

Anais

||| CONGRESSO
BRASILEIRO DE
ROCHAGEM

Editores

Adilson Luis Bamberg

Carlos Augusto Posser Silveira

Éder de Souza Martins

Magda Bergmann

Rosane Martinazzo

Suzi Huff Theodoro

Todos os direitos reservados
A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Vania Aparecida Marques Favato – CRB-8/3301

C749a Congresso Brasileiro de Rochagem (3.: 2016: Pelotas, RS).
Anais do III Congresso Brasileiro de Rochagem, 8 a 11 de novembro de 2016 / Editores: Adilson Luis Bamberg... et. al. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: Embrapa Cerrados; Assis: Triunfal Gráfica e Editora, 2016.

455 p. : il.

ISBN: 978-85-61175-68-9

1. Remineralizadores de solo. 2. Agrogeologia. 4. Mineralogia 5. Agrominerais. 6. Fertilidade do solo I. Bamberg, Adilson Luis. II. Silveira, Carlos Augusto Posser. III. Martins, Éder de Souza. IV. Bergmann, Magda. V. Martinazzo, Rosane. VI. Theodoro, Suzi Huff. VII. Título.

CDD 549.7

© Embrapa 2017

USO DE SIENITOS PROCESSADOS HIDROTERMICAMENTE (HYDROPOTÁSSIO) COMO FONTES DE K E CONDICIONADORES DE SOLO

Mariana Bassetto Gabos¹, Maria Inês Lopes de Oliveira², Luiz Fernando dos Santos³, Eder de Souza Martins⁴, Albano Leite⁵, Ingo Wender⁶

¹Embrapa Cerrados - mbgabos@gmail.com; ²Embrapa Cerrados - minesoliveira2@gmail.com; ³Embrapa Cerrados - nandosantos.fsa@gmail.com; ⁴Embrapa Cerrados - martieder@gmail.com; Terrativa Mineraiis - albanoleite@terrativa.com.br

Resumo: O uso de rochas silicáticas como fontes de nutrientes é uma opção social, ambiental e economicamente vantajosa para os sistemas de produção agrícola. Processos industriais podem transformar determinadas rochas em fertilizantes. O objetivo do trabalho foi avaliar agrominerais silicáticos processados hidrotermicamente (Hydropotássio) como condicionador de solo e como fonte de K para a cultura do milho. Foram avaliadas a capacidade de retenção de água e o teor de K disponível pelo extrator ácido cítrico a 2%. O experimento agrônomico foi conduzido em casa de vegetação na Embrapa Cerrados em Planaltina-DF. Os tratamentos foram adicionados ao solo (Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa) nas doses 0, 60, 120, 240 e 480 kg de K_2O ha⁻¹. Os tratamentos foram homogeneizados ao solo e acondicionados em vasos de 2 L e as plantas de milho foram conduzidas por 45 dias com adequado suprimento de água e demais nutrientes. Os hydropotássios estudados apresentaram maior armazenamento de água em ensaio laboratorial. No experimento com plantas de milho ambos os hydropotássios foram fonte de K. Houve aumento da produção de massa seca e os teores de K no tecido das plantas aumentaram com o incremento da dose de K.

Palavras-chave: transformação hidrotermal, fertilizante K, condicionador de solo, armazenamento de água no solo.

INTRODUÇÃO

A demanda por uma agricultura mais sustentável é crescente, ao mesmo tempo que demanda uma produção cada vez maior por alimentos. Uma das tecnologias fundamentais é o manejo adequado da fertilidade dos solos. Dessa forma, o uso de fertilizantes para fornecimento de nutrientes às culturas é imprescindível. No entanto, para que esse fornecimento de nutrientes seja eficiente, e consequentemente sustentável, é preciso o condicionamento dos solos, fornecendo melhores condições químicas, físico-químicas e biológicas para que os nutrientes sejam bem aproveitados. Nesse sentido, os agrominerais silicáticos constituem uma importante fonte de nutrientes e, ao mesmo tempo, condicionadores de solo. Os agrominerais podem ser fonte de diversos nutrientes, em especial o potássio, um elemento escasso em solos tropicais e com dependência de fontes externas, provenientes do hemisfério norte. Se comparados aos fertilizantes convencionais, os agrominerais silicáticos tem a vantagem de uma solubilização mais lenta,

sincronizada à demanda das plantas, aumentando a eficiência do uso dos nutrientes (MARTINS et al., 2014). Esse processo deve-se à ação do biointemperismo da rizosfera das plantas cultivadas diretamente sobre os agrominerais silicáticos.

