



Plantas de cobertura na promoção do intemperismo de rochas: Disponibilização no solo e de nutrientes

Keise Duarte Bacelar de Morais^(1*); Marcos Resende Pereria⁽²⁾; Augusto Nicomedes Andrade Quintino⁽²⁾; Matheus Romano Souza⁽²⁾; Gabriel Coelho Silva⁽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: A agricultura brasileira depende de altas doses de fertilizantes químicos. É necessário a busca por novas fontes de nutrientes, que sejam menos impactantes ao ambiente e mais acessíveis ao agricultor. O objetivo deste estudo foi avaliar plantas de cobertura quanto à sua capacidade de intemperizar fontes alternativas de potássio. 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. Foram avaliadas seis plantas de cobertura seguidas pelo cultivo de milho e realizadas análises de Si e P na parte aérea das plantas e também no solo. Verificou-se que o intemperismo do fonolito leva a uma maior liberação de Si independentemente da presença da planta de cobertura; fonolito e verdete não são fontes importantes de fósforo.

Termos de indexação: biointemperismo, verdete, fonolito.

INTRODUÇÃO

A maioria dos solos brasileiros possuem baixa fertilidade natural, assim necessitam de elevadas doses de adubos químicos. Os fertilizantes químicos solúveis são obtidos a partir de fontes não renováveis e a distribuição de suas reservas naturais é desigual ao redor do mundo, ficando restrita a poucos países. Esse fato gera grande preocupação devido à vulnerabilidade e insegurança dos países dependentes, como o Brasil.

Diante deste cenário existe a necessidade de buscar fontes de nutrientes alternativas aos fertilizantes químicos. Adicionalmente torna-se importante o desenvolvimento de pesquisas que torne viável, agrônômica e economicamente, o uso de novas fontes de nutrientes.

Neste contexto, o incentivo ao uso da técnica de rochagem 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. A permanência dessas plantas no solo promovem melhorias nas características químicas, físicas e biológicas do solo (Espíndola et al., 2004).

As plantas tem a capacidade de disponibilizar, por meio do intemperismo de rochas, nutrientes antes indisponíveis. Segundo Wang et al., (2011) diferentes espécies podem diferir quanto a capacidade biointempérica sendo que algumas espécies tem mostrado resultado na aceleração do intemperismo de rochas potássicas. Estes autores constataram a capacidade de plantas em absorver K em baixas concentrações. Meheruna & Akagi (2006), ao estudarem as raízes finas de plantas, observaram a importância do contato destas com a rocha no processo do intemperismo ao liberarem elementos das partículas das rochas.

Espécies competidoras acessam os recursos mais rapidamente ou continuam a crescer mesmo em baixos níveis de recursos de produção (Ronchi et al., 2003), portanto possuem maior habilidade em extrair nutrientes.

O objetivo deste estudo foi avaliar plantas de cobertura quanto sua capacidade de intemperizar fontes 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 x 2 x 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 SiO₂, 8,69 e 7,75% de K₂O e 0,05 e 0,09% de P₂O₅, 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 semadura das plantas de cobertura foi realizada em bandejas de isopor e foi escalonada no tempo para obter uma melhor homogeneidade entre as plantas no momento do transplântio 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 transplântio 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 biodiponibilização 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 nitroperóxídica, 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

Houve diferenças significativas entre as fontes avaliadas e interação significativa entre plantas de cobertura e fonte de K (Tabela 1). O fonolito apresentou maior média marginal, indicando que esta rocha libera maior quantidade de Si que o verdete, independentemente da presença da planta de cobertura ou da espécie da planta utilizada para acelerar o intemperismo (Tabela 2). O intemperismo mais acelerado do fonolito deve estar relacionado à sua composição mineralógica, com maior presença de minerais primários fontes de K do que o verdete (Kampf et al., 2009). Observou-se, também, que a presença da mamona induziu o intemperismo dos minerais do verdete (Tabela 2). Para Harley & Gilkes (2000) diminuições no pH do solo devido reações na rizosfera são importantes na taxa de dissolução de



minerais. Assim, pode-se sugerir que a espécie *Ricinus communis* contribua para uma rápida diminuição do pH do solo.

Houve diferenças estatísticas significativas na interação plantas de cobertura e fontes de K, e isso é evidenciado para as espécies guandu e crotalaria, que apresentaram tendências opostas em relação à antecipação da fonte de minerais (Tabela 2).

