



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA



RELATÓRIO FINAL DE PROJETO DE PESQUISA

**EFICIÊNCIA DO REMINERALIZADOR HVB-K DA PEDREIRA BRITEC
ORIUNDO DE MICAXISTO NA PRODUÇÃO DE MILHETO E SOJA**

UNIDADE ACADÊMICA:

ESCOLA DE AGRONOMIA

CURSO: AGRONOMIA

DATA DE INÍCIO DO PROJETO: 29 de maio de 2019

DATA DE CONCLUSÃO DO PROJETO: 30 de junho de 2020

Goiânia

2020



1. IDENTIFICAÇÃO

- a) Título: EFICIÊNCIA DO REMINERALIZADOR HVB-K DA PEDREIRA BRITEC ORIUNDO DE MICAXISTO NA PRODUÇÃO DE MILHETO E SOJA
- b) Coordenador: Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro – EA/UFG
- c) Autores: Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro; Prof^a. Dr^a. Eliana Paula Fernandez Brasil; Pesquisador Luiz Sávio Medeiros Teixeira; Mestrando João Paulo Vilela de Castro e Prof. Dr. Juarez Patrício de Oliveira Júnior.
- d) Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia, UFG.
- e) Rodovia Goiânia-Nova Veneza, km 0, Campus Samambaia, Cx.Postal 131, Goiânia, GO 74.910-970 leandro@ufg.br, 62 3521-1530



2. INTRODUÇÃO

2.1 Revisão Bibliográfica

Nos últimos anos, são inúmeros os estudos que focaram as transformações da produção de alimentos, principalmente em relação a produtos que estão presentes diariamente na mesa do consumidor. Conseqüentemente cresce a preocupação com a segurança alimentar – a qualidade e a quantidade dos alimentos –, o que aumenta a complexidade das cadeias de produção agroalimentares.

A complexidade do assunto leva a uma série de discussões de suma importância, passando pela definição e conceituação relacionados à segurança alimentar, aos sistemas agroalimentares, ao uso intensivo de insumos agrícolas, à dependência dos agricultores em relação à adubação química e à busca da soberania alimentar, tudo isso permeado com o incentivo à utilização de novas técnicas na agricultura e à quebra de paradigmas em relação às formas alternativas de produção.

Por sua vez o sistema agroalimentar surge como uma ferramenta a fim de quebrar paradigmas e nortear ações, visando a uma junção entre a agricultura moderna e a soberania alimentar, focando segurança alimentar por meio de técnicas agrícolas.

Sonnino & Marsden (2006) abrem uma nova perspectiva ao tentar compreender o sistema agroalimentar como uma integração dos mercados locais e instituições, com o intuito de valorizar os recursos locais visando atender nichos de mercado. Com essa visão, os autores veem a oportunidade de “enraizamento”, ou seja, utilização e valorização dos produtos locais.

Nos últimos anos a criação de sistemas mais sustentáveis se tornou uma imposição ambiental, econômica e jurídica, sendo destacável a premissa



de desenvolver e utilizar fontes alternativas de nutrientes para as culturas, como os biofertilizantes e as fontes minerais naturais ou pó de rochas.

A técnica de rochagem, que é a utilização do pó de rocha, pode ser entendida como fertilização inteligente, uma vez que parte do pressuposto de que a dissolução mais lenta dos nutrientes assegura níveis de produtividade e de fertilidade dos solos por períodos mais longos. Dessa forma, o uso de subprodutos gerados pelo setor mineral estaria tendo um uso mais nobre (THEODORO et al., 2010).

Apesar de pouco difundido no Brasil, o uso de rochagem como fonte de nutrientes não é novidade. Segundo Gillman et al. (2002), na década de 30 pesquisadores europeus utilizavam resíduos de pedreiras de basalto em tratamentos de áreas degradadas e no crescimento de florestas, tendo bons resultados.

De acordo com Melamed et al. (2007), a utilização de pó de rocha promove o aumento da capacidade de troca de cátions (CTC), devido à formação de novos minerais de argila durante seu processo de alteração, bem como a disponibilidade de macro e micronutrientes não disponíveis em fertilizantes químicos solúveis fornecedores de nitrogênio, fósforo e potássio, NPK (VAN STRAATEN, 2006). Outro fator de grande interesse é a disponibilização natural de nutrientes traços, disponibilizados pelas rochas.

A fim de reverter o cenário atual, de pouca utilização de pós de rocha e poucos esclarecimentos sobre o assunto, adotando tecnologias sustentáveis baseadas na agroecologia, a rochagem e os biofertilizantes se tornam, nesse contexto, a solução viável para solos de baixa fertilidade devido a períodos de intemperismo, situação comum nos solos brasileiros e que contribui para a baixa sustentabilidade das práticas agrícolas no Brasil (THEODORO; LEONADOS, 2006).



Com tantos benefícios, o uso do pó de rocha deveria estar amplamente disseminado no Brasil na Agricultura Familiar. Apura-se que a técnica ainda não é empregada devido a fatores como: a falta de política pública de incentivo à utilização de formas alternativas na adubação, desinformação dos agricultores familiares, falta de crédito para aquisição e transporte e, principalmente, regulamentação para o comércio de pós de rochas, pois ainda não há uma regulamentação clara sobre a forma de uso, especificações técnicas, garantias, limites e fiscalização da rochagem.

No Brasil a forma de fertilização mais comum é a partir de fertilizantes solúveis. Para o K, a principal fonte de fertilizante solúvel é o cloreto de potássio, do qual o país importa mais de noventa e cinco por cento de sua demanda de outros países.

Os fertilizantes solúveis não foram desenvolvidos para climas tropicais, onde predomina um sistema geoquímico do tipo $Fe_2O_3-Al_2O_3-SiO_2-H_2O$ pobre em nutrientes e de baixa capacidade de troca catiônica, necessitando uma gama de macro e micronutrientes não frequentemente presentes na adubação convencional (Leonardos et al. 1987). Na realidade, esta fertilização foi desenvolvida de modo a ser um aditivo para a nutrição dos solos de clima temperado que já apresentam uma reserva mineral importante. Além disso, no clima temperado, as precipitações (chuva e neve) são bem distribuídas, minimizando perdas por lixiviação (Leonardos et al. 1976). Baligar et al. (2001) relatam a eficiência nutricional do uso de fontes convencionais de nutrientes no ano de aplicação de aproximadamente 50% de N, menos de 10% para o P e cerca de 40% para o K. Deste modo, a aplicação é necessária praticamente em cada safra de ciclo anual, especialmente em climas tropicais, aumentando os gastos com a fertilização que chegam a cerca de 40% dos custos variáveis de produção (Martins et al. 2008). Somado a este fato, a elevada solubilidade faz com que os nutrientes não assimilados pelas culturas migrem rapidamente com risco de contaminação das águas superficiais e subterrâneas.



Apesar de ser uma prática bastante antiga no Japão e Europa, só recentemente no Brasil intensificou-se o uso de rocha moída para a remineralização e manutenção da fertilidade do solo. A Embrapa Cerrados e a Universidade de Brasília-UnB desenvolveram estudos de caracterização tecnológica de algumas rochas, objetivando a aplicação da rocha moída, como fonte de K para fins agrícolas. Foram estudados alguns tipos de rochas: – biotita xisto e flogopitito, rejeitos de mineração de esmeralda de Nova Era e Itabira-MG e Campo Formoso, BA, respectivamente. – brecha vulcânica alcalina (feldspatóide, zeólitas e vidro vulcânico), de Rio Verde, GO. – carbonatito (flogopita e minerais ferro-magnesianos), da região de Catalão, GO; e ultramáficas alcalinas, rocha constituída de minerais ferromagnesianos (olivina, piroxênio, plagioclásios e flogopita), de Lages-SC. (Martins et al., 2008). Segundo estes autores, estudos em casa de vegetação usando as rochas apenas moídas - brecha vulcânica alcalina, biotita-flogopita, xisto e ultramáfica alcalina, como fontes de K para soja e milho, mostraram resultados promissores. Xisto betuminoso explorado pela Petrobrás para extração de petróleo, na Formação Irati, que se prolonga desde Santa Catarina até o sul de Goiás, tem como subproduto um resíduo de excelente qualidade para ser usado como fertilizante (CANAL – Jornal de Bioenergia). Há tempo estudam-se estas rochas para usá-las como fertilizantes alternativos de baixo custo, com a vantagem de serem portadoras de diversos macro e micronutrientes. Sua desvantagem é a lenta liberação dos nutrientes. As pesquisas procuram entender e desenvolver os processos químicos e biológicos que se processam no ciclo dos nutrientes, até as raízes das plantas.

Recentemente foi registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) um remineralizador à base de micaxisto em Goiás, da Mineradora Araguaia, com o nome comercial FMX. A formação geológica é a mesma explorada pela Pedreira HVB-Britec, numa faixa que vai de Hidrolândia até Bela Vista de Goiás.



Sendo assim, estudos quanto ao efeito sobre a solubilização do micaxisto de Goiás em forrageiras tropicais cultivadas como o milho e com sucessão com soja nos solos de cerrado tornam-se importantes como alternativa.

Neste contexto, o objetivo do trabalho será o de avaliar a eficiência do remineralizador HVB-K (mineral primário), oriundo da Pedreira Britec, na sucessão milho-soja em comparação a um remineralizador já registrado no Mapa (FMX) e uma fonte de K solúvel (KCl).

2.2 Descrição do processo de obtenção do produto

O Grupo Pedreira HVB Ltda - Britec iniciou suas atividades de mineração com exploração da pedreira situada na rodovia GO-20, km 18, Zona Rural de Bela Vista de Goiás e destaca-se por oferecer vários produtos. A unidade explora uma área de micaxisto em Bela Vista de Goiás, GO, que pertence ao Grupo Araxá, composto por rochas metamórficas formadas ao final do Pré-Cambriano (Neoproterozóico) e ocorre na Faixa Brasília, no interior do Planalto Central. A descrição petrográfica mostra que a rocha é composta por filossilicatos (biotita, muscovita e clorita) de granulação fina a média, intercalados por faixas de quartzo, plagioclásio e granada. Os minerais que ocorrem em pequenas quantidades: sulfetos (pirita, calcopirita e pirrotita), óxidos (ilmenita e magnetita) e outros silicatos (epidoto e turmalina). É a mesma formação geológica explorada por várias mineradoras na região metropolitana de Goiânia (Mineradoras Araguaia, Izaíra, Bela Vista, etc.)

O processo de obtenção do produto é simples. Ela consiste na extração da jazida, britagem, moagem e armazenamento, conforme Figura 1.

As operações são:

(1). Lavra - Feita a céu aberto, em meia encosta. Esse processo se inicia com o desmonte da rocha bruta (micaxisto) a partir da execução do plano de fogo para desmonte primário, que consiste na perfuração e na detonação por



explosivos. Posteriormente há a quebra em fragmentos menores com perfuradores

(2). Carregamento - Após a lavra, é feito o carregamento dos fragmentos rochosos provenientes da mina até o local que abriga as instalações de britagem, conhecidos como praças de alimentação. O material pode ser armazenado temporariamente para depois alimentar os britadores em horários específicos ou ainda pode ser levado diretamente aos britadores primários dando origem à denominada pedra de mão (Figura 1).

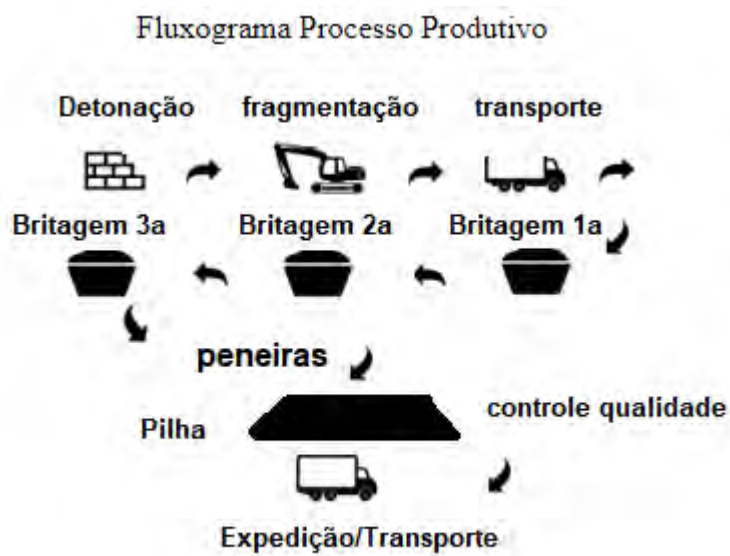


Figura 1 - Fluxograma do processo produtivo do remineralizador.

(3). Beneficiamento

Após as operações de lavra e carregamento segue-se o beneficiamento do material explorado, com as operações de britagem, peneiramento e classificação, sendo as frações abaixo de 4,75 mm, contendo os finos produzidos, depositadas em pilhas



O beneficiamento consiste em diversas operações mecânicas que tornam a brita adequada para a utilização como agregado na construção civil. São elas:

(3.1) Britagem primária

O material rochoso proveniente da mina é lançado através dos caminhões basculantes no alimentador do britador primário de mandíbulas, de abertura 90 x 65. As peneiras de separação do primeiro deck são de tela de malha de 60 mm – fio 5/8”. No segundo deck, na peneira de escalpe, a tela tem a malha de 15 mm – fio 5/16”, onde é classificado e descartado o rejeito proveniente da lavra, composto de material sujo, a depender da época do ano e da frente da bancada que está sendo explorada.

(3.2) Britagem secundária

Recebe o material gerado na britagem primária que é lançado no britador Hydrocone: o britador é do tipo cônico, sendo composto de dois cones com aberturas distintas nas mantas, onde ocorre o esmagamento das pedras contra as paredes dos cones, com o pilão girando em alta velocidade no centro excêntrico. Esta etapa reduzirá ainda mais as dimensões do material e já começa a trabalhar o índice de forma de agregados.

Os conjuntos de peneiras classificatórias são dois:

Peneira 1: Primeiro Deck – tela de malha de 21 mm – fio 7,94mm; Segundo Deck – tela de malha de 14 mm - fio 6,35 mm e Terceiro Deck - tela de malha de 4,75 mm - fio 3,00 mm.

Peneira 2: Primeiro Deck: tela de malha de 14 mm - fio 6,35 mm; Segundo Deck: – tela de malha 9,5 mm - fio 6,35 mm.

