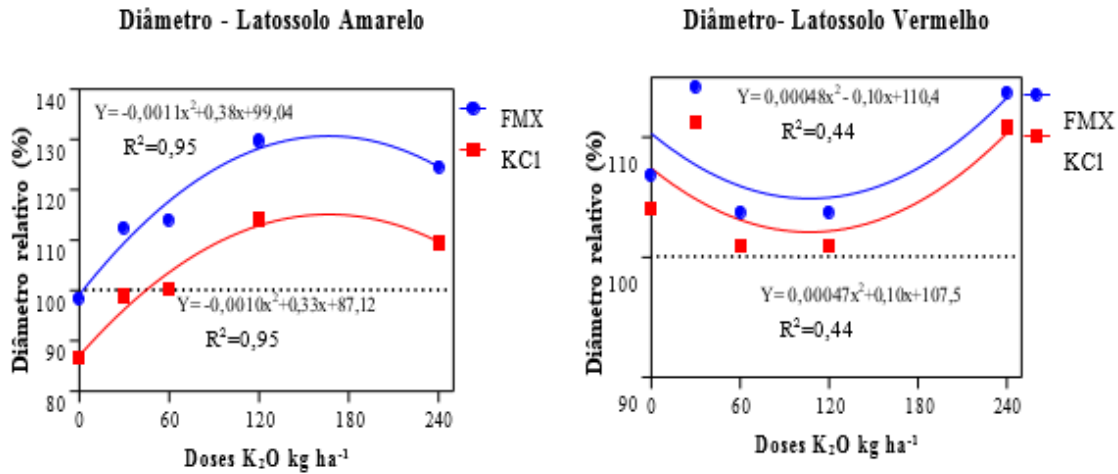


Fonte: Castro, J. P. V. (2021).

As doses do remineralizador HBV-K se ajustaram numa regressão polinomial do 2º grau e proporcionaram incrementos para variável diâmetro na cultura da soja nas doses de 170 kg K₂O. ha⁻¹ para o Latossolo Amarelo (LAM) e de 240

kg K_2O . ha^{-1} para o Latossolo Vermelho distrófico (LVd). Para o Latossolo Amarelo (LAM) as produções equivalentes foram semelhantes em referência ao FMX e de 50 kg K_2O . ha^{-1} em referência ao KCl. No Latossolo Vermelho distrófico (LVd) as produções equivalentes não apresentaram efeitos em relação ao FMX e ao KCl. Assim sendo, apresenta que o FMX tanto ao KCl foram superiores ao HBV-K em relação a variável diâmetro.

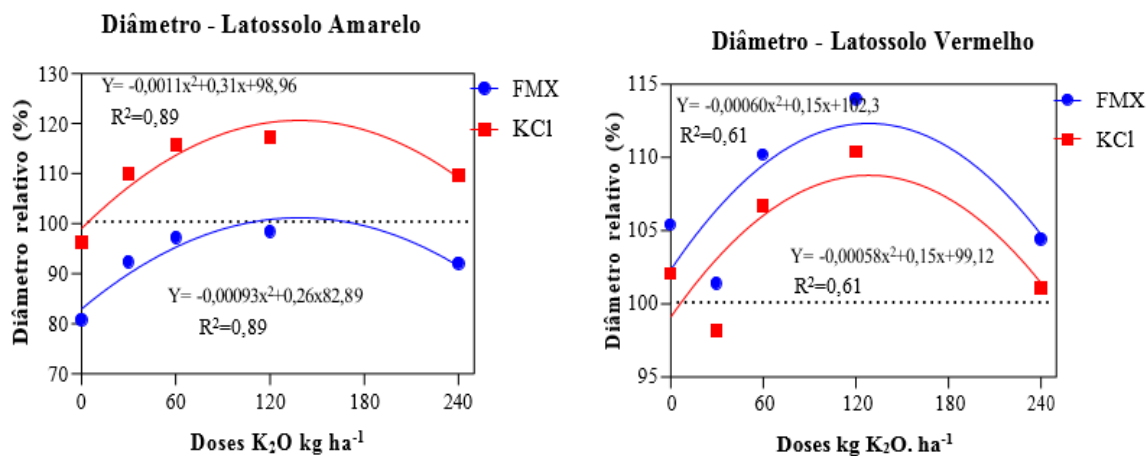
Figura 3. Doses médias do HBV-K para efeitos em diâmetro em cultivar de soja em Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho, Goiânia, UFG, 2020.



