



Plantas de cobertura na promoção do intemperismo de rochas: nutrição de plantas

Keise Duarte Bacelar de Morais^(1*); Gabriel Coelho Silva⁽²⁾; Augusto Nicomedes Andrade Quintino⁽²⁾; Marcos Resende Pereira⁽²⁾; Matheus Romano Souza⁽²⁾; André Mundstock Xavier de Carvalho⁽³⁾

⁽¹⁾Pós-graduando, Produção Vegetal, pela Universidade Federal de Viçosa, campus Rio Paranaíba, MG, Brasil, 38810-000 (*apresentador, kdbmorais@gmail.com). ⁽²⁾Graduando em Agronomia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, campus Rio Paranaíba (UFV/CRP), Rio Paranaíba, MG, Brasil, 38810-000. ⁽³⁾D.Sc. - Prof. Adjunto, Universidade Federal de Viçosa, campus Rio Paranaíba, MG, Brasil, 38810-000.

RESUMO: O uso em excesso de fertilizantes químicos tem causado problemas ambientais como a contaminação do solo. As fontes para produção desses fertilizantes são finitas e, portanto, é necessário a descoberta de fontes alternativas. Uma das técnicas para solucionar esse problema é a rochagem. Conjuntamente ao uso de pós de rocha, a utilização de plantas de cobertura possibilita a liberação de elementos retidos nas camadas mais profundas dos pós de rochas e fornece nutrientes que antes não estavam disponíveis à planta. Dois experimentos foram montados em sucessão usando verdete e fonolito em estratégias de aplicação antecipada e não-antecipada para avaliar a biodisponibilização total de Si e P. O objetivo deste trabalho é avaliar a capacidade de plantas de cobertura de intemperizar fontes minerais alternativas de potássio. Foram utilizadas seis plantas de cobertura e milho e feitas análises de Si e P na parte aérea das plantas e também no solo. Resultados mostram que o fonolito foi superior ao verdete em fornecer Si para plantas.

Termos de indexação: biointemperismo, verdete, fonolito.

INTRODUÇÃO

A adubação somada à luminosidade e água compõem os 3 fatores que são essenciais ao desenvolvimento da planta. Frente ao uso excessivo de fertilizantes químicos, que tem levado a danos ambientais como contaminação do solo, e ao fato de as fontes de matéria prima serem finitas, tem-se exigido um manejo mais adequado das terras agricultáveis e dos recursos hídricos.

Como alternativa para solucionar esse problema está o uso de técnicas como o desenvolvimento e a aplicação de um manejo sustentável dos solos de forma integrada na agricultura e no incremento do uso de fontes alternativas, como as rochas fosfatadas e potássicas (FAO, 1995).

No uso de pós de rochas como adubo, processo

conhecido como rochagem, a ideia é fornecer às plantas nutrientes contidos na rocha. O incentivo ao uso dessa técnica se justifica, principalmente, pela possibilidade de redução do uso de fertilizantes químicos o que reflete em menor custo de produção, como indicado por Theodoro (2000), melhoria nas qualidades químicas e biológicas, além de fornecer nutrientes essenciais às plantas (Bonião et al., 2002; Tokura et al., 2011; Silva et al., 2014; Nunes et al., 2014).

Plantas de cobertura são utilizadas como adubo verde em uma prática que busca aplicar tais plantas no consórcio ou na rotação de culturas com interesse econômico. Essas plantas são capazes de expor nutrientes que estavam em camadas mais profundas às camadas mais superficiais, e no processo intempérico fornecer nutrientes que antes não estavam disponíveis à planta.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de plantas de cobertura de intemperizar fontes minerais alternativas de potássio.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos, em sucessão, em casa de vegetação localizada no campo experimental da Universidade Federal de Viçosa - campus Rio Paranaíba (UFV/CRP). Foram instalados, em delineamento em blocos casualizados, 87 vasos, contendo 10 kg de uma amostra de Latossolo Vermelho Amarelo distrófico cada. Para correção da acidez foi realizada aplicação de calcário dolomítico na dose de 1,9 kg ha⁻¹. Foi realizada uma adubação básica com o equivalente a 30 t ha⁻¹ de esterco bovino curtido. Cada unidade experimental foi homogeneizada em saco de polietileno, retornado ao vaso e deixado em repouso por cerca de 30 dias sob irrigação. As fontes de K foram aplicadas no volume total do solo dos vasos em dose única correspondente à 400 kg ha⁻¹ de K₂O no momento da transplântio das plantas de cobertura, para os tratamentos antecipados, e no momento do plantio do milho, para os tratamentos não-antecipados. A fonte de K foi distribuída em cada