Fonolito e verdete não são fontes importantes de fósforo, justificando o fato de não existirem diferenças entre as fontes na maioria das espécies (Tabela 2). A estratégia de antecipação também não resultou em aumento na disponibilidade de P para a maioria das espécies estudadas, exceto o guandu.

Para o feijão guandu a disponibilização total de P melhorou com a antecipação do fonolito, e para a crotalaria a melhora ocorreu com a não-antecipação do mesmo pó de rocha. Essa diferença observada para crotalaria, cuja antecipação interfere negativamente na biodisponibilização de fósforo, pode ser atribuída ao tempo de contato da fonte com o solo, facilitando a fixação de P.

CONCLUSÕES

Antecipar a adubação com fonolito, associado a plantas de cobertura, pode ser uma alternativa para aplicação de Si à depender da espécie de adubo verde utilizada.

Fonolito e verdete não são fontes importantes de fósforo e o fonolito apresenta maior liberação de Si que o verdete.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

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. *Communications in Soil Science and Plant Analysis.*, 33:1219-1233, 2002.

ESPÍNDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; ALMEIDA, D.L. Estratégia para a utilização de leguminosas para adubação verde em unidades de adubação agroecológicas. Seropédica, RJ: Embrapa-Agroecologia, 2004,. 20p. (Documentos, 42).

HARLEY, A.D.; GILKES, R.J. Factors influencing the release of plant nutrient elements from silicate rocks powders: a geochemical overview. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 56: 11-36, 200.

KAMPF, N.; CURI, N.; MARQUES, J.J. Intemperismo e ocorrência de minerais no ambiente do solo. In: MELO, V.F.; ALLEONI, L.R.F. (ed.) *Química e mineralogia do solo*. 1ed. Viçosa, MG: SBCs/UFV, 2009, p. 333-380.

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.

MEHERUNA, A. & AKAGI, T. Role of fine roots in the plant-induced weathering of andesite for several plant species. *Geochemical journal*, 2006, 40:57-67.

RONCHI, C.P.; TERRA, A.A.; SILVA, A.A. & FERREIRA, L.R. Acúmulo de nutrientes pelo cafeeiro sob interferência de plantas daninhas. *Planta Daninha*, 2003, 21:219-227

TOKURA, A.M.; NETO, A.E.F.; CARNEIRO, L.F.; CURI, N.; SANTOS, J.Z.L. & ALOVISI, A.A. Dinâmica das formas de fósforo em solos de textura e mineralogia contrastantes cultivados com arroz. *Acta Scientiarum Agronomy.*, 33:171-179, 2011.

WANG, H.-Y.; SHEN, Q.; ZHOU, J.-M.; WANG, J.; DU, C.-W. & XEN, X.-Q. Plants use alternative strategies to utilize nonexchangeable potassium in minerals. *Plant and Soil*, 2011, 343:209-220.

Tabela 1 – Análise de Variância e coeficientes de (C.V) dos tratamentos para do parâmetro biodisponibilidade biodisponibilidade total (g/vaso).

FV	F (Si)	F (P)	F (K)
Plantas de cobertura	1,13 ^{Ns}	6,04 ^{**}	2,82 [*]
Antecipação do K	0,73 ^{Ns}	0,61 ^{Ns}	1,67 ^{Ns}
Fonte de K	49,98 ^{**}	0,51 ^{Ns}	6,42 [*]
Plantas de cobertura x Antecipação do K	1,14 ^{Ns}	3,37 ^{**}	0,58 ^{Ns}
Plantas de cobertura x Fonte de K	2,21 [°]	1,11 ^{Ns}	0,7 ^{Ns}
Antecipação do K x Fonte de K	1,8 [~]	2,72 [~]	0,03 ^{Ns}
Interação tripla	1,27 ^{Ns}	1,07 ^{Ns}	0,59 ^{Ns}
Tratamentos	3,48 ^{**}	2,99 ^{**}	1,38 ^{Ns}
C.V.(%)	19,23	30,19	23,45

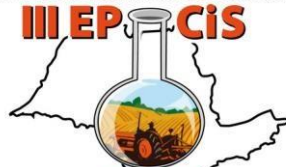


Tabela 2 – Conteúdos de Si e P e K de plantas de milho (g vaso⁻¹) cultivadas em sucessão a diferentes espécies de cobertura submetidas a aplicação antecipada (no plantio da espécie de cobertura) ou não-antecipada (no plantio do milho) dos pós de verdete e fonolito em casa de vegetação.