Fonte: Castro, J. P. V (2021).

As doses se ajustaram a uma regressão polinomial de 2º grau proporcionando incremento referente à variável diâmetro na cultura do arroz nas doses de 120 kg K_2O . ha^{-1} para ambos os solos. Em referência ao Latossolo Amarelo (LAM), o incremento foisemelhante ao uso da fonte solúvel de KCl e incremento de 120 kg K_2O . ha^{-1} em equivalência ao FMX com o uso do remineralizador HBV-K. Para o Latossolo Vermelho distrófico (LVd), o incremento disponibilizado pelo remineralizador HBV-K foi de 5 kg K_2O . ha^{-1} em equivalência ao KCl, mas em não houve incremento do remineralizador HBV-K em equivalência ao FMX que determinou sua ação ser melhor em relação a variável diâmetro em LVd.

Figura 4. Doses médias do HBV-K para efeitos em diâmetro em cultivar de arroz em Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho, Goiânia, UFG, 2020.



Fonte: Castro, J. P. V (2021).

As aplicações de doses crescentes influenciaram significativamente ($P < 0,0001$) para a produção de trifólios na cultura da soja, mas não apresentaram diferenças significativas usando o teste de Tukey para números de folhas ($P = 0,966$) (Tabela 7). Da mesma forma a aplicação de doses crescentes possibilitaram efeito significativo na produção de perfilhos em cultura de arroz ($P < 0,0001$), mas sem resultado significativo para produção de folhas ($P = 0,521$) (Tabela 8). Livi e Castamann (2016) usando pó de rocha de basalto na cultura do alface em Latossolo Vermelho Aluminoférrico não obteve efeito significativo para massa e número de folhas. Prates et al. (2012) em experimento em casa de vegetação com pinhão manso e uso de pó de rocha e supersimples, verificou que não houve interação com nenhuma dose de pó de rocha com as variáveis estudadas (altura da planta, diâmetro do caule, relação altura da planta/diâmetro do caule, número de folhas por planta, área foliar e etc). Prates et al. (2010), usando pó de rocha para crescimento do maracujazeiro amarelo observou efeito negativo do pó de rocha em relação ao crescimento da planta, mesmo com aplicação em dobro de fósforo.

Tabela 7. Comparativo de médias das doses aplicadas em relação a produção de trifólios e folhas na cultura da soja em Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho distrófico.

Doses	Nº de Trifólios	Nº de Folhas
0	14,00 b	3,00 a
30	14,03 b	3,00 a
60	13,71 b	3,25 a
120	15,86 a	2,87 a
240	14,04 b	2,75 a
FMX	13,82 b	2,87 a
KCl	13,45 b	3,00 a
F	6,41*	0,22*(NS)
CV(%)	20,77	19,82

*Teste significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.NS - Sem significância. Fonte: Castro, J. P. V (2021).

Tabela 8. Comparativo de médias de doses aplicadas em relação a produção de perfilhos e folhas na cultura do arroz em Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho distrófico.