vaso e homogeneizada ao solo em ambos os experimentos.

Os 25 tratamentos foram estruturados em um fatorial $(6 \times 2 \times 2) + 1$, com três repetições, sendo seis coberturas de solo (seis espécies de plantas mais um controle sem cobertura vegetal), duas estratégias de aplicação do fertilizante (K antecipado e K não-antecipado), duas fontes alternativas de potássio (pó de verdete e pó de fonolito), e um tratamento controle absoluto (sem K e sem planta de cobertura). Fonolito e verdete apresentam 54 e 67,7% de SiO_2 , 8,69 e 7,75% de K_2O e 0,05 e 0,09% de P_2O_5 , respectivamente.

As seis espécies avaliadas foram leucena (*Leucaena leucocephala*), guandu (*Cajanus cajan*), crotalária (*Crotalaria juncea*), picão preto (*Bidens pilosa*), mamona (*Ricinus communis*) e braquiária (*Brachiaria decumbens cv Basilisk*).

A semeadura das plantas de cobertura foi realizada em bandejas de isopor e escalonada no tempo para obter uma melhor homogeneidade entre as plantas no momento do transplante para os vasos (blocos no tempo).

O transplante ocorreu quando as mudas apresentavam pelo menos um par de folhas expandidas e foi realizado em uma única etapa para cada bloco. Os experimentos foram conduzidos em sucessão, sob a mesma matriz experimental, estabelecendo-se uma analogia com a sucessão usual entre culturas de cobertura e culturas de interesse econômico.

Para avaliar o papel das plantas de cobertura na promoção do intemperismo do verdete e do fonolito foi utilizado como estratégia a antecipação da adubação em relação à cultura principal, ou seja, aplicação do K no momento do transplante das plantas de cobertura. Sucessivamente foi realizado o cultivo de milho e estabelecido a estratégia de aplicação da fonte não-antecipada, ou seja, aplicação do K no plantio da cultura de interesse econômico. A interferência do maior tempo de reação/contato das fontes com o solo sobre a magnitude da ação biointempérica das plantas foi avaliada pela presença dos tratamentos antecipados ou não antecipados na ausência de plantas de cobertura.

Ambos os experimentos foram conduzidos até o florescimento ou por até 60 dias, o que ocorreu primeiro. Em seguida, a parte aérea das plantas foi cortada rente ao solo para determinação da matéria seca, e ao final de cada experimento o sistema radicular foi picotado e retornado ao solo de cada unidade experimental.

Os solos, nos dois experimentos, foram mantidos úmidos por três semanas após o picote do sistema radicular e amostrados para análises químicas de Si, K

e P. A biodisponibilidade total foi calculada pelo somatório das quantidades acumuladas deste nutrientes nas partes aéreas das plantas de cobertura e no milho mais as quantidades disponíveis nos solos ao final do estudo. Para a determinação de Si, K e P as amostras foram submetidas a digestão nitroperoxidica, conforme Nogueira e Souza (2005).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade. As pressuposições paramétricas foram avaliadas pelos testes de Levene, Jarque-Bera e teste F para aditividade. A presença de outliers foi avaliada exclusivamente pelo critério ESD generalizado (Rosner, 1983). Em seguida, as médias serão comparadas entre si pelo teste SNK a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O conteúdo de Si na parte aérea das plantas de milho não foi afetado pelas fontes de Si aplicadas, exceto para Crotalária (**Tabela 1**). Resultado semelhante foi verificado por Tavares (2017) e Orioli Júnior et al. (2009), sugerindo que o acúmulo de Si na planta não é muito expressivo e que pode ser controlada por outro fator além da disponibilidade no solo.