(3.3) Britagem terciária

O material gerado na britagem secundária é lançado no britador modelo VSI onde ocorrem colisões entre as partículas de pedra. Esse processo é



usado para corrigir o formato do agregado. Este conjunto do Terceiro Deck tem tela de malha 4,75 mm e fio 3,00 mm.

(3.4) Peneiramento, classificação

A partir da britagem secundária, o material será encaminhado ao peneiramento, em peneiras vibratórias de alta frequência inclinadas. As partículas finas (remineralizador), que atendem à Instrução Normativa do MAPA nº 5 de 10/03/2016, serão direcionadas por correias transportadoras e depositadas em pilhas. Após ensaios granulométricos define-se a granulometria resultante. As pilhas serão separadas por lotes e reclassificadas em função da granulometria e teor de nutrientes e sílica livre (quartzo), para conformidade com a legislação vigente dos remineralizadores.

Assim, a produção do remineralizador se dará por meio da separação dos agregados (Brita 0 e 1) dos finos (pó de rocha) no processo de mineração do micaxisto. As britas produzidas são transportadas utilizando-se um sistema de correias e dão origem à Brita 1 (< 19 mm e > 16 mm) e brita 0 (< 16mm e > 4,75 mm). Os finos classificados por peneiramento darão origem ao remineralizador.

A unidade de produção conta com Laboratório equipado com balanças, agitadores e peneiras, entre outros equipamentos, para a execução de diversos ensaios, inclusive de avaliação granulométrica, que é feita periodicamente para atender as demandas da produção de brita, entre elas a caracterização do material depositado nas pilhas.



3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização do produto e plano de amostragem

A amostragem foi realizada na pilha de armazenamento do remineralizador (Figura 2, Anexo 1) retirando dez amostras simples para compor uma amostra composta. A pilha foi dividida em dez partes iguais e homogenizadas para formar uma amostra composta de 20 kg (esta amostra foi usada para a caracterização e montagem do ensaio após o tamisamento exigido na legislação do MAPA - Tabela 1). Para a amostragem foram consideradas as definições e procedimentos constantes das NBR's 5426 5427.

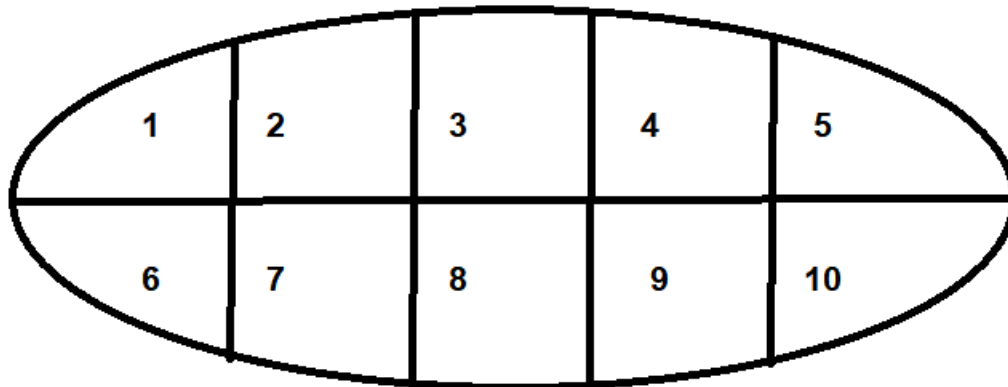


Figura 2 - Plano de amostragem da pilha de remineralizador.



Tabela 1. Requisitos mínimos para análise granulométrica do remineralizador conforme IN 05/2016 dos remineralizadores e substratos para plantas.

Especificação de natureza	Peneira (abertura de malha)	Mínimo de Partículas Passantes (massa x massa) (%)
Pó	2,0 mm (ABNT nº 10)	100
Pó	0,84 mm (ABNT nº 20)	70
Pó	0,3 mm (ABNT nº 50)	50

Fonte: Anexo I da Instrução Normativa GM / MAPA nº 5, de 10 de março de 2016.

O material do ensaio consiste no produto coletado nas pilhas (< 4,75 mm) como foi descrito, e submetido ao peneiramento a 0,425 mm (peneira nº 40), obtendo-se aproximadamente 20 kg de material em pó que foi destinado à Escola de Agronomia da UFG para a caracterização e os ensaios agrônômicos. Esta operação visou produzir o pó remineralizador com as dimensões granulométricas apresentadas como especificações no requerimento em formulário padronizado do Ministério da Agricultura, que acompanha a documentação. Este é o produto que a empresa HVB-Britec se compromete a fornecer como remineralizador de solos, montando a estrutura de separação, classificação e controle de qualidade do pó gerado no processamento da brita. No citado Requerimento, as especificações apresentadas são de 100, 95 e 90% passantes nas peneiras nº 10 (2,00 mm), nº 20 (0,84 mm) e nº 50 (0,30 mm). Submetido à análise granulométrica no Laboratório da Escola de Agronomia/UFG, segundo o Manual de Métodos Analíticos Oficiais para



Fertilizantes e Corretivos (MAPA), capítulo V, item B.2.1, o material dos ensaios apresentou os seguintes resultados:

Tabela 2. Amostra Pedreira HVB – Britec. Análise granulométrica – UFG – Escola de Agronomia

Peneiras	Massa retida	% passante
Peneira nº 10 (2,00 mm)	0,00	100,0
Peneira nº 20 (0,84 mm)	0,00	100,0
Peneira nº 50 (0,30 mm)	3,80	96,2
Fundo	96,20	
Total	100,00	

Estes resultados atendem às especificações propostas para o remineralizador HVB-Britec com a devida margem de segurança e vão além das especificações mínimas para a classificação granulométrica constantes da IN 05/2016 dos remineralizadores e substratos para plantas (tabela 1).

O material remanescente dos ensaios está armazenado nos arquivos da Escola de Agronomia, inclusive por estar sendo utilizado em estudos adicionais em andamento e reservado para experimentos futuros em programação.

As determinações para a caracterização da composição química e geoquímica do remineralizador foram efetuadas no Laboratório CAMPO em Paracatu, MG, cadastrado no MAPA e certificado pelo INMETRO e no Centro Regional de Inovação Tecnológica (CRTI) da UFG em Goiânia/GO, Instituição de excelência técnica reconhecida em sua área. O difratograma consta na Figura 3 e os dados obtidos estão informados nas Tabelas 3, 4 e 5 em atendimento à Instrução Normativa do MAPA nº 5 de 10/03/2016.



No CRTI, da Universidade Federal de Goiás, foram feitas as análises de caracterização geoquímica por difração de raios-X, método Rietveld, e por fluorescência de raios-X. O Relatório de Análises do CRTI consta, ao final, como o Anexo 2.

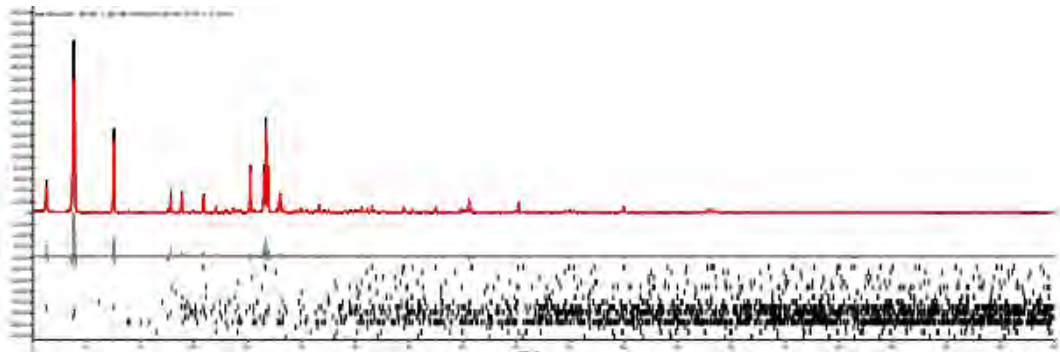


Figura 3 - Difratograma da Amostra - Britec 1 (pó de micaxisto) Britec UFG, com o refinamento Rietveld, usando o programa Topas 4.2. A curva pontilhada em preto corresponde ao difratograma medido, a curva em vermelho ao difratograma calculado. O parâmetro de qualidade de ajuste, nesse caso, foi GOF = 3,20.

A difração de raios X com refinamento de estrutura, mais conhecido como método Rietveld, desenvolvido por Hugo Rietveld, é utilizada mundialmente como método de excelência na caracterização quantitativa de materiais cristalinos na forma de pó.

A fluorescência de raios-X é uma técnica instrumental não destrutiva para determinação dos teores totais constituintes da amostra, apresentados na forma de seus óxidos e de ampla utilização na análise geoquímica.



Tabela 3 - Determinação da proporção modal das fases minerais cristalinas pelo método de Rietveld da Amostra - Britec 1 (pó de micaxisto) Britec UFG

Mineral	Valor percentual (%)	Método
Ilmenita	1,96	Rietveld
Goethita	< LQ	Rietveld
Hematita	< LQ	Rietveld
Magnetita	< LQ	Rietveld
Anatásio	< LQ	Rietveld
Rutilo	< LQ	Rietveld
Muscovita	22,13	Rietveld
Clorita Clinocloro	11,35	Rietveld
Biotita	14,55	Rietveld
Quartzo	23,62	Rietveld
Oligoclásio	25,83	Rietveld
Calcita	< LQ	Rietveld
Dolomita	< LQ	Rietveld
Apatita	< LQ	Rietveld
Pirita	< LQ	Rietveld

<LQ – abaixo do limite quantificável.



Tabela 4 - Análise química por fluorescência de raios-X dos óxidos maiores, conforme Relatório do CRTI, presentes no HVB-K da Pedreira Britec (anexo 2).

Óxidos Analisados (%)	Britec 1 (Pó de micaxisto) Britec UFG
SiO₂	57,68
TiO₂	1,18
Al₂O₃	17,65
Fe₂O₃	8,30
MnO	< LQ
MgO	3,87
CaO	2,09
Na₂O	2,21
K₂O	3,47
P₂O₅	0,28
SO₃	< LQ
LOI (%)	3,11
Soma (%)	99,85
Silício total	28,8

<LQ – abaixo do limite quantificável.

Observa-se o atendimento ao exigido na IN 05/2016, quanto ao teor de sílica livre (quartzo) e ao mínimo da soma de óxidos (CaO + MgO + K₂O) \geq 9% em massa.

Quanto à presença dos elementos potencialmente tóxicos (cádmio/Cd, chumbo/Pb, arsênio/As e mercúrio/Hg), constantes da norma, estão apresentados os valores da tabela 5, conforme certificado de análise do Laboratório CAMPO, de número 0666/20 F (anexo 3). Para estes limites a IN 05/2016 estabelece uma tolerância de 25% para mais.



Tabela 5. Quantificação de metais potencialmente tóxicos presentes no HVB-K da Pedreira Britec (micaxisto).

Elemento	Extrator	Resultado	Unidade	Metodologia
Cd	Total	<LQ	mg/kg (ppm)	IN03/17+IN24/2007
Pb	Total	19	mg/kg (ppm)	IN03/17+IN24/2007
As	Total	<LQ	mg/kg (ppm)	IN03/17+IN24/2007
Hg	Total	< 0,1	mg/kg (ppm)	IN03/17+IN24/2007

<LQ - Menor que o limite quantificável.

Dados quanto aos EPT's constam também do Relatório de Análises do CRTI (anexo 2) confirmando a inocuidade do produto.

Nos certificados CAMPO (Anexo 3), encontram-se, ainda, os dados referentes a Hg, pH de abrasão e à granulometria, parâmetros também constantes da Norma.

3.2 – Localização e características gerais da área experimental

O experimento foi instalado em condições de casa de vegetação, em vasos, em dois Latossolos, um de textura franco arenoso (LATOSSOLO AMARELO – LA) e outro de textura argilosa (LATOSSOLO VERMELHO – LV), oriundo da Fazenda Experimental do Campus II da UFG, no município de Goiânia, localizado na região Sul do Estado de Goiás, de acordo com as coordenadas geográficas 16°40'22" de latitude sul, 49°15'19" a Oeste de Greenwich. Apresenta uma altitude média de 730 m (BRASIL, 1959). O relevo é caracterizado por ser moderadamente plano a levemente ondulado. O clima enquadra-se com B2 WB 42' (LOBATO, 1978). Apresenta temperatura média de 21°C, com máxima de 29°C e com mínima de 15°C. Umidade relativa anual 41,5%, precipitação pluviométrica média anual de 1487,2 mm e insolação total 2645,7 horas.

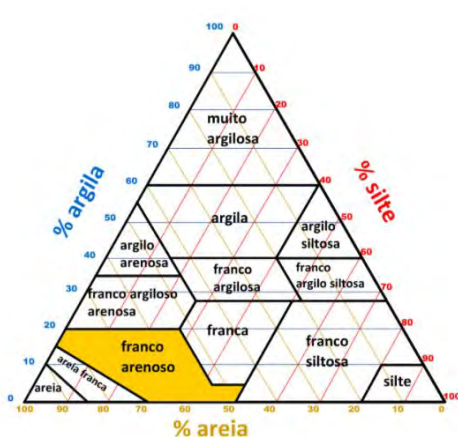


O LATOSSOLO AMARELO (franco arenoso) e o LATOSSOLO VERMELHO (argiloso) estão caracterizados na Tabela 6 e Figura 4, e apresentaram baixos teores de K (Tabela 7).

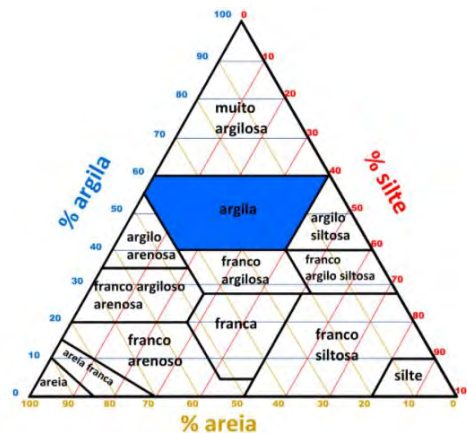
A adubação empregada foi calculada em função da análise de solo conforme a C.F.S.G (1988). Os solos receberam calagem, foram homogeneizados para atingir saturação por bases de 60% e colocados nos vasos. Os teores de Ca e Mg após a calagem constam na Tabela 8.

Tabela 6 Análise física dos solos utilizados no experimento em casa de vegetação.