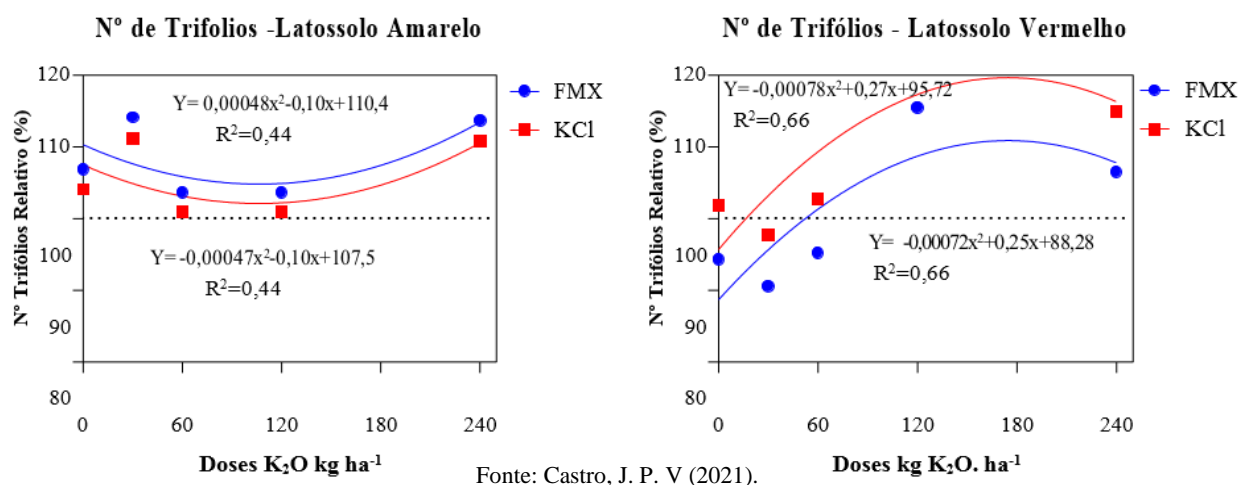
Doses	Solos		
	Latossolo Amarelo	Latossolo Vermelho	LAM e LVd
	Nº de Perfilhos		Nº de Folhas
0	2,00 a	1,00 c	4,12 a
30	2,00 a	1,50 bc	4,12 a
60	1,00 b	2,00 ab	4,12 a
120	1,5 ab	2,25 a	3,43 a
240	1,25 b	1,00 c	4,00 a
FMX	1,00 b	2,00 ab	3,75 a
KCl	1,00 b	1,33 bc	3,75 a
F	12,54*		0,87*(NS)
CV (%)	21,16		17,2

*Teste significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.NS - Sem significância. Fonte: Castro, J. P. V (2021).

Os usos das doses crescentes aplicadas se ajustaram a regressão polinomial de 2º grau o qual possibilitou incremento sobre a variável número de trifólios para a cultura da soja na dosagem de 240 kg K₂O. ha⁻¹ em Latossolo Amarelo. No entanto, não houve a possibilidade de incremento sobre a variável com o uso do remineralizador HBV-K em relação ao FMX e sobre a fonte solúvel KCl, o que representa que em relação a essa variável as fontes FMX e KCl foram melhor do que o HBV-K.

Em relação ao Latossolo Vermelho distrófico as doses se ajustaram a regressão polinomial de 2º grau em que 180 kg K₂O. ha⁻¹ foi o incremento máximo obtido sobre o variável número de trifólios. As doses de 50 kg K₂O. ha⁻¹ possibilitou incremento ao usado FMX e de 15 kg K₂O. ha⁻¹ em relação ao uso do KCl.

Figura 5. Efeito das doses médias obtidas com uso do Remineralizador HBV-K sobre a variável número de trifólios em Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho na cultura da soja, Goiânia, UFG, 2020.

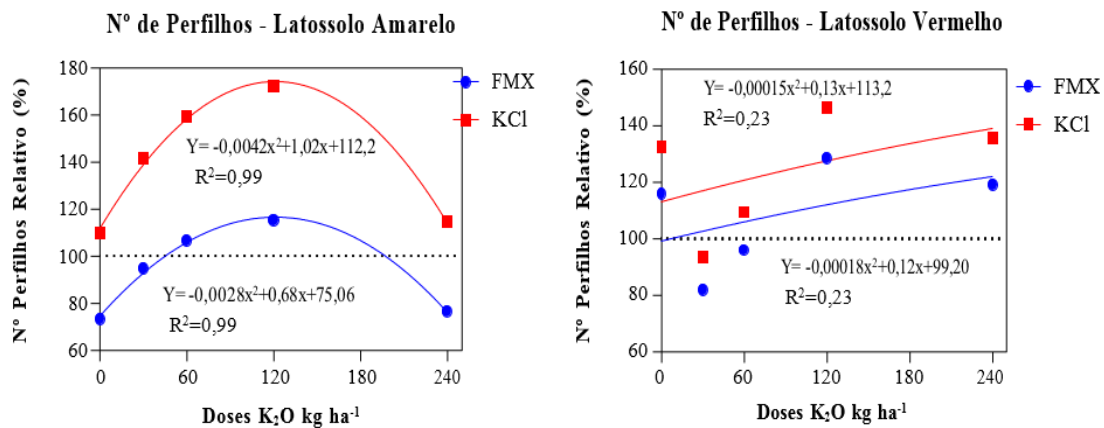


Para a cultura do arroz (*Oryza sativa*) as doses aplicadas possibilitaram um ajustede regressão polinomial de 2º grau com incremento na produção das variáveis números de perfilhos na dosagem de 120 kg K₂O. ha⁻¹ em Latossolo Amarelo. A