Uma pequena diferença foi notada em relação ao fonolito, mostrando-se superior ao verdete para as plantas de milho quando este foi precedido pela adubação verde com crotalária (**Tabela 1**). A superioridade do fonolito também percebida como uma tendência geral entre as diferentes plantas de cobertura avaliadas, o que é evidenciado pela média marginal.

Houve diferença estatística significativa para planta de cobertura mamona (**Tabela 1**) e isso sugere que este adubo verde influenciou positivamente a liberação de P do fonolito.

A antecipação de verdete ou fonolito é pior tanto para silício quanto para fósforo (**Tabela 2**). Isso pode ser atribuído ao efeito de fixação de fósforo e silício, de modo que, provavelmente, esse mecanismo explica o fato de haver um aumento nos teores quando a fonte foi aplicada de forma não-antecipada.

CONCLUSÕES

Algumas espécies de adubos verde são capazes de influenciar a disponibilidade de nutrientes de pós de rocha.

Fonolito é superior ao verdete quanto à capacidade de fornecer Si para plantas de milho quando aplicado juntamente à adubação verde com



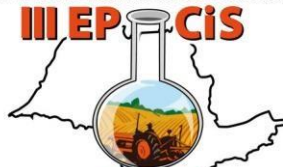
crotalária.

REFERÊNCIAS

- BONIAO, R.D.; SHAMSHUDDIN, J.; VAN RANST, E.; OMAR, S.R.S. ZAUAYAH, S. & Changes in chemical properties and growth of corn in volcanic soils treated with peat, ground basalt pyroclastics, and calcium silicate. *Commun. Soil Sci. Plant Anal.*, 33:1219-1233, 2002.
- FAO. World agriculture: towards, by N. Alexandratos, ed. New York. USA. John Wiley & Sons, 1995.
- NUNES, J.M.G.; KAUTZMANN, R.M. & OLIVEIRA, C. Evaluation of the natural fertilizing potential of basalt dust wastes from the mining district of Nova Prata (Brazil). *J. Clean Prod.*, 84:649-656, 2014.
- NOGUEIRA, A.A.; SOUZA, G.B. Manual de laboratório: Solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimentos. 2ed. São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005.
- RIOLI JÚNIOR V, COUTINHO EL. Effectiveness of fused magnesium potassium phosphate for marandu grass. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 33:1855-62 2009.
- SILVA, D.R.G.; SPEHA, C.R.; MARCHI, G.; SOARES D.A.; CANCELLIER, E.L. & MARTINS, E.S. Yield, nutrient uptake and potassium use efficiency in rice fertilized with crushed rocks. *Afr. J. Agric. Res.*, 2014,9:455-464.
- TAVARES, L.F. Disponibilização de potássio e sílico de remineralizador pelo processo de compostagem (dissertação de mestrado). Rio Paranaíba, MG, Universidade Federal de Viçosa, 2017.
- THEODORO, S.C.H. A fertilização da terra pela terra: uma alternativa para a sustentabilidade do pequeno produtor rural [Tese de Doutorado]. Brasília: Universidade Federal de Brasília, Centro de Desenvolvimento Sustentável, 2000.
- TOKURA, A.M.; NETO, A.E.F.; CARNEIRO, L.F.; CURTI, N.; SANTOS, J.Z.L. & ALOVISI, A.A. Dinâmica das formas de fósforo em solos de textura e mineralogia contrastantes cultivados com arroz. *Acta Sci., Agron.*, 2011, 33:171-179

Tabela 1 – Conteúdos de Si, P e K de plantas de milho (g vaso⁻¹) cultivadas em sucessão a diferentes espécies de cobertura submetidas a aplicação antecipada (no plantio da espécie de cobertura) ou não-antecipada (no plantio do milho) dos pós de verdete e fonolito em casa de vegetação.