Solo	Argila	Silte	Areia
	g kg^{-1}		
LATOSSOLO AMARELO (franco arenoso)	170	20	810
LATOSSOLO VERMELHO (argiloso)	480	90	430



LATOSSOLO AMARELO
FRANCO ARENOSO



LATOSSOLO VERMELHO
ARGILOSO

Figura 4 – Triângulo textural dos solos empregados



Tabela 7 - Resultados da análise química dos solos utilizados antes da instalação do ensaio. Goiânia. 2019. Ensaio em solo argiloso e franco arenoso.

Solo	M.O. %	pH (CaCl ₂)	P(Mehl) mg/dm ³	K mg/dm ³	Ca cmolc/dm ³	Mg cmolc/dm ³	H+Al cmolc/dm ³	Al cmolc/dm ³	CTC cmolc/dm ³	M %	V %
LA	0,6	6,3	0,3	34,0	1,3	0,3	1,2	0,0	2,9	0,0	58,0
LV	1,7	4,7	0,3	24,0	1,6	0,5	2,3	0,1	4,5	4,3	49,0

Tabela 8 - Resultados do teor de Ca Mg dos solos utilizados após a calagem e da instalação do ensaio. (média dos dois ensaios, nos dois solos), Goiânia. 2019

Descrição	Simbologia	Ca no solo cmol _c /dm ³		Mg no solo cmol _c /dm ³	
		LA	LV	LA	LV
Testemunha	0R	1,6	2,6	0,6	0,88
0,5 dose recomendada HVB	30R	2,2	2,2	0,76	0,74
1,0 da dose recomendada HVB	60R	2,6	2,4	0,70	0,74
2,0 da dose recomendada HVB	120R	2,8	2,6	0,84	0,80
4,0 da dose recomendada HVB	240R	2,8	1,6	0,90	0,52
1,0 da dose recomendada do FMX	60FMX	2,6	2,4	0,86	0,76
1,0 da dose recomendada do KCl	60KCl	2,2	2,4	0,58	0,60

Obs. Não apresentaram diferenças significativas. De acordo com Tome Jr (1999) os teores adequados são maiores que 2 cmol_c/dm³ para Ca e 0,4 cmol_c/dm³ para Mg, somente o solo LV no tratamento 120R apresentou valores abaixo do adequado.

3.3 – Tratamentos

Os tratamentos empregados consistiram em doses do remineralizador HVB-K (mineral primário de micaxisto), oriundo do Grupo Britec em dois solos, um arenoso e outro argiloso. A dose recomendada foi de 60 kg/ha de K₂O tanto para o milho (Tabela 9) como para a soja (Tabela 10).

0R – Testemunha absoluta

30R – aplicação de 0,5 dose recomendada

60R - aplicação de 1,0 da dose recomendada

120R – aplicação de 2,0 da dose recomendada

240R – aplicação de 4,0 da dose recomendada

60FMX – aplicação de 1,0 da dose recomendada do remineralizador FMX - Araguaia

60KCl – aplicação de 1,0 da dose recomendada com cloreto de potássio.



Tabela 9 – Doses empregadas para os tratamentos e sua correspondência em kg/ha

Descrição	Trat	dose K ₂ O/ha	% K ₂ O Produto	Fonte	Dose produto kg/ha
Testemunha	0R	0	-		0
0,5 dose recomendada HVB	30R	30	3	HVB	1000
1,0 da dose recomendada HVB	60R	60	3	HVB	2000
2,0 da dose recomendada HVB	120R	120	3	HVB	4000
4,0 da dose recomendada HVB	240R	240	3	HVB	8000
1,0 da dose recomendada FMX	60FMX	60	3	FMX	2000
1,0 da dose recomendada KCl	60KCl	60	60	KCl	100

A dose recomendada foi de 60 kg/ha de K₂O.

Tabela 10 – Doses empregadas para os tratamentos e sua correspondência em mg/kg (ppm)

Descrição	Trat	Dose K ₂ O/ha tratamento	Dose K ₂ O mg/kg (ppm)
Testemunha	0R	0	0
0,5 da dose recomendada HVB	30R	30	45
1,0 da dose recomendada HVB	60R	60	90
2,0 da dose recomendada HVB	120R	120	180
4,0 da dose recomendada HVB	240R	240	360
1,0 da dose recomendada FMX	60FMX	60	90
1,0 da dose recomendada do KCl	60KCl	60	90

* 1ppm é 2kg/ha e foi usado o fator 3 vezes a dose para correção do fertilizante (Anexo a razão do uso do fator 3).

3.4 Instalação dos ensaios em vasos

3.4.1 Milheto

O trabalho foi conduzido em vasos (9 L ou 0,009 m³), dispostos na casa de vegetação da Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, no município de Goiânia, GO, com temperaturas médias anuais variando de 29,8°C de máxima e 17,7°C de mínima.



O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições.

Depois de realizadas as adubações de macronutrientes com superfosfato triplo e ureia, no dia 18 de setembro de 2019 foi feita a semeadura com 20 sementes por vaso de milho, desbastando para 10 plantas por vaso após a emergência. A adubação de plantio de P e N foi feita com base nos dados obtidos pela análise do solo e nas recomendações da C.F.S.G (1988). Foi aplicado o mesmo fator de correção (3x a dose indicada) como explicado na descrição dos tratamentos. As doses aplicadas foram 100 mg/kg de N e 250 mg/kg de P_2O_5 . Após a colheita do ensaio do milho, foi plantada a soja com os mesmos tratamentos. A cultivar de milho empregada foi a ADR 3000. O ensaio com o milho se estendeu de 18 de setembro até dia 04 de novembro/2019 (colheita do milho).

3.4.2 Soja

Após a colheita do milho, foram reaplicados os tratamentos, realizada a adubação macro com superfosfato triplo e ureia e foi feita a semeadura no dia 13 de novembro com 10 sementes por vaso de soja, desbastando para 3 plantas por vaso. A adubação de plantio de P e N foi feita com base nos dados obtidos pela análise do solo e nas recomendações da C.F.S.G (1988).. A cultivar de soja empregada foi a Brasmax Desafio RR – 8473 RSF. O ensaio da soja foi conduzido de 13 de novembro de 2019 a abril de 2020.

3.5 Tratos culturais

Foi feito desbaste após a emergência das sementes no milho e na soja. Na soja foi feita a inoculação com *Bradyrhizobium* turfoso na dosagem recomendada pelo fabricante. Foi realizado controle de pragas (percevejos e lagartas) com a catação manual tanto no milho como na soja em vistorias diárias das plantas, em todos os vasos. Não houve problemas de doenças em ambas as culturas. A irrigação foi a mesma realizada em todos os vasos



repondo a água de evapotranspiração para manter 80% da capacidade de embebição (similar a capacidade de campo).

3.6 Variáveis estudadas

As características avaliadas no milho e soja foram:

1. Biomassa seca do milho: foi obtida após a pesagem da massa úmida da parte aérea do milho e secagem a peso constante em estufa com circulação de ar, sendo expressa em toneladas de biomassa seca por hectare.
2. Produtividade da soja: foi mensurada a massa de grãos seca por vaso e transformada em produtividade expressa em sacas (60 kg) por hectare.
3. O teor de Potássio nas folhas de milho e soja: foram amostrados e mensurados conforme metodologia proposta por Malavolta et al (1999).
4. Teor de K no solo: foram amostrados e mensurados conforme metodologia proposta por EMBRAPA et al (1999) por meio do extrator Mehlich 1, após a colheita das culturas..

Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias e, quando pertinente, à análise de regressão calculada para equações lineares e quadráticas. Foram aceitas as equações significativas a 1% (**) e a 5% (*) de probabilidade pelo teste F, com o maior coeficiente de determinação (r^2) utilizando o programa estatístico *Statistical Analysis System* – SAS.

O trabalho foi iniciado em 29 de maio de 2019 e finalizado em 30 de junho de 2020.



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Milheto

Nos teores de K foliares de milho (Tabela 11 e Figura 5) verifica-se que houve diferenças significativas nos tratamentos com teste F de 3,83 para o solo LA e 6,24 para o solo LV. Os coeficientes de variação foram menores que 20% e foram maiores no solo LV.

Os maiores teores de K foliares foram obtidos nos tratamentos 240R e 60 FMX para ambos os solos. Não houve diferenças nas doses de 60 kg/ha de K_2O do HVB e dos padrões de referência FMX e KCl para ambos os solos. Na Figura 5 verifica-se que as doses do remineralizador HVB se ajustaram numa regressão polinomial do 2º grau e proporcionaram incrementos no teor de K foliar até a dose de 160 kg ha^{-1} de K_2O no LA e 180 kg ha^{-1} no LV. Os coeficientes de regressão foram altos (R^2 maiores que 0,90). Tais resultados da análise foliar coincidem com os obtidos por Menezes & Leandro (2004). Os autores encontraram em plantas de milho 1,04 dag/kg para o K. Considerando que as produtividades neste ensaio se situaram-se em 10 t/ha isso representa uma capacidade de extração do solo de 80 a 140 kg/ha de K. Tais resultados corroboram os obtidos por Pacheco et al (2011) que obtiveram no milho 130 kg/ha de K em São Antônio de Goiás. Os teores foliares de K no milho estão próximos também aos obtidos para o ensaio Soratto et al (2014) e Crusciol & Soratto (2009) convertendo-os para mesma unidade de decagramas por kilograma de tecido vegetal.



Tabela 11 – Médias dos teores de K nas folhas de milho em dois solos submetidos a doses crescentes de Remineralizador HVB e fontes de K de referência. Goiânia, GO

Tabela	K foliar	Teste	Tabela	K foliar	Teste
Trat	dag/kg	Tukey ⁽¹⁾	Trat	dag/kg	Tukey
<hr/>			<hr/>		
Solo LA	Franco	Arenoso	Solo LV	Argiloso	
<hr/>			<hr/>		
0R	0,8	b	0R	0,8	b
30R	1,0	ab	30R	1,0	ab
60R	1,3	ab	60R	1,0	ab
120R	1,4	a	120R	1,2	ab
240R	1,4	a	240R	1,3	a
60FMX	1,2	ab	60FMX	1,0	ab
60KCl	1,4	a	60KCl	1,2	ab
<hr/>			<hr/>		
Teste F	3,83	*	Teste F	6,24	**
CV	13,59	%	CV	17,28	%

(1) Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ** e * representa significativo a 1% e 5% respectivamente na análise de variância (teste F).

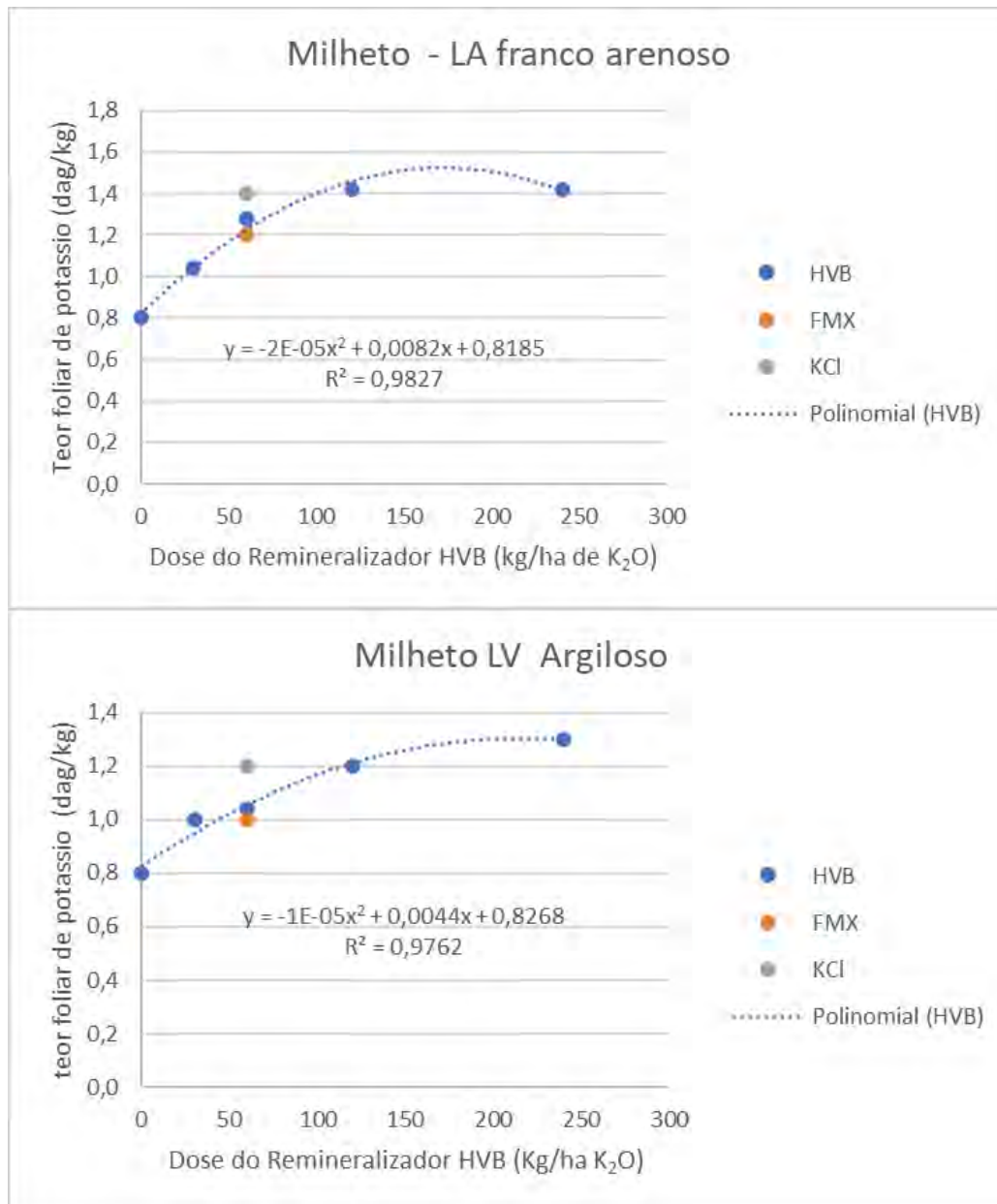


Figura 5. Teor de K foliar de plantas de milho em função de doses do remineralizador HVB-K nos solos LA (franco arenoso) e LVd (argiloso). UFG, Goiânia, GO.



Zörb et al. (2013), em estudo com micas (presentes nas biotitas e flogopitas) verificaram a liberação de K após a aplicação. O uso da biotita, em solos deficientes em K pode repô-lo, mas características como o tipo de solos, composição e propriedades físico-químicas, relação planta-solo e atividade microbiana influenciam no processo de liberação.