dosagem de 50 kg K₂O. ha⁻¹ do remineralizador HBV-K possibilitou incremento em perfilhos equivalente ao FMX, mas não obteve incremento equivalente ao uso da fonte solúvel de KCl.

A regressão polinomial de 2º grau possibilitou ajuste na produção de perfilhos em Latossolo Vermelho distrófico em 240 kg K₂O. ha⁻¹. Em que as dosagens foram semelhantes em equivalência ao FMX, mas sem obter equivalência em incremento em relação ao uso de KCl.

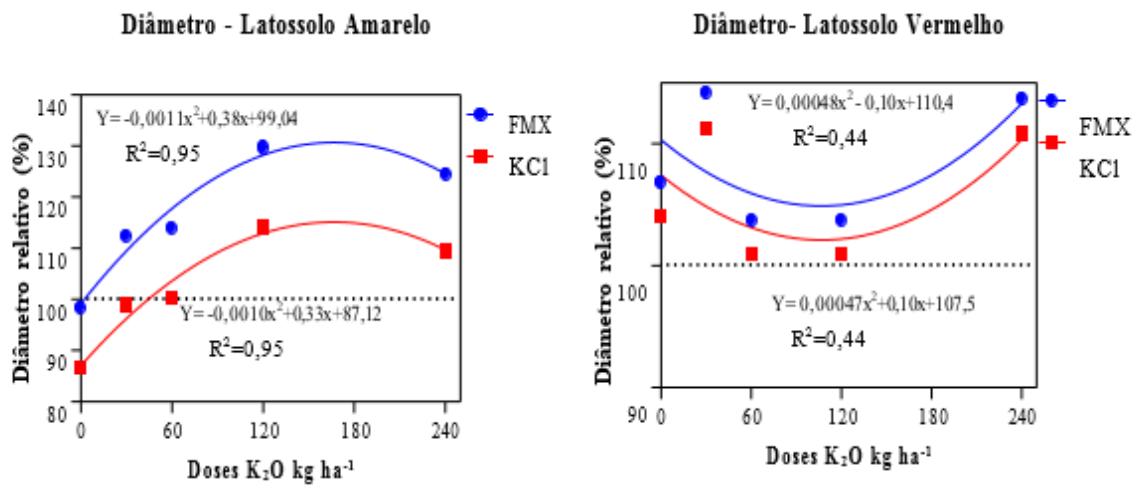
Figura 6. Doses aplicadas do remineralizador HBV-K em relação a variável número de perfilhos em Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho em cultura de arroz, Goiânia, UFG, 2020.



Fonte: Castro, J. P. V (2021).

As doses do remineralizador HBV-K se ajustaram numa regressão polinomial do 2º grau e proporcionaram incrementos para variável diâmetro na cultura da soja nas doses de 170 kg K₂O. ha⁻¹ para o Latossolo Amarelo (LAM) e de 240 kg K₂O. ha⁻¹ para o Latossolo Vermelho distrófico (LVd). Para o Latossolo Amarelo (LAM) as produções equivalentes foram semelhantes em referência ao FMX e de 50 kg K₂O. ha⁻¹ em referência ao KCl. No Latossolo Vermelho distrófico (LVd) as produções equivalentes não apresentaram efeitos em relação ao FMX e ao KCl. Assim sendo, apresenta que o FMX tanto ao KCl foram superiores ao HBV-K em relação a variável diâmetro.