		Si			P			K		
		Verd.	Fonol.	mm	Verd.	Fonol	mm	Verd.	Fono.	mm
Sem planta	K ant.	0,10 aA	0,13 aA	0,11 a	0,03 aA	0,04 aA	0,04 a	0,73 aA	0,84 aA	0,79 a
	K n-ant.	0,12 aA	0,09 aA	0,11 a	0,05 aA	0,03 aA	0,04 a	0,67 aA	0,69 aA	0,68 a
	mm	0,11 A	0,11 A		0,04 A	0,03 A		0,70 A	0,76 A	
Leucena	K ant.	0,13 aA	0,13 aA	0,13 a	0,02 aA	0,03 aA	0,03 a	0,75 aA	0,60 aA	0,67 a
	K n-ant.	0,11 aA	0,15 aA	0,13 a	0,02 aA	0,03 aA	0,02 a	0,51 aA	0,69 aA	0,60 a
	mm	0,12 A	0,14 A		0,02 A	0,03 A		0,63 A	0,65 A	
Picão-Preto	K ant.	0,13 aA	0,16 aA	0,14 a	0,03 aA	0,03 aA	0,03 a	0,54 aA	0,52 aA	0,53 a
	K n-ant.	0,15 aA	0,13 aA	0,14 a	0,04 aA	0,03 aA	0,03 a	0,55 aA	0,62 aA	0,59 a
	mm	0,14 A	0,15 A		0,04 A	0,03 A		0,55 A	0,57 A	
Braquiária	K ant.	0,07 aA	0,11 aA	0,09 a	0,02 aA	0,02 aA	0,02 a	0,42 aA	0,56 aA	0,49 a
	K n-ant.	0,10 aA	0,09 aA	0,10 a	0,03 aA	0,03 aA	0,03 a	0,50 aA	0,56 aA	0,53 a
	mm	0,09 A	0,10 A		0,02 A	0,03 A		0,46 A	0,56 A	
Mamona	K ant.	0,16 aA	0,14 aA	0,15 a	0,03 aA	0,04 aA	0,03 a	0,64 aA	0,75 aA	0,70 a
	K n-ant.	0,18 aA	0,12 aA	0,15 a	0,03 aA	0,01 bA	0,02 a	0,61 aA	0,62 aA	0,62 a
	mm	0,17 A	0,13 A		0,03 A	0,03 A		0,63 A	0,68 A	
Guandu	K ant.	0,11 aA	0,13 aA	0,12 a	0,03 aA	0,03 aA	0,03 a	0,96 aA	0,90 aA	0,93 a
	K n-ant.	0,14 aA	0,13 aA	0,14 a	0,02 aA	0,02 aA	0,02 a	0,76 aA	0,54 bA	0,65 b
	mm	0,13 A	0,13 A		0,03 A	0,02 A		0,86 A	0,72 A	
Crotalária	K ant.	0,09 aB	0,18 aA	0,13 a	0,02 aA	0,01 aA	0,02 a	0,36 aA	0,53 aA	0,45 a
	K n-ant.	0,11 aA	0,12 aA	0,11 a	0,02 aA	0,02 aA	0,02 a	0,49 aA	0,40 aA	0,45 a
	mm	0,10 B	0,15 A		0,02 A	0,02 A		0,43 A	0,47 A	
mm	K ant.	0,11 aB	0,14 aA	0,13 a	0,03 aA	0,03 aA	0,03 a	0,63 aA	0,67 aA	0,65 a
	K n-ant.	0,13 aA	0,12 aA	0,13 a	0,03 aA	0,02 aA	0,03 a	0,59 aA	0,59 aA	0,59 a



	mm	0,12 A	0,13 A	0,03 A	0,03 A	0,61 A	0,63 A
\hat{C}_1 e \hat{C}_2		-0,125 ^{Ns}	0,125 ^{Ns}	-0,033 ^{Ns}	0,038 ^{Ns}	0,294 ^{Ns}	0,573 ^{Ns}

- Médias seguidas por uma mesma letra, maiúsculas na linha, minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de SNK a 5 % de probabilidade de erro.