O K no solo extraído pelo Mehlich 1 cultivado com milho (Tabela 12 e Figura 6) apresenta diferenças significativas quanto aos tratamentos (Testes F de 12,08 e 15,16 respectivamente para o solo LA e LV). Os teores de K situaram-se entre 37,3 a 140,5 mg dm⁻³ no solo LA e de 26,5 a 213,5 mg dm⁻³ no LV. Quanto aos ajustes polinomiais dos teores de K no solo (Figura 6), as doses do remineralizador HVB-K se ajustaram numa regressão polinomial do 2º grau com R² elevados e proporcionaram incrementos nos teores de K do solo até a dose de 180 kg/ha do LA e 240 kg/ha de K₂O no LV indicando em ambos os solos ndo micaxisto para o sistema solo-planta.

Em relação às fontes referenciais de K (FMX e KCl) na mesma dose (60kg/ha de K₂O), o KCl não apresenta diferenças significativas quanto ao teor de K no solo, demonstrando o potencial do HVB. Verifica-se em relação aos padrões de Souza e Lobato (2004) que os teores de K no solo estão em níveis abaixo do adequado (menor que 31 mg/dm³ no LA) na testemunha (0R). No solo LV os níveis considerados adequados são de 50 a 80 mg/dm³ de K. Todos os tratamentos, com exceção da testemunha encontram-se acima de 50 mg/dm³). Verifica-se que as fontes testadas aumentaram a disponibilidade de potássio. Ribeiro et al. (2010) relataram com o uso de rochas ultramáficas alcalinas e brechas piroclásticas efeito positivo com altas concentrações de K⁺ trocável no solo com adições de altas dosagens.

Theodoro et al. (2013), em experimento com cinco rochas, dentre elas o micaxisto, em cinco culturas (milho, feijão, alho, quiabo e cenoura) evidenciou nos Latossolos a disponibilidade de nutrientes em todas as parcelas, demonstrando a interação dos agrominerais com solo e planta. Reis (2013), em



tratamento em Latossolo com rochas micaxistos e anfibólitos, na cultura do milho, relatou que o micaxisto atua como fonte desses nutrientes à planta e apresentou aumento na matéria seca das raízes (MSR)

Duarte et al., (2012), verificou em aplicação com rochas silicáticas na cultura do milho que os maiores teores de matéria seca foram proporcionais às maiores dosagens aplicadas no solo.

Tabela 12 – Médias dos teores de K no solo cultivado com milho em dois solos submetidos a doses crescentes de Remineralizador HVB e fontes de K de referência. Goiânia, GO

Tabela	Teor K	Teste	Tabela	Teor K	Teste
Trat	mg/dm ³	Tukey ⁽¹⁾	Trat	mg/dm ³	Tukey
Solo LA	Franco	arenoso	Solo LV	Argiloso	
0R	37,3	d	0R	26,5	c
30R	70,5	cd	30R	50,0	bc
60R	89,5	bc	60R	95,0	b
120R	124,5	ab	120R	120,3	b
240R	140,5	a	240R	213,5	a
60FMX	103,3	abc	60FMX	103,0	b
60KCl	98,0	bc	60KCl	83,5	bc
Teste F	12,08	**		15,16	**
CV	20,31	%		31,07	%

(1) Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ** e * representa significativo a 1% e 5% respectivamente na análise de variância (teste F).

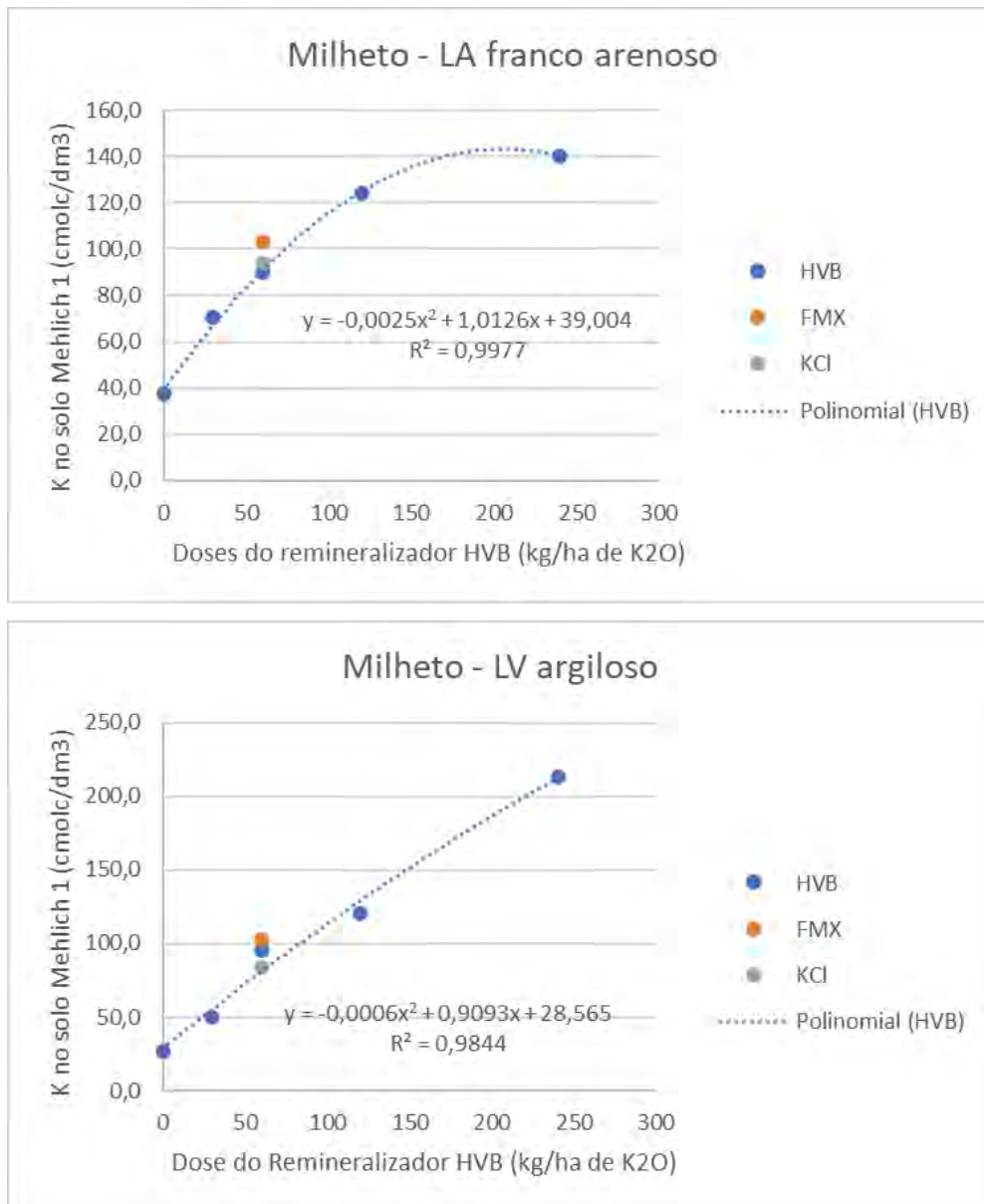


Figura 6. Teor de K no solo (Mehlich 1) de plantas de milheto em função de doses do remineralizador HVB-K nos solos LA(fraco argiloso) e LV (argiloso). UFG, Goiânia, GO

As produtividades do milheto (Tabela 13) apresentaram diferenças significativas pelo teste F no LA (4,10) e no LV (5,91) com coeficientes de



variação muito baixos (menor que 11%). O milho produziu biomassa seca entre 10,2 a 14,7 t ha⁻¹, destacando-se o tratamento 60R que obteve as maiores produtividades sendo significativamente superior aos padrões (60FMX e 60KCI) no LA (Tabela 13). Produtividades de 4,2 a 16,8 t ha⁻¹ de biomassa seca foram obtidas no LV, sendo a maior produtividade obtida com 240R, único tratamento que se diferenciou da testemunha. As produtividades de biomassa ajustadas às doses do remineralizador HVB-K são apresentadas na Figura 7.

Tabela 13 – Produtividade de biomassa seca de milho em dois solos submetidos a doses crescentes de Remineralizador HVB e fontes de K de referência (FMX e KCI). Goiânia, GO

Trat	Bio Milheto t/ha	Teste Tukey ⁽¹⁾	Trat	Bio Milheto t/ha	Teste Tukey
Solo LA	Franco	Arenoso	Solo LV	Argiloso	
0R	12,4	ab	0R	4,2	B
30R	13,2	ab	30R	8,4	Ab
60R	14,7	a	60R	9,2	Ab
120R	10,2	b	120R	10,1	Ab
240R	11,8	ab	240R	16,8	A
60FMX	11,2	b	60FMX	12,2	Ab
60KCI	10,7	b	60KCI	11,3	Ab
Teste F	4,10	**	Teste F	5,91	**
CV	10,88	%	CV	10,64	%

(1) Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ** e * representa significativo a 1% e 5% respectivamente na análise de variância (teste F).

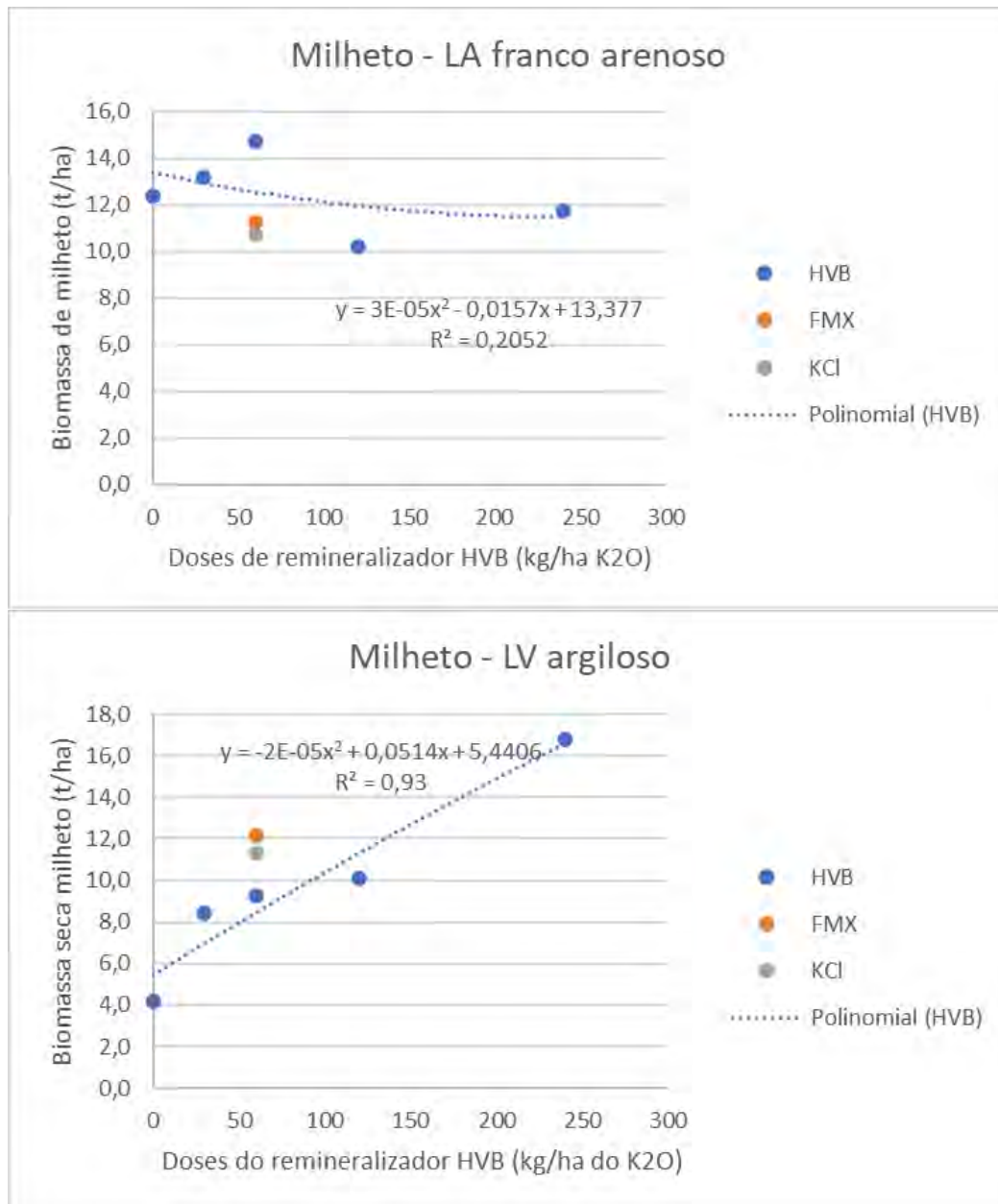


Figura 7. Produção de biomassa de plantas de milho em função de doses do remineralizador HVB-K nos solos LA (franco arenoso) e LV (argiloso). UFG, Goiânia, GO.

Verifica-se que houve ajuste numa regressão polinomial do 2º grau em ambos os solos, apesar do baixo coeficiente de regressão no LA ($R^2=0,3511$).



As doses crescentes proporcionaram aumentos na biomassa de milho até 240 kg/ha K₂O do HVB no LV com coeficiente de regressão elevado ($R^2=0,93$).

No caso do solo LA as fontes de K de referência (FMX e KCl) ficaram abaixo da equação polinomial e no caso do LV acima. Crusciol & Soratto (2009) verificaram produção de matéria seca de milho muito semelhante (14,8 t ha⁻¹). As produções de biomassa foram maiores no LV do que LA e estão próximas às obtidas para ensaios por Menezes & Leandro (2004); Pacheco et al (2011); Soratto et (2014) e Crusciol & Soratto (2009).

Após incorporação ao solo, o remineralizador HVB passa a sofrer alterações químicas e físicas que influenciam sua capacidade de disponibilizar nutrientes, em especial o potássio. Os solos devido às suas características e propriedades particulares apresentaram respostas singulares na produtividade de milho, sendo o solo LV argiloso mais responsivo na produtividade em relação ao solo LA franco arenoso já no primeiro cultivo após a aplicação.