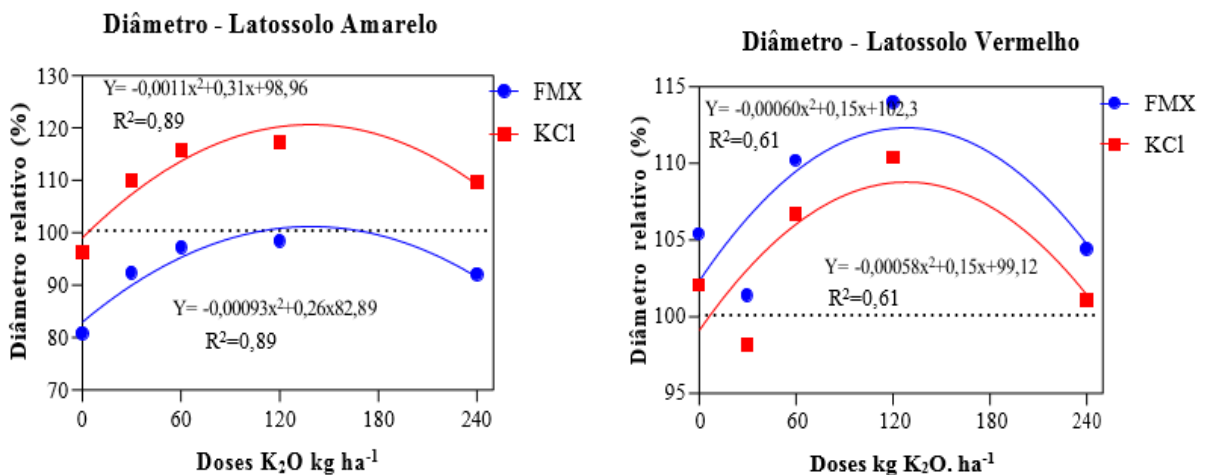
Figura 7. Doses médias do HBV-K para efeitos em diâmetro em cultivar de soja em Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho, Goiânia, UFG, 2020.



Fonte: Castro, J. P. V (2021).

As doses se ajustaram a uma regressão polinomial de 2º grau proporcionando incremento referente à variável diâmetro na cultura do arroz nas doses de 120 kg K₂O. ha⁻¹ para ambos os solos. Em referência ao Latossolo Amarelo (LAM), o incremento foisemelhante ao uso da fonte solúvel de KCl e incremento de 120 kg K₂O.ha⁻¹em equivalência ao FMX com o uso do remineralizador HBV-K. Para o Latossolo Vermelho distrófico (LVd), o incremento disponibilizado pelo remineralizador HBV-K foi de 5 kg K₂O. ha⁻¹ em equivalência ao KCl, mas em não houve incremento do remineralizador HBV-K em equivalência ao FMX que determinou sua ação ser melhor em relação a variável diâmetro em LVd.

Figura 8. Doses médias do HBV-K para efeitos em diâmetro em cultivar de arroz em Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho, Goiânia, UFG, 2020.



Fonte: Castro, J. P. V (2021).

As aplicações de doses crescentes influenciaram significativamente ($P < 0,0001$) para a produção de trifólios na cultura da soja, mas não apresentaram diferenças significativas usando o teste de Tukey para números de folhas ($P = 0,966$) (Tabela 7). Da mesma forma a aplicação de doses crescentes possibilitaram efeito significativo na produção de perfilhos em cultura de arroz ($P < 0,0001$), mas sem resultado significativo para produção de folhas ($P = 0,521$) (Tabela 8). Livi e Castamann (2016) usando pó de rocha de basalto na cultura do alface em Latossolo Vermelho Aluminoférrico não obteve efeito significativo para

massa e número de folhas. Prates et al. (2012) em experimento em casa de vegetação com pinhão manso e uso de pó de rocha e supersimples, verificou que não houve interação com nenhuma dose de pó de rocha com as variáveis estudadas (altura da planta, diâmetro do caule, relação altura da planta/diâmetro do caule, número de folhas por planta, área foliar e etc). Prates et al.(2010), usando pó de rocha para crescimento do maracujazeiro amarelo observou efeito negativo do pó de rocha em relação ao crescimento da planta, mesmo com aplicação em dobro de fósforo.

Tabela 9. Comparativo de médias das doses aplicadas em relação a produção de trifólios e folhas na cultura da soja em Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho distrófico.