Como condicionador de solo os agrominerais silicáticos podem atuar melhorando condições físicas de armazenamento de água no solo, aumentando a resistência para períodos de veranicos. Característica importante se considerarmos o risco climático e o potencial de alcançar umidades abaixo do ponto de murcha nos solos da região central do Brasil. Outro atributo do solo que pode ser melhorado pelos agrominerais silicáticos é a quantidade de cargas negativas, refletida na capacidade de troca de cátions (CTC). Em seu processo de intemperismo, os agrominerais silicáticos podem formar argilominerais 2:1 que apresentam elevada CTC permanente. Uma pequena quantidade dessa CTC pode impactar positivamente solos predominantemente oxidados. Alguns processamentos industriais desses agrominerais estão sendo estudados para acelerar os processos de transformação mineral que ocorre com o processo a partir do material *in natura*. Dentre essas tecnologias, a transformação de K-feldspatos por processos hidrotermais alcalinos (Hydropotássio) é bastante promissora para o desenvolvimento de novos fertilizantes potássicos, que aumenta os nutrientes disponíveis e melhora as características condicionadoras em relação ao material de partida (SKORINA & ALLANORE, 2015). Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar duas fontes de Hydropotássio como fornecedores de potássio e condicionadores de solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os agrominerais silicáticos utilizados nos experimentos são sienitos finamente moídos e que também passaram por processo hidrotermal de baixo gasto energético, que foram nomeados como hydropotássio (HYP).

A caracterização dos materiais foi feita por extração com ácido orgânico com baixo peso molecular e a quantificação da capacidade de água disponível (CRA). A extração foi realizada com solução de ácido cítrico a 2%. A CRA foi feita utilizando uma proporção de 70% de areia para 30% de agromineral, sem período de incubação, os materiais foram misturados e acondicionados em anéis de PVC. O método utilizado foi camara de Richards (EMBRAPA, 1997) com a Capacidade de Campo determinado à 0,6 ATM e o Ponto de Murcha Permanete à 15 ATM. A CRA foi usada para avaliar o potencial condicionador dos produtos. Os tratamentos foram os Hydropotássio e os respectivos agrominerais *in natura*: TA-15: sienito (Bahia); TA-20: sienito (Goiás); HYP-MCA 11: HYP de sienito (Bahia); HYP-CAL 11: HYP de sienito (Goiás); Testemunha (AREIA);

O experimento agrônômico foi conduzido para teste dos HYPs como fontes de K. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho-Amarelo de textura argilosa retirado de pastagem degradada nas dependências da Embrapa Cerrados (-15,642525 S; -47,74085555 W). A análise inicial do solo foi $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}}$ 5,7; pH_{KCl} 5,0; P e K (Mehlich-1) 0,86 e 16,7 mg dm^{-3} ; micronutrientes Mn, Cu, Fe, Zn (Mehlich-1): 0,59; 0,04; 5,3; 0,06 mg dm^{-3} . Os produtos testados foram os HYP-MCA 11: hydropotássio de sienito (Bahia); HYP-CAL 11: hydropotássio de sienito (Goiás). Para ambos foram utilizadas 5 doses agrônômicas de potássio (0, 60, 120, 240 e 480 kg ha^{-1} de K_2O , calculados a partir do teor total de K de cada fonte), homogeneizados a 2 kg de solo e acondicionados em vasos plásticos de 2 L. Todos os tratamentos foram conduzidos em 3 repetições.

Em casa de vegetação foram cultivadas 2 plantas de milho por vaso com um tempo total de condução de 45 dias após a germinação. Nesse período a quantidade de água foi controlada para que suprisse a demanda da planta sem que houvessem perdas. Em todos os tratamentos, inclusive testemunha, o solo foi corrigido (CaCO_3) para atingir saturação por bases de 60%. E demais macro e micronutrientes, exceto K, adicionados na forma de solução nutritiva. As quantidades utilizadas seguiram a recomendação de adubação para máxima produção de milho na região do cerrado (SOUSA; LOBATO, 2004). Após o cultivo, as plantas foram medidas, separadas em parte aérea e raiz, lavadas e levadas para secar em estufa de fluxo contínuo com temperatura máxima de 60°C. O material vegetal seco foi pesado, moído e analisados os teores de macro e micronutrientes e silício, extraídos pelo método de digestão nitro-perclórico (SILVA, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos testes de laboratório os HYPs apresentaram resultados positivos, tanto para fornecimento de nutrientes (fertilizantes), como para condicionador de solo. A Tabela 1 mostra que a CRA dos HYPs apresentaram um aumento considerável em relação às rochas *in natura*. Dessa forma, o processo hidrotermal aumentou o potencial de armazenamento de água no solo. Um fator importante é que esse processo industrial também aumentou o PMP, o que evidencia a formação de microporosidade. Tal fato pode ser um indicativo de um aumento da superfície específica, o que pode acarretar em aumento de cargas.