Considerando que a maioria dos minerais que constituem os remineralizadores apresenta baixa solubilidade em água e a liberação gradual dos nutrientes, observa-se que mesmo apresentando respostas nos teores foliares e nos de K disponível no solo, as respostas para o milho quanto à biomassa foram menos nítidas. Possivelmente a solubilização no primeiro ano de cultivo não foi no tempo necessário para as respostas na produtividade da cultura. Tal resposta só foi possível na maior dose 240 kg/ha de HVB no solo LV. As produtividades na dose 60 kg/ha de K₂O não apresentaram diferenças significativas na produtividade em relação aos padrões de referência (KCl e FMX). Possivelmente, mesmo tendo a liberação gradual no LA, as perdas por lixiviação não proporcionaram efeitos na produtividade. As produtividades altas para a testemunha no LA também contribuíram para os dados inconclusivos na produtividade neste solo, mesmo com as respostas do remineralizador HVB no solo e folhas de milho.



Soja

Nas Tabelas 14 a 16 e Figuras de 8 a 10 são apresentados os efeitos das doses do remineralizador HVB-K nas variáveis estudadas nas plantas de soja em sucessão ao milho nos solos LA e LV.

Houve efeito significativo com valores muito elevados no teste F (52,53 e 73,07 respectivamente para o solo LA e LV) e baixos valores de CV (menor que 10%). Os maiores valores foram encontrados para o tratamento 240R no LA e 240R e 60KCl no LV. São considerados teores de K adequados os teores de 1,8 a 2,5 dag/kg segundo EMBRAPA (2020).

Quanto aos teores de K foliares de soja em decagrama por quilograma de biomassa (Figura 8), as doses do remineralizador HVB-K se ajustaram numa regressão polinomial do 2º grau e proporcionaram incrementos no teor de K foliar até a dose de 240 kg/ha no LV e LA. Houve correspondência dos teores foliares de K com o teor do FMX para ambos os solos e com o KCl no LA. Os teores foliares de K da soja foram próximos aos níveis referidos como adequados por RAIJ et al.(1997) (1,7 a 2,5 dag/kg), RIBEIRO et al., 1999 (1,7 dag/kg) e EMBRAPA, 2020 (1,8 a 2,5 dag/kg). É importante destacar que esses critérios de interpretação são para soja em campo e há uma variabilidade de teores e de interpretação conforme vários fatores, entre eles as condições de cultivo e cultivares (Fontes, 2016).



Tabela 14 – Médias dos teores de K nas folhas de soja em dois solos submetidos a doses crescentes de Remineralizador HVB e fontes de K de referência. Goiânia, GO

Trat	K foliar dag/kg	Teste Tukey ⁽¹⁾	Trat	K foliar dag/kg	Teste Tukey
Solo LA	Franco	arenoso	Solo LV	Argiloso	
0R	1,2	d	0R	0,7	c
30R	1,1	d	30R	1,0	bc
60R	1,5	b	60R	0,9	bc
120R	1,2	cd	120R	1,3	ab
240R	1,9	a	240R	1,6	a
60FMX	1,2	cb	60FMX	0,9	bc
60KCl	1,4	bc	60KCl	2,0	a
Teste F	52,53	**	Teste F	73,07	**
CV	5,84		CV	9,37	%

(1) Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ** e * representa significativo a 1% e 5% respectivamente na análise de variância (teste F).

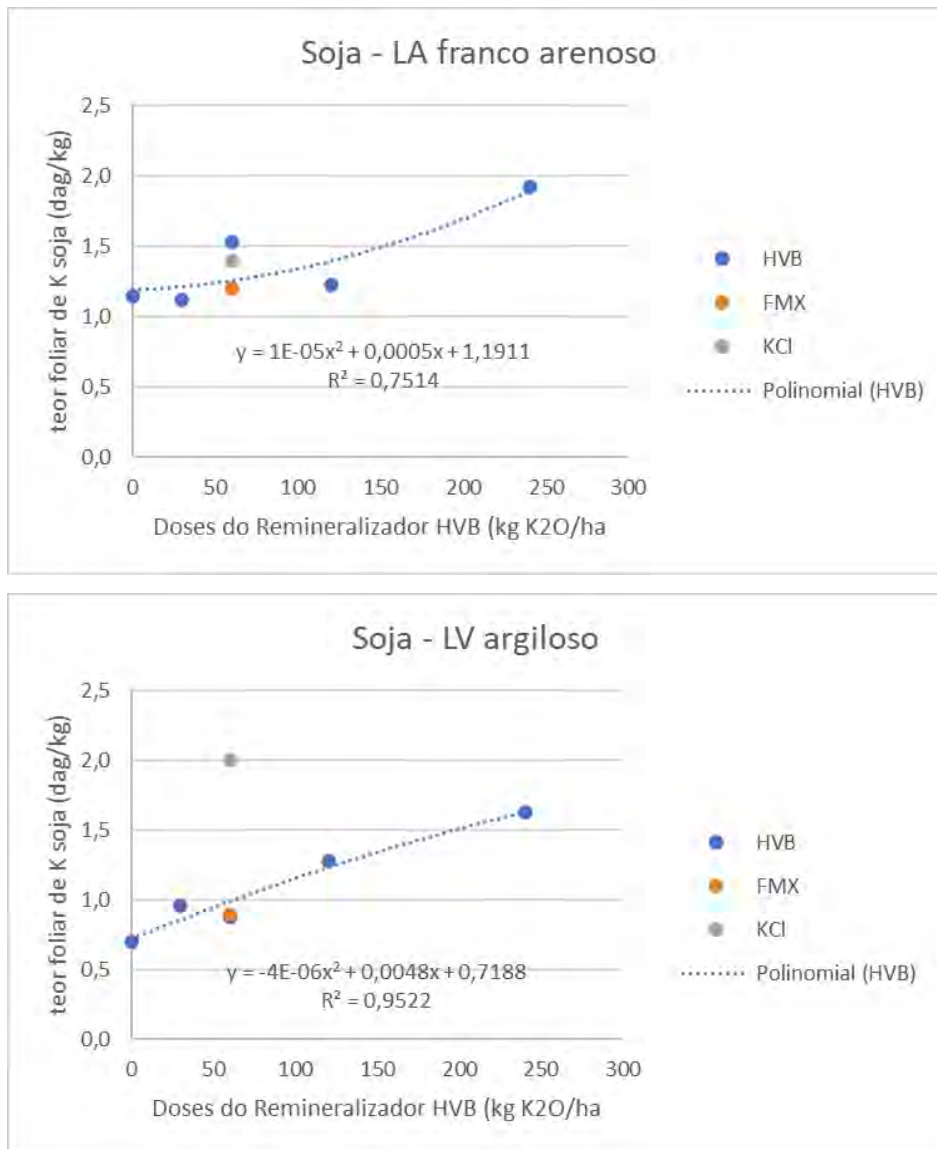


Figura 9. Teor de K foliar em plantas de soja em função das doses do remineralizador HVB-K nos solos LA (franco arenoso) e LV (argiloso) em comparação com FMX e KCl na dose de 60kg/ha de K₂O. UFG, Goiânia, GO.

O K no solo extraído por Mehlich 1 (Tabela 15 e Figura 10) apresenta diferenças significativas quantos aos tratamentos (Testes F de 31,75 e 8,88 respectivamente para o solo LA e LV). Os teores de K situaram-se entre 21,8 a



77,8 mg dm⁻³ no solo LA e de 69,8 a 103,8 mg dm⁻³ no LV. Comparando com os teores de K no solo no ensaio do milho verifica-se um decréscimo nos teores do 1º para o 2º cultivo.

Tabela 15 – Médias dos teores de K no solo em dois solos submetidos a doses crescentes de Remineralizador HVB e fontes de K de referência. Goiânia, GO

Tabela	Teor K	Teste	Tabela	Teor	Teste
Trat	mg/dm ³	Tukey ⁽¹⁾	Trat	mg/dm ³	Tukey
Solo LA	Franco	arenoso	Solo LV	Argiloso	
0R	21,8	c	0R	69,8	b
30R	32,8	c	30R	87,5	ab
60R	51,5	b	60R	81,3	ab
120R	65,8	ab	120R	103,8	a
240R	74,8	a	240R	85,3	ab
60FMX	55,5	b	60FMX	77,2	ab
60KCl	77,8	a	60KCl	72,2	b
Teste F	31,75	**	Teste F	8,88	**
CV	13,70	%	CV	11,23	%

(1) Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ** e * representa significativo a 1% e 5% respectivamente na análise de variância (teste F).

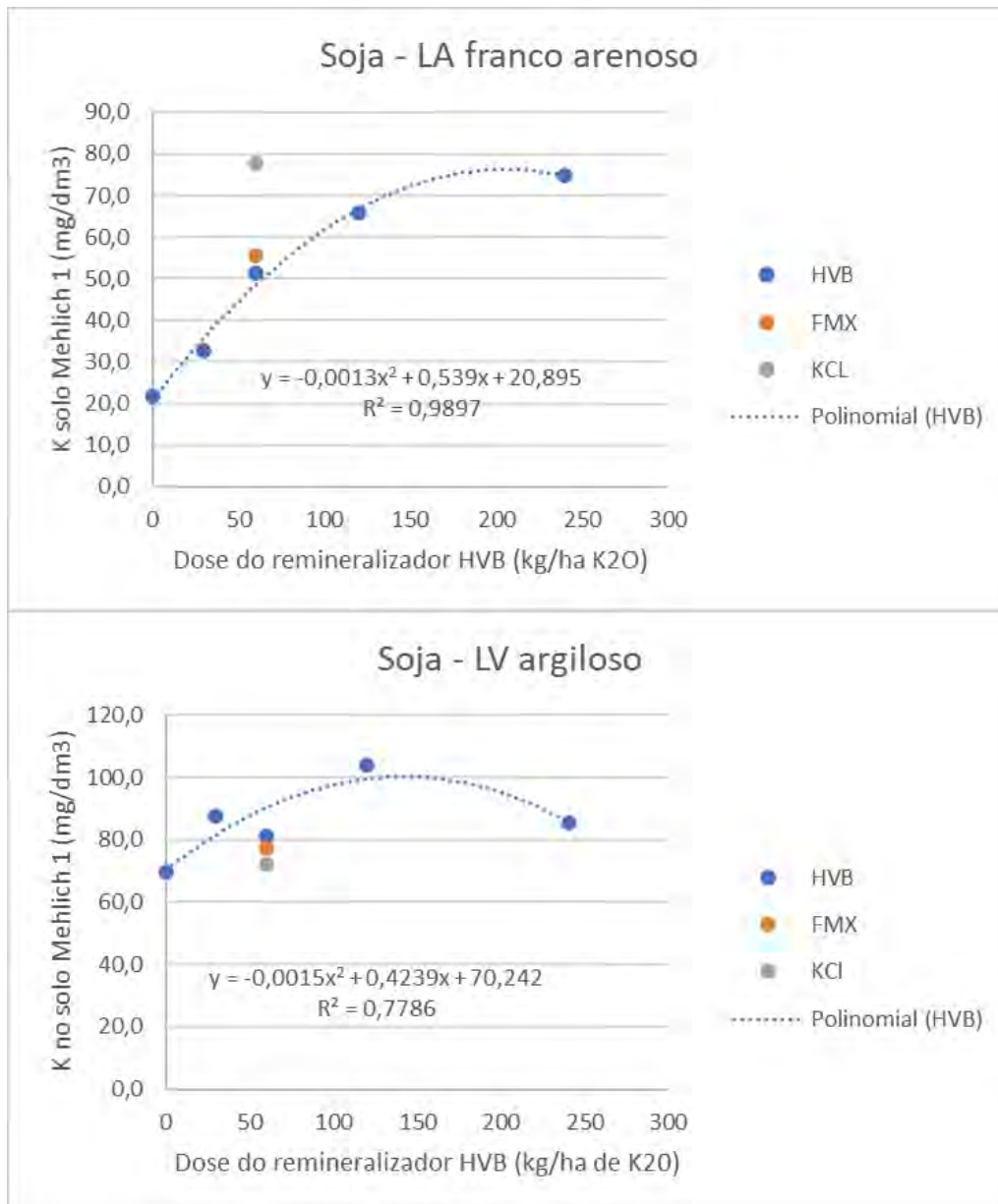


Figura 10. Teor de K no solo extraído pelo Mehlich 1 cultivado com plantas de soja em função das doses do remineralizador HVB-K nos solos LA (franco arenoso) e LV (argiloso) em comparação com FMX e KCl na dose de 60kg/ha de K₂O. UFG, Goiânia, GO.

Quanto aos ajustes polinomiais dos teores de K no solo (Figura 10), as doses do remineralizador HVB-K se ajustaram numa regressão polinomial do 2º grau e proporcionaram incrementos nos teores de K do solo até a dose de



180 kg/ha do LA e 240 kg/ha de K_2O no LV, indicando novamente que em ambos os solos verifica-se a liberação do potássio do micaxisto para o sistema solo-planta.

Em relação às fontes referenciais de K (FMX e KCl) na mesma dose (60kg/ha de K_2O), com o FMX não se verificam diferenças significativas quanto ao teor de K no solo. O mesmo ocorreu com o KCl no solo LV. Tais resultados demonstram o potencial do HVB. Verifica-se em relação aos padrões de Souza e Lobato (2004) que os teores de K no solo estão em níveis abaixo do adequado (menor que 31 mg/dm^3 no LA) na testemunha (0R) no LA. No solo LV os níveis considerados adequados são de 50 a 80 mg/dm^3 de K e todos os tratamentos apresentaram teores considerados adequados (inclusive a testemunha). Verifica-se que as fontes testadas aumentaram a disponibilidade de potássio. Ribeiro et al. (2010) relataram com o uso de rochas ultramáficas alcalinas e brechas piroclásticas efeito positivo com altas concentrações de K^+ trocável no solo com adições de altas dosagens .

Quanto aos teores de K no solo (Figura 10) foram considerados adequados em relação aos padrões de Souza e Lobato (2004) e C.F.S.G (1988), estando em níveis médios a altos, indicando solubilização das fontes. As doses do remineralizador HVB-K se ajustaram numa regressão polinomial do 2º grau e proporcionaram incrementos no teor de K do solo até a dose de 140 e 160 kg ha^{-1} de K_2O (respectivamente para o LA e LV). Verifica-se em relação aos padrões de Souza e Lobato (2004) e C.F.S.G (1988) que os teores de K no solo estão em níveis médios a altos nas dosagens acima de 60 kg ha^{-1} de K_2O , indicando solubilização das fontes.

Não há uma explicação para o aumento do teor de K na testemunha de 26,5 para $69,8 \text{ mg/dm}^3$ do cultivo do milho para a soja. Uma hipótese seria a ação das raízes de milho que disponibilizariam o K não trocável para K trocável no solo neste tratamento.