Doses	Nº de Trifólios	Nº de Folhas
0	14,00 b	3,00 a
30	14,03 b	3,00 a
60	13,71 b	3,25 a
120	15,86 a	2,87 a
240	14,04 b	2,75 a
FMX	13,82 b	2,87 a
KCl	13,45 b	3,00 a
F	6,41*	0,22*(NS)
CV(%)	20,77	19,82

*Teste significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.NS - Sem significância. Fonte: Castro, J. P. V (2021).

Tabela 10. Comparativo de médias de doses aplicadas em relação a produção de perfilhose e folhas na cultura do arroz em Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho distrófico.

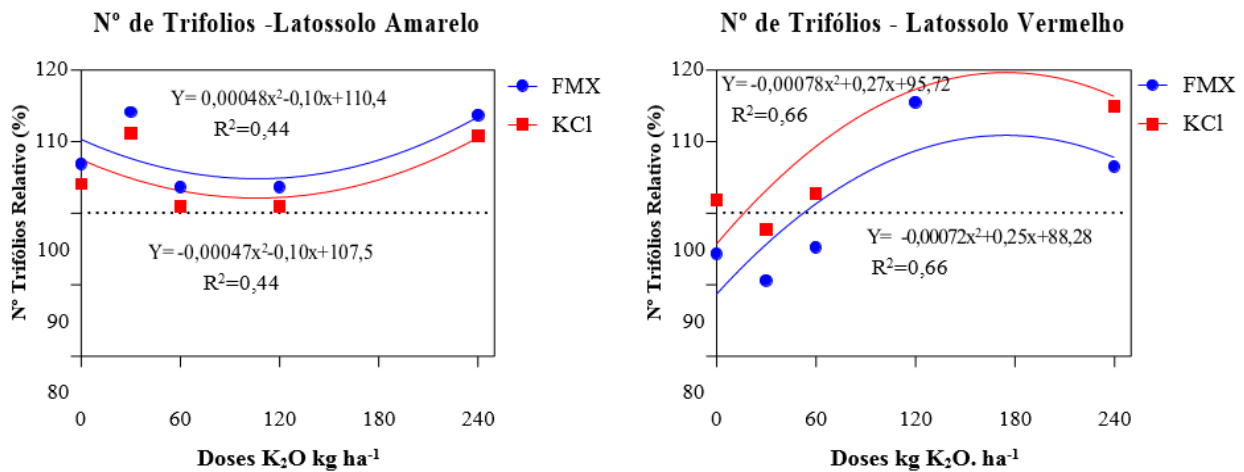
Doses	Solos		
	Latossolo Amarelo	Latossolo Vermelho	LAM e LVd
	Nº de Perfilhos		Nº de Folhas
0	2,00 a	1,00 c	4,12 a
30	2,00 a	1,50 bc	4,12 a
60	1,00 b	2,00 ab	4,12 a
120	1,5 ab	2,25 a	3,43 a
240	1,25 b	1,00 c	4,00 a
FMX	1,00 b	2,00 ab	3,75 a
KCl	1,00 b	1,33 bc	3,75 a
F	12,54*		0,87*(NS)
CV (%)	21,16		17,2

*Teste significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.NS - Sem significância. Fonte: Castro, J. P. V (2021).

Os usos das doses crescentes aplicadas se ajustaram a regressão polinomial de 2º grau o qual possibilitou incremento sobre a variável número de trifólios para a cultura da soja na dosagem de 240 kg K₂O. ha⁻¹ em Latossolo Amarelo. No entanto, não houve a possibilidade de incremento sobre a variável com o uso do remineralizador HBV-K em relação ao FMX e sobre a fonte solúvel KCl, o que representa que em relação a essa variável as fontes FMX e KCl foram melhor do que o HBV-K.

Em relação ao Latossolo Vermelho distrófico as doses se ajustaram a regressão polinomial de 2º grau em que 180 kg K₂O. ha⁻¹ foi o incremento máximo obtido sobre o variável número de trifólios. As doses de 50 kg K₂O. ha⁻¹ possibilitou incremento ao usado FMX e de 15 kg K₂O. ha⁻¹ em relação ao uso do KCl.

Figura 9. Efeito das doses médias obtidas com uso do Remineralizador HBV-K sobre a variável número de trifólios em Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho na cultura da soja, Goiânia, UFG, 2020.