- mm: médias marginais.

Tabela 2. Conteúdos de Si, P e K de plantas de milho (g vaso⁻¹) cultivadas em sucessão a diferentes espécies de cobertura submetidas a aplicação antecipada (no plantio da espécie de cobertura) ou não-antecipada (no plantio do milho) dos pós de verdete e fonolito em casa de vegetação.

		Si			P			K		
		Verd.	Fono.	mm	Verd.	Fono.	mm	Verd.	Fono.	mm
Leucena	K ant.	0,01 aA	0,01 aA	0,01 a	0,02 aA	0,01 aA	0,02 a	0,11 aA	0,11 aA	0,11 a
	K n-ant.	0,01 aA	0,01 aA	0,01 a	0,01 aA	0,02 aA	0,02 a	0,09 aA	0,06 aA	0,07 a
	mm	0,01 A	0,01 A		0,02 A	0,02 A		0,10 A	0,09 A	
Picão-Preto	K ant.	0,04 aA	0,03 aA	0,04 a	0,03 aA	0,02a A	0,02 a	0,66 aA	0,54 aA	0,60 a
	K n-ant.	0,05 aA	0,02 aA	0,03 a	0,03 aA	0,03 aA	0,03 a	0,39 bB	0,65 aA	0,52 a
	mm	0,04 A	0,03 A		0,03 A	0,02 A		0,53 A	0,59 A	
Braquiária	K ant.	0,16 aA	0,14 aA	0,15 a	0,04 aA	0,04 aA	0,04 a	0,78 aA	0,79 aA	0,79 a
	K n-ant.	0,17 aA	0,10 aA	0,14 a	0,03 aA	0,03 aA	0,03 a	0,71 aA	0,68 aA	0,69 a
	mm	0,17 A	0,12 A		0,03 A	0,04 A		0,75 A	0,73 A	
Mamona	K ant.	0,06 aA	0,00 aA	0,03 a	0,02 aA	0,02 aA	0,02 a	0,48 aA	0,48 aA	0,48 a
	K n-ant.	0,01 aA	0,01 aA	0,01 a	0,01 aA	0,03 aA	0,02 a	0,37 aA	0,46 aA	0,42 a
	mm	0,03 A	0,01 A		0,02 A	0,03 A		0,43 A	0,47 A	
Guandu	K ant.	0,05 aB	0,31 aA	0,18 a	0,05 aA	0,09 aA	0,07 a	0,37 aA	0,45 aA	0,41 a
	K n-ant.	0,11 aA	0,04 bA	0,08 b	0,04 aA	0,03 bA	0,04 a	0,42 aA	0,39 aA	0,40 a
	mm	0,08 B	0,18 A		0,04 A	0,06 A		0,39 A	0,42 A	
Crotalária	K ant.	0,03 aA	0,03 aA	0,03 a	0,05 bA	0,04 aA	0,04 b	0,59 aA	0,73 aA	0,66 a
	K n-ant.	0,01 aA	0,03 aA	0,02 a	0,13 aA	0,07aB	0,10 a	0,72 aA	0,65 aA	0,69 a
	mm	0,02 A	0,03 A		0,09 A	0,06 A		0,66 A	0,69 A	
mm	K ant.	0,06 aA	0,09 aA	0,07 a	0,03 aA	0,04 aA	0,04 a	0,50 aA	0,52 aA	0,51 a
	K n-ant.	0,06 aA	0,04 bA	0,05 a	0,04 aA	0,04 aA	0,04 a	0,45 aA	0,48 aA	0,47 a
	mm	0,06 A	0,06 A		0,04 A	0,04 A		0,48 A	0,50 A	
\hat{C}_1 e \hat{C}_2		-0,019 ^{Ns}	0,312*		-0,055 ^{Ns}	0,0009 ^{Ns}		0,299 ^{Ns}	0,207 ^{Ns}	

- Médias seguidas por uma mesma letra, maiúsculas na linha, minúsculas na coluna, não diferem entre si pelo teste de SNK a 5 % de probabilidade de erro.

- mm: médias marginais.