Houve efeito significativo com valores no teste F de 5,34 e 8,08 respectivamente para o solo LA e LV e baixos valores de CV (menor que 12%). Verifica-se na Figura 11 que as doses do remineralizador HVB-K se ajustaram numa regressão polinomial do 2º grau e proporcionaram incrementos na produtividade de soja até a dose de 180 kg ha⁻¹ de K₂O no LA e 140 kg ha⁻¹ de K₂O no solo LV. As produtividades médias de 40 a 60 sacos por hectare estão próximas às médias do Estado de Goiás e do Brasil segundo CONAB (2020) para a safra 2019/20.

As doses de 60 kg ha⁻¹ de K₂O das fontes padrões testadas (FMX e KCl) não apresentaram diferenças em relação às produtividades do HVB nas mesmas doses, indicando o potencial do HVB como remineralizador.

Tabela 16 – Produtividade de soja (sacas/ha) em dois solos submetidos a doses crescentes de Remineralizador HVB e fontes de K de referência (FMX e KCl). Goiânia, GO

Trat	Prod Soja sc/ha	Teste Tukey ⁽¹⁾	Trat	Prod Soja sc/há	Teste Tukey
Solo LA	Franco	arenoso	Solo LV	Argiloso	
0R	38,8	bc	0R	38,0	b
30R	38,4	bc	30R	48,8	b
60R	39,1	bc	60R	46,6	b
120R	50,7	a	120R	65,4	a
240R	47,9	abc	240R	48,1	b
60FMX	40,7	bc	60FMX	42,2	b
60KCl	35,8	c	60KCl	48,2	b
Teste F	5,34	*	Teste F	8,08	**
CV	11,23	%	CV	11,74	%

(1) Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%. ** e * representa significativo a 1% e 5% respectivamente na análise de variância (teste F).

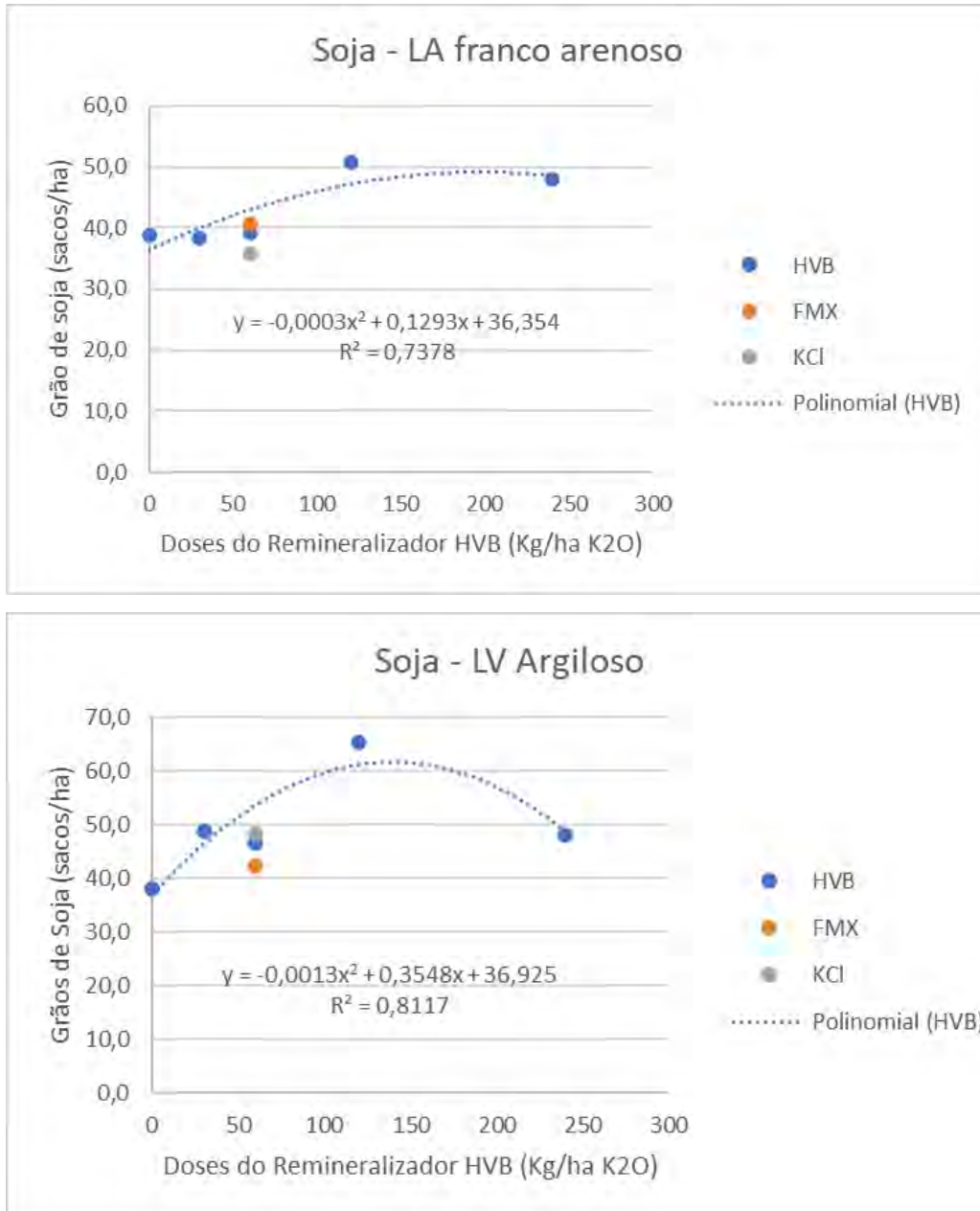


Figura 11. Produtividade de grãos (em sacas por hectare) de soja em função das doses do remineralizador HVB-K nos solos LA (franco arenoso) e LV (argiloso) em comparação com FMX e KCl na dose de 60kg/ha de K₂O. UFG, Goiânia, GO.



Em relação á testemunha não houve diferenças significativas dos tratamentos em ambos os solos quanto à produtividade de soja. Bernardi et al (2009) relatou que nem sempre há resposta positiva em adubação potássica, inclusive em solos com baixos teores trocáveis desse nutriente ou ela tem sido relativamente pequena como os dados do nosso trabalho. Trabalhos de Mascarenhas et al. (1981), Palhano et al. (1983), Borkert et al. (1997a), Borkert et al. (1997b) corroboram esses resultados. Nesse sentido, Rosolem et al. (1988) concluíram que, além do potássio trocável, existem outras formas do nutriente no solo que podem ser liberadas durante o ciclo da cultura.

O micaxisto é uma rocha metamórfica composta, basicamente, por mica, quartzo e minerais acessórios (Pádua, 2012). Apresenta K_2O em sua composição, com potencial para aplicação direta ao solo, principalmente se a mica presente for a biotita. Devido à maior proporção do quartzo, espera-se uma maior estabilidade em relação às micas, quando presentes em fração areia ou silte, intemperizando-se lentamente. Como a maior parte do HVB-K, conforme Tabela 3 apresenta oligoclasio (25,83%), muscovita (22,13%); biotita (14,55%) e clorita (11,35%) entre outros, com granulometria menor que 0,30 mm, o remineralizador tem alto potencial de disponibilizar K para os agroecossistemas.

No milho e na soja os dados obtidos em ambos os solos demonstram que há liberação de potássio da rocha micaxisto para o solo e que este K está disponível para o vegetal, passível de ser absorvido pelas plantas. Essa disponibilidade de K possibilita aumentos da biomassa de milho e produtividade da soja em magnitudes e doses que variam com o solo avaliado.

Cabe destacar que o Cloreto de Potássio (KCl) apresenta alto teor de K_2O solúvel em água em sua composição, com disponibilidade imediata. Porém, mesmo com essa disponibilidade, no comparativo com o KCl o



remineralizador HVB-K é pouco inferior, enquanto em relação ao produto similar registrado FMX as diferenças são mínimas. Verifica-se que as dosagens aplicadas possibilitam que os teores de K no solo e foliar sigam a mesma tendência de aumento com ambos os produtos. Ribeiro et al. (2010) obteve com o uso de rochas ultramáfica alcalina e brecha piroclástica efeito positivo com altas concentrações de K^+ trocável no solo, com adições de altas doses de K_2O aplicadas fazendo uso das duas rochas.

5. Conclusões

Os dados obtidos em condições de vasos com a cultura do milho e soja permitem inferir as seguintes conclusões:

O remineralizador HVB-K aumentou os teores de K foliar de forma semelhante ao remineralizador FMX nas culturas testadas e em ambos os solos. No solo LA, inclusive, foi semelhante ao KCl.

O remineralizador HVB-K aumentou os teores de K no solo de forma semelhante ao remineralizador FMX e o KCl nas culturas do milho e da soja em sucessão;

Os solos arenosos foram mais responsivos que os solos argilosos mas ambos mostraram a disponibilização de K do remineralizador HVB-K para o sistema solo-planta.

No solo LA, a produção de biomassa de milho com o remineralizador HVB-K na dose de 60 kg/ha de K_2O foi superior ao FMX e KCl. No solo LV argiloso foi necessário doses maiores do HVB-K no primeiro ano de cultivo para obter produtividades similares ao FMX e KCl.

O produto HVB-K pode ser empregado como remineralizador na cultura do milho e da soja, com viabilidade e eficiência agrônoma.



6. ATIVIDADES EM ANDAMENTO E FUTURAS

Foi efetuado o plantio do arroz de terras altas para avaliar a eficiência do remineralizador HVB-K da Britec na sucessão milheto-soja.

Os dados deste trabalho fazem parte da dissertação do discente João Paulo Vilela de Castro, em andamento.

Está em planejamento avaliar a eficiência em campo em diferentes regiões produtoras do entorno de Bela Vista de Goiás.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. 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**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Ato2011-2014/2013/Lei/L12890.htm>. Acesso em: 1 jun. 2020.

BORKERT, C. M. et al. Resposta da soja à adubação e disponibilidade de potássio em latossolo roxo álico. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 32, n. 11, p. 1119-1129, nov. 1997a. BORKERT, C. M. et al. Resposta da soja à adubação e disponibilidade de potássio em latossolo roxo distrófico. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, DF, v. 32, n. 12, p. 1235-1249, dez. 1997b.

CARMO, C. A. F. S. et al. Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2000. (Circular técnica, 6).

COMISSÃO DE CORRETIVOS E FERTILIZANTES DO ESTADO DE GOIÁS. Recomendação de corretivos e fertilizantes para o Estado de Goiás. Goiânia: UFG, 1988.

COMPANHIA DE PESQUISA EM RECURSOS MINERIAS. Zoneamento agrogeológico do Brasil. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/impressas/pdf/zag181205.pdf>>. Acesso em 10 jun. 2020.

CRUSCIOL, C.A.C.; COTTICA, R.L.; LIMA, E.V.; ANDREOTTI, M.; MORO, E.; MARCON, E. Persistência de palhada e liberação de nutrientes do nabo forrageiro no plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.40, p.161-168, 2005.



CRUSCIOL, C.A.C.; SORATTO, R.P. Nutrição e produtividade do amendoim em sucessão ao cultivo de plantas de cobertura no sistema plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.42, p.1553-1560, 2007

DUARTE, I. V.; SOUSA, R. T. X. de.; KORNDORFER, G. H.; FONTOURA, P. R.; SOARES, R. A. **Biotita: fonte de potássio para a agricultura**. Supplement 1- XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Uberlândia, v.28, n.1, p.98-103. Disponível em:<
<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/13241>.> Acesso em 20 jun. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA -EMBRAPA-SOLOS. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise de solo / Centro Nacional de Pesquisa de Solos. – 2. ed. rev. atual. – Rio de Janeiro, 1997. 212p. : il. (EMBRAPA-CNPS. Documentos; 1)

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Protocolo para avaliação da eficiência agrônômica de remineralizadores de solo – primeira versão**. Disponível em:<
<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/registro-estab-e-prod/registro-produtos/protocolo-remineralizadores-30-01-19.pdf>.> Acesso em 05 jun. 2020.

EMBRAPA 2020 – Embrapa soja -Tecnologias de Produção de Soja / Claudine Dinali Santos Seixas... [et al.] editores técnicos. – Londrina : Embrapa Soja, 2020. 347 p. - (Sistemas de Produção / Embrapa Soja, ISSN 2176-2902 ; n. 17).
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1123928/1/SP-17-2020-online.pdf>

FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Produtividade e acúmulo de potássio na soja em função da antecipação da adubação potássica no sistema plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 32, n. 4, p.1549- 1561, 2008. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). Guide to efficient plant nutrition management. Rome: FAO, 1998.

LOPES, A. S. **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo. ANDA, 1989, p. 49-89. Cap 3-5.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de, *Avaliação nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potassa e do Fosfato, 1997.



MALAVOLTA, E. e KLIEMANN, H. J. **Desordens nutricionais no cerrado**. Piracicaba. POTAFOS, 1985, 136 p.

MALAVOLTA, E. **Elementos da nutrição mineral de plantas**. São Paulo. Agronômica Ceres, 1980. 252 p.

MASCARENHAS, H. A. A. et al. Adubação potássica na produção de soja, nos teores de potássio nas folhas e na disponibilidade de potássio em latossolo roxo distrófico de Cerrado. *Bragantia*, Campinas, v. 40, n. 1, p. 125-134, ago. 1981.

MENEZES, L.A.S, e LEANDRO, W.M. AVALIAÇÃO DE ESPÉCIES DE COBERTURAS DO SOLO COM POTENCIAL DE USO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 34 (3): 173-180, 2004

NETO, A. E. F.; VALE, F. R.; RESENDE, A. V.; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252 p.

PACHECO, L.P.; LEANDRO, W.M.; MACHADO, P.L.O.A ; ASSIS, R.L; COBUCCI, T. MADARI. B.E e PETTER, F.A. Produção de fitomassa e acúmulo e liberação de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. *Pesq. agropec. bras.*, Brasília, v.46, n.1, p.17-25, jan. 2011.

PÁDUA, E. J. de. **Rochagem como adubação complementar para culturas oleaginosas**, Lavras : UFLA, Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2012. 91 p

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba, International Plant Nutrition Institute, 2011. 420 p.

REIS, D. N. **Mineralogia, química, eficiência agronômica e tecnológica de solubilização de agrominerais fontes de potássio**. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/10660/1/TESE_Mineralogia%2C%20qu%2C%20ADmica%2C%20efici%2C%20Aancia%20agron%2C%20B4mica%20e%20tecnologias%20de%20solubiliza%2C%20A7%2C%20A3o%20de%20agrominerais%20fontes%20de%20pot%2C%20A1ssio.pdf> Acesso 30 jun. 2020.