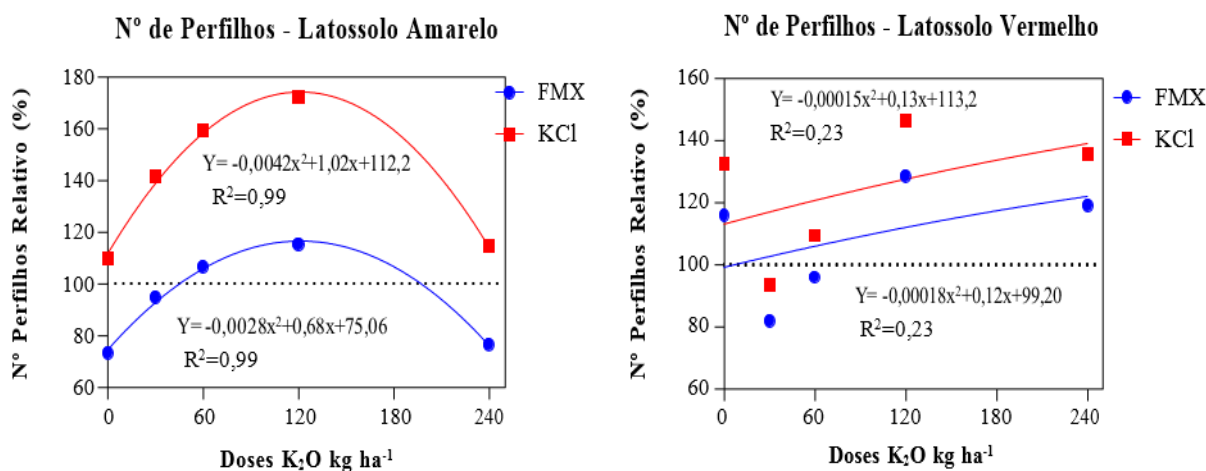


Fonte: Castro, J. P. V (2021).

Para a cultura do arroz (*Oryza sativa*) as doses aplicadas possibilitaram um ajuste de regressão polinomial de 2º grau com incremento na produção das variáveis números de perfilhos na dosagem de 120 kg K₂O. ha⁻¹ em Latossolo Amarelo. A dosagem de 50 kg K₂O. ha⁻¹ do remineralizador HBV-K possibilitou incremento em perfilhos equivalente ao FMX, mas não obteve incremento equivalente ao uso da fonte solúvel de KCl.

A regressão polinomial de 2º grau possibilitou ajuste na produção de perfilhos em Latossolo Vermelho distrófico em 240 kg K₂O. ha⁻¹. Em que as dosagens foram semelhantes em equivalência ao FMX, mas sem obter equivalência em incremento em relação ao uso de KCl.

Figura 10. Doses aplicadas do remineralizador HBV-K em relação a variável número de perfilhos em Latossolo Amarelo e Latossolo Vermelho em cultura de arroz, Goiânia, UFG, 2020.



Fonte: Castro, J. P. V (2021).

4. Conclusão

Os melhores resultados sobre as variáveis em que foram estabelecidos os Índices de Eficiência Agronômica (I.E.A) ocorreram em Latossolo Amarelo (LAM).

Os efeitos do remineralizador para incremento das variáveis altura, diâmetro e número de trifólios obtidas na cultura da soja e para a cultura em sucessão em Latossolo Vermelho distrófico (LVd) apresentaram Índice de Eficiência Agronômica (IEA) inferiores a fonte solúvel utilizada (KCl).

O Índice de Eficiência Agronômica (I.E.A) sobre o remineralizador HBV-K obteve as melhores respostas, relativo as variáveis, em doses de 240 kg K₂O. ha⁻¹ para Latossolo Amarelo e de 170 kg K₂O. ha⁻¹ para Latossolo Vermelho distrófico.

O uso do remineralizador HBV-K em solos argilosos tem a possibilidade de oferecer melhores resultados em relação às variáveis obtidas.

O uso do remineralizador a base de micaxisto HBV-K demonstrou ser uma alternativa de fonte de potássio (K⁺), com capacidade de manter níveis adequados de seu teor à campo e para as culturas.