A partir dos resultados obtidos pela extração em ácido cítrico, observou-se que a quantidade de K da fração mais disponível dos HYPs aumentaram consideravelmente em relação às rochas *in natura* (Figura 1). Isso indica que o potencial de uso como fertilizante agrícola também é maior. O extrator ácido cítrico simula a ação das raízes no solo, uma vez que o K advindo das rochas não está prontamente disponível (RAMOS et al., 2015).

No teste agrônômico, para os dois produtos testados, houve aumento da massa seca pelo aumento das doses de K (Figura 2a,b). Esse aumento mostra que os HYPs são fontes de K e supriram a demanda da cultura. Tal afirmação é confirmada pelo aumento do teor de K no tecido da parte aérea (Figura 2c,d). Os teores de K das plantas dos tratamentos com HYP da Bahia responderam de forma linear ao aumento das doses de K. Por outro lado, os teores do HYP de Goiás responderam de forma quadrática. Comportamento similar já havia sido observado para as rochas *in natura* (OLIVEIRA, et al., 2014), porém com o tratamento hidrotermal as diferenças entre as doses foram aumentadas.

Tabela 1 – Capacidade de retenção de água de amostras de agrominerais e respectivos hydropotássios com a porcentagem de variação com relação à testemunha (areia).

Tratamento	Capacidade de Campo			Ponto de Murcha Permanente			Água disponível					
	Média	Desvio	%	Média	Desvio	%	Média	Desvio	%			
	----- g g ⁻¹ ----- **			----- g g ⁻¹ ----- **			----- g g ⁻¹ ----- **					
Testemunha	0,0453	0,002	d	100	0,0022	0,001	c	100	0,0431	0,002	d	100
TA-15	0,0849	0,005	c	187	0,0008	0,001	c	35	0,0841	0,005	c	195
TA-20	0,0752	0,005	c	166	0,0006	0,001	c	28	0,0746	0,006	c	173
HYP-CAL-11	0,2536	0,010	a	560	0,0161	0,001	a	724	0,2375	0,009	a	552
HYP-MCA-11	0,1660	0,015	b	367	0,0088	0,000	b	397	0,1572	0,015	b	365

Figura 1 – Teor de potássio extraído por ácido cítrico (2%) do agrominerais *in natura* e respectivos Hidropotássio (HYP-CAL-11 e TA-20; HYP-MCA-11 e TA-15).