RIBEIRO, L. S. da S.; SANTOS, A. R. dos.; SOUZA, L. F. da SILVA.; SOUZA, J. S. Rochas silicáticas portadora de potássio como fonte do nutriente para as plantas. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, vol. 34, nº 3, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832010000300030> Acesso em 20 jun. 2020.

RONQUIN, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo em manejo adequado**



para as regiões tropicais. Campinas, SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26 p.

SILVA, E. D. B. da. Estimando a produtividade na cultura da soja. Disponível em:< <http://www.pioneersementes.com.br/blog/46/estimando-a-produtividade-na-cultura-da-soja#:~:text=Peso%20de%20mil%20gr%C3%A3os%3A%20170%20gramas.>> Acesso em 8 jun. 2020.

SOUSA, D. M. G de.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação.** 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnologia, 2004. 416p.

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. Rochagem: uma questão de soberania nacional. In: Congresso Brasileiro de Geoquímica. nº 3, 2011. Gramado. **III Simpósio de geoquímica dos países do Mercosul.** Disponível em:< <https://www.embrapa.br/documents/1354346/26325871/Livro+Congresso+de+rochagem+Formato+Web.pdf/29be78a9-dd7a-8050-5b31-2b02c583589e.>> Acesso em 01 jun. 2020.

THEODORO, S. H. LEONARDOS, O. H.; REGO, K. G.; MEDEIROS, F. de PAULA.; TALINI, N. L.; SANTOS, F.; OLIVEIRA, N. Efeito do uso da técnica de rochagem associado à adubação orgânica em solos tropicais. In: Congresso Brasileiro de Rochagem, nº 2, 2013. Poços de Caldas. **Anais do II Congresso Brasileiro de Rochagem.** Visconde do Rio Branco: Suprema, 2013. 399 p.

ZÖRB, C.; SENBAYRAM, M.; PEITER, E. Potassium in agriculture-status and perspectives. *Journal of Plant Physiology*, London, vol. 171, issue 9, p. 656-669. 2013. Disponível em:< https://www.researchgate.net/profile/Mehmet_Senbayram/publication/258059327_Potassium_in_agriculture_-_Status_and_perspectives/links/5bbc5e96a6fdcc9552dcb055/Potassium-in-agriculture-Status-and-perspectives.pdf.> Acesso em: 20 jun. 2020.



ANEXOS

ANEXO 1 – Detalhes da amostragem na pilha do remineralizador





ANEXO 2 – RELATÓRIO DE ANÁLISES POR DIFRAÇÃO E FLUORESCÊNCIA DE RAIOS-X, DO CENTRO REGIONAL PARA DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO E INOVAÇÃO (CRTI), DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS.

	<p>Av. Antônio Romeiro, 8, Quadra E, Fátima I P Campus Santa Helena UFG, Casa Forte de Goiá CEP 74090-900, Goiânia, Goiás, Brasil Fone: +55 (51) 3241-0010 www.crti.ufg.br e mail@crti.ufg.br</p>
RELATÓRIO DE ANÁLISES DIFRAÇÃO DE RAIOS X E FLUORESCÊNCIA DE RAIOS X	
Goiânia, 27 de julho de 2020	
1. SOLICITANTE	
Solicitante: Wilson Mozena Leandra AC: Grupo Britec E-mail: wilsonmleandra@gmail.com	
2. AMOSTRAS RECEBIDAS	
1. Britec 1 (pó de micauxito) Britec UFPA <i>Transmissão autorizada pelo usuário</i>	
3. SUMÁRIO	
4. METODOS 2	
4.1. PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS..... 2	
4.1.1. Método de preparo para análise de mineralogia por difração de raios X..... 2	
4.1.2. Método de preparo de amostra para análise dos estados maiores por fluorescência de raios X..... 2	
4.1.3. Método de preparo de amostra para análise de elementos menores por fluorescência de raios X..... 2	
4.2. TÉCNICAS ANALÍTICAS..... 3	
4.2.1. Difração de Raios X..... 3	
4.2.2. Fluorescência de Raios X..... 3	
5. ELABORAÇÃO E EQUIPE TÉCNICA 3	
6. RESULTADOS 3	
6.1. Mineralogia por Difração de Raios X..... 4	
6.1.1. Amostra - Britec 1 (pó de micauxito) Britec UFPA - 0,3 mm..... 4	
6.2. Geoquímica por fluorescência de raios X..... 5	



Crti

Centro de Referência em
Técnicas Analíticas em
Agronomia (Crti) - UFV

4. MÉTODOS

4.1. PREPARAÇÃO DE AMOSTRAS

4.1.1. Método de preparo para análise de mineralogia por difração de raios X

Uma alíquota de aproximadamente 5 gramas de cada amostra, foi separada por quebra manual, e pulverizada em moinho McCrone (água) por 10 minutos, em 10 mL de água deionizada. Após a moagem, a suspensão foi seca em estufa a 105 °C. Depois de seca, a amostra foi recuperada com auxílio de espátula, suavemente desagregada por moagem manual com garfo de água, e montada em porta amostras de tipo backload e levada ao equipamento para a coleta do difratograma.

4.1.2. Método de preparo de amostra para análise dos óxidos maiores por fluorescência de raios X

Uma alíquota de aproximadamente 5 gramas de cada amostra, foi separada por quebra manual, e pulverizada em moinho planetário de bolas (água) por 40 minutos. Após a moagem, a amostra foi seca em estufa a 105 °C por 12 horas, e destinada à determinação da perda na ignição (LOI) ou ganho na ignição (GOI).

Para determinação de LOI ou GOI, a amostra foi calcinada 1000 °C por 5 horas. Uma alíquota de 1 grama de amostra previamente calcinada foi fundida com 9 gramas de tetraborato de lítio.

4.1.3. Método de preparo de amostra para análise de elementos menores por fluorescência de raios X

Uma alíquota de aproximadamente 15 gramas de cada amostra, foi separada por quebra manual, e pulverizada em moinho planetário de bolas (água) por 40 minutos. Após a moagem, a amostra foi seca em estufa a 105 °C por 12 horas, e destinada à confecção da pastilha prensada.

A confecção da pastilha foi realizada por mistura e homogeneização na proporção de 5 gramas do aglutinante e 9 gramas de amostra previamente seca, e em seguida prensada com uma força de 15 toneladas.

4.2. TÉCNICAS ANALÍTICAS

4.2.1. Difração de Raios X

A medida de difração de raios X (DRX) foi realizada em um difratômetro *Brooks De Discover*. Utilizou-se radiação monocromática de um tubo com anodo de cobre acoplado a um monocromador *Lohmann* para $K\alpha_1$ operando em 40kV e 40mA, configuração Bragg-Brentano θ - 2θ , detector unidimensional *Lynce*[®], 2 θ de 5° a 100° e passo de 0,01°. A amostra foi montada em rotação de 15 rpm. A composição e proporção modal foi obtida pelo método de Rietveld, utilizando o software *TOPAS*[®] Versão 4.2, em que se baseia no ajuste de uma composição calculada ao difratograma experimental.



Crti

Ministério da Educação
Universidade Federal de Goiás
Escola de Agronomia
Laboratório de Análises Químicas
Av. L4, s/n - Setor Sul - Goiânia - GO - 74690-900

4.2.2. Fluorescência de Raios X

As medições de fluorescência de raios X (FRX) foram realizadas em um espectrômetro WDS *Broker S8 Tiger*, equipado com tubo de Rh. Para análise dos óxidos maiores, a calibração foi realizada com o pacote *GeoQuant M[®]* da *Broker* composto por padrões de rochas e minerais naturais. Os valores obtidos para os óxidos maiores estão representados em porcentagem (%) de massa, em base úmida. Para análise dos elementos menores, os resultados foram obtidos por pacote de curvas *GeoQuant I[®]* da *Broker*. Os elementos menores estão representados em partes por milhão (ppm).

5. ELABORAÇÃO E EQUIPE TÉCNICA

 Ms. Karolima Gonçalves <i>Fluorescência de Raios X</i>
 Ms. Flavia Gomes de Souza <i>Difração de Raios X</i>
 Dr. Vinicius Ferraz Guimarães <i>Supervisão Técnica</i>

6. RESULTADOS

A nomenclatura da amostra foi seguida conforme rótulo original da amostra. O resultado da análise de difração de raios X está apresentado na figura 1, com a proporção modal da mineralogia exibida na tabela 1. Fases minerais minoritárias presentes em concentrações da ordem de 0,5% ou menores estão abaixo do limite de quantificação da técnica utilizada (<LQ). Os resultados das análises químicas para os óxidos maiores e elementos menores obtidos por fluorescência de raios X estão exibidos nas tabelas 2 e 3 respectivamente.



6,1 Determinação da proporção modal das fases minerais cristalinas pelo método de Rietveld da Amostra - Britec 1 (pó de micaxisto) Britec UFG

Mineral	Valor percentual (%)	Método
Ilmenita	1,96	Rietveld
Goethita	< LQ	Rietveld
Hematita	< LQ	Rietveld
Magnetita	< LQ	Rietveld
Anatásio	< LQ	Rietveld
Rutilo	< LQ	Rietveld
Muscovita	22,13	Rietveld
Clorita Clinocloro	11,35	Rietveld
Biotita	14,55	Rietveld
Quartzo	23,62	Rietveld
Oligoclásio	25,83	Rietveld
Calcita	< LQ	Rietveld
Dolomita	< LQ	Rietveld
Apatita	< LQ	Rietveld
Pirita	< LQ	Rietveld

<LQ – abaixo do limite quantificável.

A difração de raios X com refinamento de estrutura, mais conhecido como método Rietveld, desenvolvido por Hugo Rietveld, é utilizada mundialmente como método de excelência na caracterização quantitativa de materiais cristalinos na forma de pó.

A fluorescência de raios-X é uma técnica instrumental não destrutiva para determinação dos teores totais constituintes da amostra, apresentados na forma de seus óxidos e de ampla utilização na análise geoquímica.



6.2 - Análise química dos óxidos maiores por fluorescência de raios-X dos óxidos maiores, conforme Relatório do CRTI, presentes no HVB-K da Pedreira Britec (anexo 2).

Óxidos Analisados (%)	Britec 1 (Pó de micaxisto) Britec UFG
SiO₂	57,68
TiO₂	1,18
Al₂O₃	17,65
Fe₂O₃	8,30
MnO	< LQ
MgO	3,87
CaO	2,09
Na₂O	2,21
K₂O	3,47
P₂O₅	0,28
SO₃	< LQ
LOI (%)	3,11
Soma (%)	99,85
Silício total	28,8

<LQ – abaixo do limite quantificável.



Tabela 3 - Análise química dos elementos menores analisados.

Limite-Mín. Detecção (ppm)	Elementos Analisados (ppm)	Brítec 1 (Pó de mica-sisto) Brítec UFV
5	Se	26
15	V	171
20	Cr	141
10	Co	18
10	Ni	58
15	Cu	48
20	Zn	113
5	Ga	26
10	As	<LQ
10	Rb	105
20	Sr	161
15	Y	32
20	Zr	218
5	Nb	13
20	Mo	<LQ
10	Su	<LQ
10	Sh	<LQ
50	Ba	817
15	La	22
20	Ce	50
15	Pb	19
10	Th	<LQ
10	U	<LQ
10	Cd	<LQ

(<LQ) = Abaixo do limite de quantificação.



ANEXO 3 – CERTIFICADOS DE ANÁLISE DE NÚMEROS 06b66/20F E 0666/20FF, DO LABORATÓRIO CAMPO – CENTRO DE TECNOLOGIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL, DE PARACATU-MG.

Certificado de Análise de Fertilizantes		www.campo.com.br		CENTRO DE TECNOLOGIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL		
		CA Nº: 0666/20F REV.: 00		Emissão do Laudo: 06/07/2020		
INFORMAÇÕES DO CLIENTE						
<p>Cliente Solicitante: PEDREIRA HYB LTDA Endereço: Rodovia GO 020 s/n Km 18, Bela Vista de Goiás - GO Cliente Interessado: PEDREIRA HYB LTDA Endereço: Rodovia GO 020 s/n Km 18, Zona Rural - Bela Vista de Goiás - GO</p>						
DADOS DA AMOSTRA						
<p>Identificação da Amostra Identificação: HBV Micaxisto Data do Recebimento: 12/05/2020 Amostragem Norma técnica utilizada: IN 05/2007- MAPA Responsável pela Coleta: Cliente Natureza da Amostra: Remineralizador</p>						
RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS						
Parâmetro	Nº Interno	Método Utilizado	Resultado	Incerteza	Unidade	L.Q.
Alumínio - Al (HF)	0666/20F	IN-SDA Nº 003/2017 MAPA Cap-1 8.2.4.2	3,13	0,09	%	0,1
pH de Abração	0666/20F	Stevens (1944)	8,9	-	-	1-13
Umidade a 65°C	0666/20F	IN-SDA Nº 003/2017 MAPA - Cap. I-II-D1	1,7	-	%	1
Potássio - K ₂ O (HF)	0666/20F	IN-SDA Nº 003/2017 MAPA Cap-1 8.2.4.2	2,4	0,1	%	1
Óxido de Cálcio (CaO) - (HF)	0666/20F	IN-SDA Nº 003/2017 MAPA Cap-1 8.2.4.2	1,99	0,06	%	0,5
Óxido de Magnésio (MgO) - (HF)	0666/20F	IN-SDA Nº 003/2017 MAPA Cap-1 8.2.4.2	4,24	0,13	%	0,5
Fósforo - P ₂ O ₅ (HF)	0666/20F	IN-SDA Nº 003/2017 MAPA Cap-1 8.2.4.2	<1,0	-	%	1
Ferro - Fe (HF)	0666/20F	IN-SDA Nº 003/2017 MAPA Cap-1 8.2.4.2	2,91	0,08	%	0,1
Arsênio - As (HF)	0666/20F	IN-SDA Nº 003/2017 MAPA Cap-1 8.2.4.2	<1,0	-	mg/kg	1
Cádmio - Cd (HF)	0666/20F	IN-SDA Nº 003/2017 MAPA Cap-1 8.2.4.2	1,0	-	mg/kg	1
Mercúrio - Hg (HF)	0666/20F	IN-SDA Nº 003/2017 MAPA Cap-1 8.2.4.2	<0,1	-	mg/kg	0,1
Chumbo - Pb (HF)	0666/20F	IN-SDA Nº 003/2017 MAPA Cap-1 8.2.4.2	13	-	mg/kg	1
% da amostra passando na peneira nº10 (2,00 mm)	0666/20F	MAPA, 2017 - Cap. I - B	100	1	%	1
% da amostra passando na peneira nº20 (0,84 mm)	0666/20F	MAPA, 2017 - Cap. I - B	100	1	%	1
% da amostra passando na peneira nº50 (0,300 mm)	0666/20F	MAPA, 2017 - Cap. I - B	100	1	%	1
<p>A incerteza expandida foi obtida pela multiplicação da incerteza padrão pelo fator de abrangência K=2. Este relatório somente poderá ser reproduzido por completo. A reprodução parcial só é permitida com a autorização formal da CAMPO. Todos os ensaios foram realizados dentro dos prazos máximos estabelecidos para cada método e as informações de data e hora de realização do ensaio estão disponíveis aos clientes e podem ser solicitadas pelo email resultados.agricola@campanalises.com.br SAC: sac@campanalises.com.br A coleta, o envio e as informações sobre as amostras são de responsabilidade do cliente. As contra provas permanecem em nossos arquivos por 90 dias. Para recomendações de calagem e adubação, consulte um Engenheiro Agrônomo. Cadastro do laboratório no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: MG 00466.</p>						
			<p>Fernando Vilela, DSc CRQ - MG 02102119 Responsável Técnico</p>			
			<p>Página 1 de 1</p>			
<p>Rua Lincoln Garcia Adjunto, nº 1.600 - Bairro: Alto do Corrego - Paracatu - MG - CEP: 38.600-000 - Tel.: +55 (38) 3871-1164</p>						