Referências

- Albers, A. P. F., Melchades, F. G., Machado, R., Baldo, J. B., & Boshi, A. (2002). Um método simples de caracterização de argilominerais por difração de raios X. <https://www.scielo.br/j/ce/a/TzTMnxfMfdPpPhpqyBRXdKw/?format=pdf&lang=pt#:~:text=Dentre%20as%20v%C3%A1rias%20t%C3%A9cnicas%20de,cris talinas%20presentes%20em%20materiais%20cer%C3%A2micos>.
- Asfora, V. K. Fluorescência de raio X por dispersão de energia aplicada à caracterização de tijolos de sítios históricos de Pernambuco. https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/9476/1/arquivo2695_1.pdf.
- Barbosa, O. (1955). Guias das excursões. In Lacerda Filho, J. V. de. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e Distrito Federal (pp. 59-60). CRPM.
- Brasil (2011). Lei nº 12890, de 10 de dezembro de 2013. Altera a Lei no 6.894, de 16 de dezembro de 1980, para incluir os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado à agricultura. Lei de Remineralizadores. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12890.htm.
- Goetz, L. F. (2017). Uso de remineralizador e esterco bovino em solo cultivado com *trigo*. Graduação em agronomia- Universidade Federal da Fronteira Sul. <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/816/1/GOTZ.PDF>.
- Livi, A., & Castamann, A. Uso do pó de rocha, termofosfato e adubo orgânico em produção de hortaliças. Rev. Verde de Agroec. Desenvolv. Sustentável, Pombal, 10(10), 2016. <https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/594/1/LIVI>.
- Lobato, O. J. S. M. (1978). Disponibilidade e fórmula climatológica do Município de Goiânia e Municípios Limites. <https://revistas.ufg.br/pat/article/view/1909>.

- Malavolta, E., Vitti, G. C., & Oliveira, S. A. de. Avaliação nutricional das plantas: princípios e aplicações. (2ª. ed.): *Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fosfato*, 1997.
- Mattos, T., et al. (2017). Uso de remineralizadores e seus aspectos legais envolvendo o código de mineração [Resumo]. Anais do III Congresso Brasileiro de Rochagem, III CBR - Congresso Brasileiro de Rochagem. CBR. <https://www.embrapa.br/documents/1354346/26325871/Livro+Congresso+de+rochagem+Formato+Web.pdf/29be78a9-dd7a-8050-5b31-2b02c583589e>.
- Prates, F. B. S., Lucas, C. S. G., et al (2012). Crescimento de mudas de pinhão-manso em resposta a adubação com superfosfato simples e pó-de-rocha. *Rev. Ciênc. Agron. Fortaleza*, 43(2). https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-66902012000200001.
- Prates, F. B. S., Veloso, H. S., Sampaio, R. A., et al. (2010). Crescimento de mudas de maracujázeiro-amarelo em resposta à adubação com superfosfato simples e pó de rocha. *Rev. Ceres, Viçosa*, 57(2). https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2010000200016.
- Raij, B. V. (2011). Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba, *International Plant Nutrition Institute*. 420 p.
- Rabobank (2020). Importação em 2020 deve ser 3% menor que em 2019, a 28,6 milhões de toneladas. UDOP, Araçatuba. <https://www.udop.com.br/noticia/2020/06/19/fertilizantes-rabobank-importacao-em-2020-deve-ser-3-menor-que-em-2019-a-28-6-milhoes-de-toneladas.html>.
- Rietveld, H. M. (1969). A profile refinement method nuclear and magnetic structures. *Journal of Applied Crystallography*, 2, 65-71.
- Rodrigues, R. B (2020). *Influência da rochagem nos atributos químicos do solo e na produtividade da soja*. 30 p. Bacharelado em Agronomia - Universidade Federal da Grande Dourados. <http://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/bitstream/prefix/4441/1/RodrigoBastosRodrigues.pdf>.
- Sousa, D. M. G., & Lobato, E. (2004). Cerrado: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnologia. 416 p.
- Souza, F. N. S., Oliveira, C. G. de., Martins, E. S., & Alves, J. M (2017). Efeitos condicionador e nutricional de um remineralizador de solos obtido de resíduos de mineração. *Revista Agri-Environmental Sciences*, Palmas, 3(1). <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/170125/1/Eder-Efeitos-condicionador-e-nutricional.pdf>.