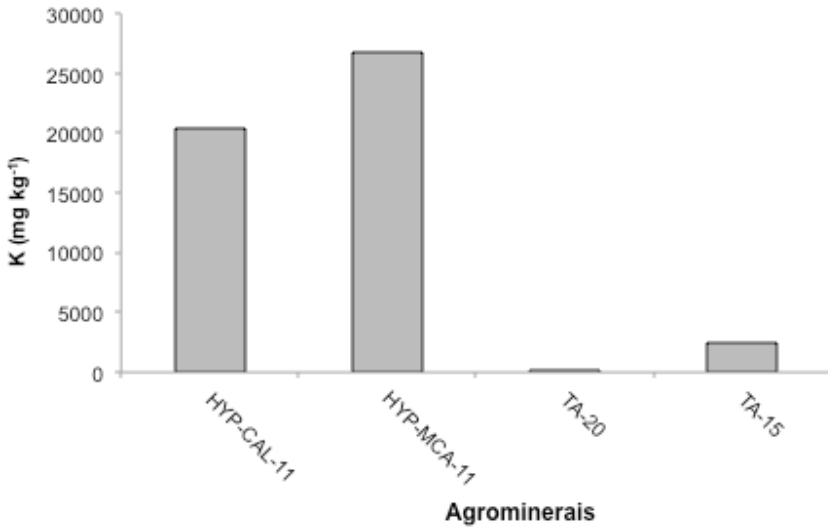
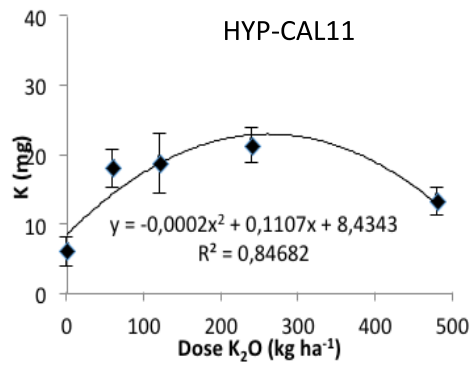
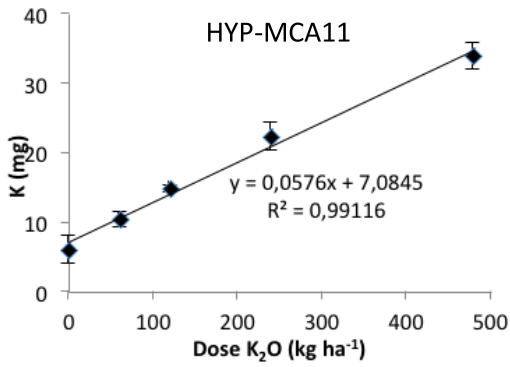
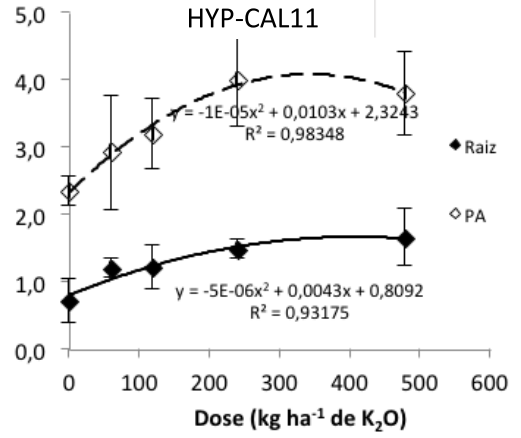
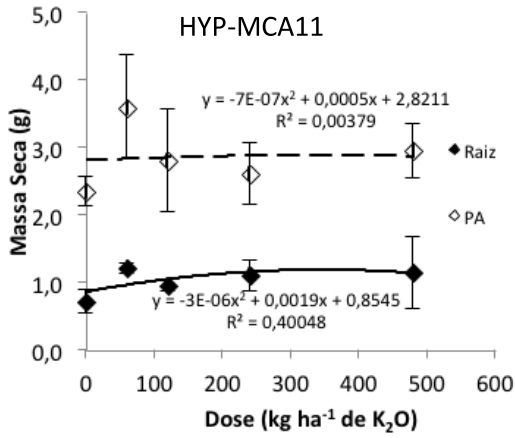


Figura 2 – Curvas agronômicas dos Hidropotássios. Curvas de produção de massa seca (a e b) e teor de K na parte aérea (c e d) em resposta a aplicação das doses 0, 60, 120, 240 e 480 kg ha⁻¹ de K₂O.

USO DE SIENITOS PROCESSADOS HIDROTÉRMICAMENTE (HYDROPOTÁSSIO) COMO FONTES DE K E CONDICIONADORES DE SOLO



CONCLUSÕES

Os HYPs estudados apresentam características como condicionadores de solo, aumentando o armazenamento de água, e, ao mesmo tempo, são fontes de potássio, evidenciada em ensaio com plantas de milho em casa de vegetação.

REFERÊNCIAS

MARTINS, E.S., SILVEIRA, C.A.P., BAMBERG, A.L., MARTINAZZO, R., BERGMANN, M., AN-GÉLICA, R.S. Silicate agrominerals as nutrient sources and as soil conditioners for tropical agriculture. In **World Fertilizer Congress of CIEC**, 16, 2014, Rio de Janeiro, p.138-140.

OLIVEIRA, M.I.L. de; MARTINS, E. de S.; GABOS, M.B.; SILVEIRA BRAGA, F.C.; ALMEIDA, J.P. de; LEITE, A. A. da S. 2014. Performance of K silicate agrominerals for corn crop. In **World Fertilizer Congress of CIEC**, 16, 2014, Rio de Janeiro, p.158-160.

RAMOS, C.G.; QUEROL, X.; OLIVEIRA, L.M.S.; PIRES, K.; KAUTZMANN, R.M.; OLIVEIRA, L.F.S. A preliminary evaluation of volcanic rock powder for application in agriculture as soil a remineralizer. **Science of the Total Environment**, v.512, p.371–380. 2015.

SKORINA, T., ALLANORE, A. Aqueous alteration of potassium-bearing aluminosilicate minerals: from mechanism to processing. **Green Chem.**, v.17, n.4, p.2123–2136, 2015.

SILVA, F.C. da (Org.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, DF: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2ª. ed., 2009. 627 p.

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