Certificado de Análise de Fertilizantes		CAMPPO		www.campo.com.br		
				CENTRO DE TECNOLOGIA AGRÍCOLA E AMBIENTAL		
				CA Nº: 0666/20FF REV.: 00		
				Emissão do Laudo: 25/07/2020		
INFORMAÇÕES DO CLIENTE						
<p>Cliente Solicitante: PEDREIRA HVB LTDA</p> <p>Endereço: Rodovia GO 020 s/n Km 18, Bela Vista de Goiás - GO</p> <p>Cliente Interessado: PEDREIRA HVB LTDA</p> <p>Endereço: Rodovia GO 020 s/n Km 18, Zona Rural - Bela Vista de Goiás - GO</p>						
DADOS DA AMOSTRA						
<p>Identificação da Amostra</p> <p>Identificação: HBV Micaxisto</p> <p>Data do Recebimento:</p> <p>Amostragem</p> <p>Norma técnica utilizada: IN 05/2007- MAPA Responsável pela Coleta: Cliente</p> <p>Natureza da Amostra: Remineralizador</p>						
RESULTADOS FÍSICO-QUÍMICOS						
Parâmetro	Nº Interno	Método Utilizado	Resultado	Incerteza	Unidade	L.Q.
Silício Total (Si)	0666/20FF	MAPA (2017) Cap 1, C-22	26,800	1,786	%	0,01
<p>A incerteza expandida foi obtida pela multiplicação da incerteza padrão pelo fator de abrangência K=2.</p> <p>Este relatório somente poderá ser reproduzido por completo. A reprodução parcial só é permitida com a autorização formal da CAMPPO.</p> <p>Todos os ensaios foram realizados dentro dos prazos máximos estabelecidos para cada método e as informações de data e hora de realização do ensaio estão disponíveis aos clientes e podem ser solicitadas pelo email resultados.agricola@campanalises.com.br SAC: sac@campanalises.com.br</p> <p>A coleta, o envio e as informações sobre as amostras são de responsabilidade do cliente.</p> <p>As contra provas permanecem em nossos arquivos por 90 dias.</p> <p>Para recomendações de calagem e adubação, consulte um Engenheiro Agrônomo.</p> <p>Cadastro do laboratório no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento: MG 00466.</p>						
				<p><i>F. Vilela</i></p> <p>Fernando Vilela, DSc CRQ - MG 02102119 Responsável Técnico</p>		
				FOR 1132 - Rev. 01		
Página 1 de 1						
Rua Lindolfo Góes Adjuto, nº 1.000 - Bairro: Alto do Côrego - Paracatu - MG - CEP: 38.600-000 - Tel.: +55 (38) 3571-1164						



ANEXO 4 – FOTOS ENSAIOS DE MILHETO






ANEXO 5 – FOTOS ENSAIOS DE SOJA





Anexo 6 – Fator de correção para as doses

Foi aplicado o fator de correção três (multiplica-se por três) para converter recomendação de fertilizantes de campo para vasos. É um procedimento realizado em todos os ensaios em vasos da UFG e considero mais apropriado que o indicado nas referências da EMBRAPA 2002 que empregam doses fixas e elevadas, independente da cultura e solo. A explicação está esquematizada no desenho abaixo.

 <p>Relação raiz solo natural</p> <p>Nutrientes se movimentam (sem multiplicar por 3)</p>	 <p>Falta do “continuum” no solo</p> <p>Maior relação raiz/solo</p> <p>Nutrientes não se movimentam (uso do fator de multiplicação 3)</p>
--	---

O movimento dos nutrientes se dá por interceptação radicular, difusão e fluxo de massa. Em condições de campo quando a raiz absorve um nutriente gera um gradiente que faz, conforme o mecanismo predominante, uma reposição. No caso de vasos há uma ruptura do continuum solo. A proporção raiz/solo é aumentada e empregar a mesma adubação faz com que os nutrientes sejam exauridos já nas primeiras semanas do ciclo. É necessário empregar uma adubação maior. Alguns pesquisadores (como a EMBRAPA, 2002) empregam doses fixas. Outros como os que elaboraram o relatório técnico usam o critério de fator de correção (no caso, três). Observe-se que foi aplicado para todos os nutrientes inclusive nas doses do HVB, FMX e KCl dos tratamentos comparativos. No Material e Métodos da versão corrigida foi incluído o exposto.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA



Anexo 7



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

ESCOLA DE AGRONOMIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**EFICIÊNCIA AGRONOMICA DO
REMINERALIZADOR HVB-K NA SUCESSÃO
MILHETO-SOJA**

JOÃO PAULO VIVELA DE CASTRO

Orientador:

Prof. Wilson Mozena Leandro

Co-Orientadora:

Profa. Dra. Eliana Paula Fernandes Brasil

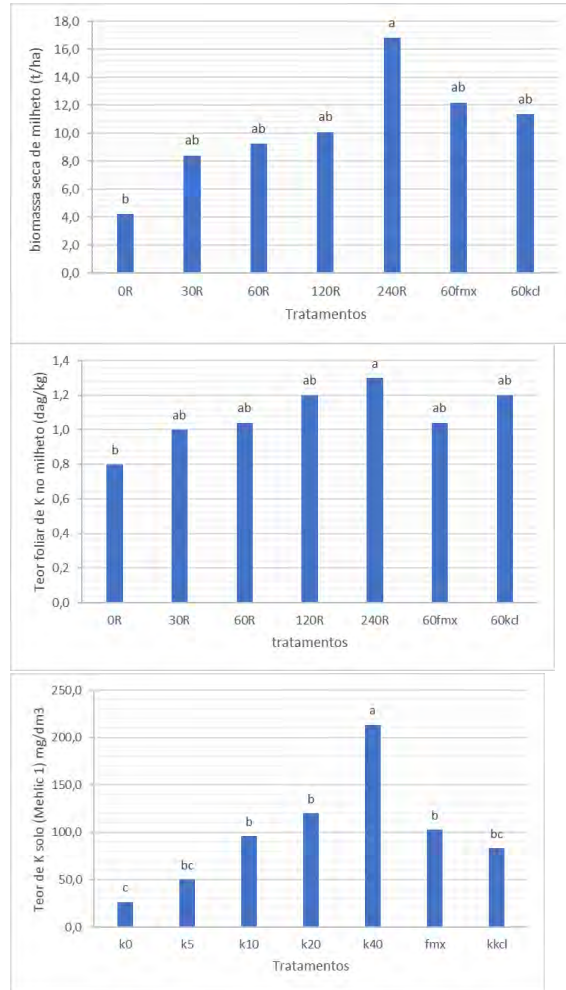
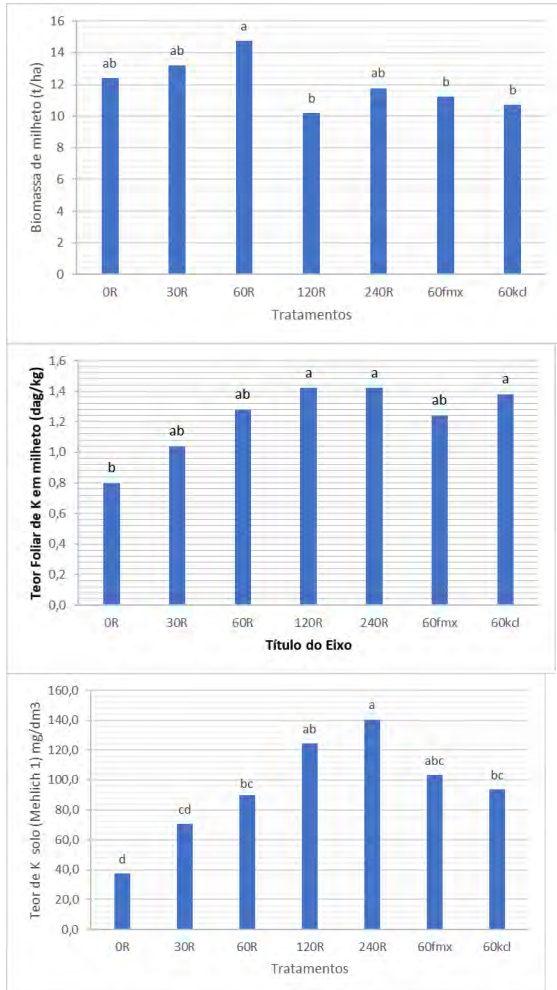
Fevereiro– 2021



Anexo 8 - Médias das variáveis e teste de média no milho nos dois tipos de solos.

Milheto LA (Franco Arenoso)

Milheto LV (Argiloso)



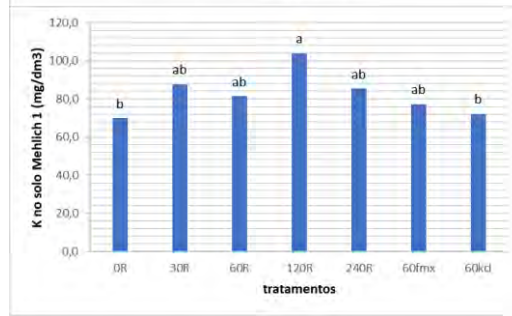
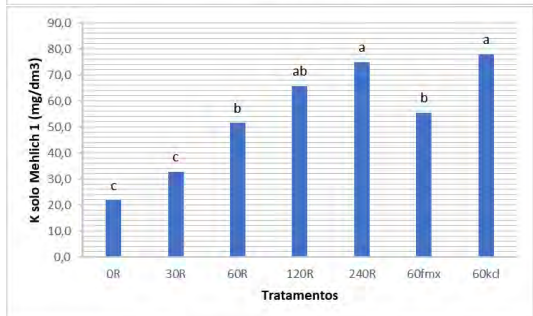
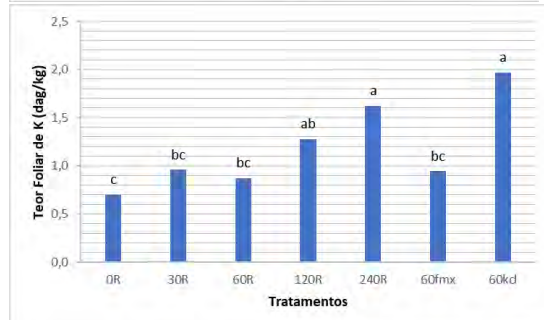
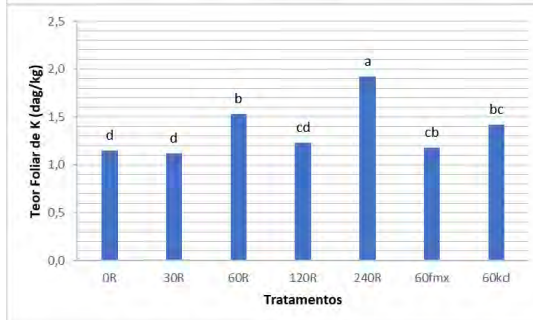
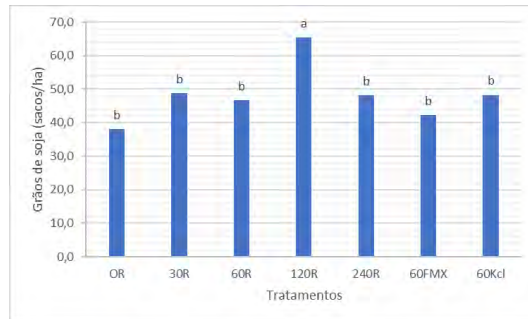
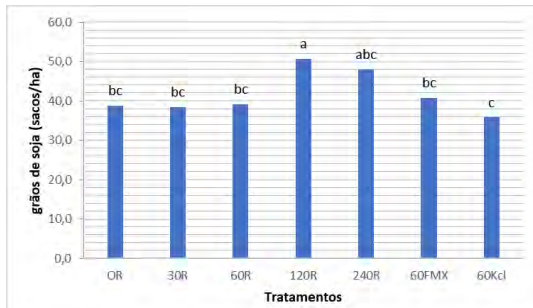
(1) Médias seguidas de mesma letra no gráfico não apresentam diferenças significativas pelo Teste de Tukey a 5%.



Anexo 9 - Médias das variáveis e teste de média na soja nos dois tipos de solos.

Soja LA (Franco Arenoso)

Soja LV (Argiloso)



(1) Médias seguidas de mesma letra no gráfico não apresentam diferenças significativas pelo Teste de Tukey a 5%.



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
ESCOLA DE AGRONOMIA



Local e Data: Goiânia, 09 de janeiro de 2021

Uma assinatura manuscrita em tinta preta, que parece ser "Wilson Mozena Leandro". A assinatura é fluida e cursiva, com algumas letras maiúsculas e minúsculas entrelaçadas.

ASSINATURA _____

NOME: WILSON MOZENA LEANDRO

CPF:081.784.678-60