		Si			P			K		
		Verd.	Fono.	mm	Verd.	Fono.	mm	Verd.	Fono	mm
Sem planta	K ant.	0,85 aB	1,34 aA	1,09 a	0,07 aA	0,09 aA	0,08 a	1,37 aA	1,99 aA	1,68 a
	K n-ant.	0,85 aA	0,99 bA	0,92 a	0,09 aA	0,06 aA	0,08 a	1,56 aA	1,89 aA	1,72 a
	mm	0,85 B	1,17 A		0,08 A	0,07 A		1,47 B	1,94 A	
Leucena	K ant.	0,72 aB	1,09 aA	0,91 a	0,08 aA	0,06 aA	0,07 a	1,36 aA	1,82 aA	1,59 a
	K n-ant.	0,84 aA	0,97 aA	0,91 a	0,06 aA	0,08 aA	0,07 a	1,49 aA	1,62 aA	1,55 a
	mm	0,78 B	1,03 A		0,07 A	0,07 A		1,42 A	1,72 A	
Picão-Preto	K ant.	0,73 aB	1,19 aA	0,96 a	0,09 aA	0,08 aA	0,09 a	2,14 aA	1,76 aA	1,95 a
	K n-ant.	1,02 aA	1,19 aA	1,10 a	0,12 aA	0,09 aA	0,11 a	1,97 aA	2,03 aA	2,00 a
	mm	0,87 B	1,19 A		0,10 A	0,09 A		2,05 A	1,90 A	
Braquiária	K ant.	0,93 aA	1,04 aA	0,99 a	0,09 aA	0,10 aA	0,09 a	2,02 aA	2,14 aA	2,08 a
	K n-ant.	0,94 aA	0,89 aA	0,91 a	0,10 aA	0,10 aA	0,10 a	1,92 aA	2,18 aA	2,05 a
	mm	0,94 A	0,97 aA		0,09 A	0,10 A		1,97 A	2,16 A	
Mamona	K ant.	1,04 aA	1,05 aA	1,04 a	0,08 aA	0,09 aA	0,09 a	1,98 aA	1,92 aA	1,95 a
	K n-ant.	0,72 bA	1,02 aA	0,87 a	0,07 aA	0,09 aA	0,08 a	1,40 aA	1,77 aA	1,59 a
	mm	0,88 A	1,03 A		0,08 A	0,09 A		1,69 A	1,85 A	
Guandu	K ant.	0,75 aB	1,34 aA	1,05 a	0,11 aB	0,15 aA	0,13 a	1,84 aA	2,19 aA	2,02 a
	K n-ant.	0,85 aB	1,26 aA	1,05 a	0,10 aA	0,09 bA	0,10 b	1,54 aA	1,73 aA	1,64 a
	mm	0,80 B	1,30 A		0,11 A	0,12 A		1,69 A	1,96 A	
Crotalária	K ant.	0,73 aB	1,08 aA	0,90 a	0,10 aA	0,09 bA	0,10 b	1,26 aA	1,86 aA	1,56 a
	K n-ant.	0,67 aB	1,18 aA	0,92 a	0,19 aA	0,13 aA	0,16 a	1,39 aA	1,53 aA	1,46 a
	mm	0,70 B	1,13 A		0,14 A	0,11 A		1,33 A	1,69 A	
mm	K ant.	0,82 aB	1,16 aA	0,99 a	0,09 aA	0,09 aA	0,09 a	1,71 aB	1,96 aA	1,83 a
	K n-ant.	0,84 aB	1,07 aA	0,96 a	0,10 aA	0,09 aA	0,10 a	1,61 aB	1,82 aA	1,72 a
	mm	0,83 B	1,12 A		0,10 A	0,09 A		1,66 B	1,89 A	
Controle		0,623	1,53**		0,042	0,138 ^{Ns}		1,404	1,19 ^{Ns}	
Ĉ₁ e Ĉ₂		-0,137 ^{Ns}	0,622 ^{Ns}		-0,104 ^{Ns}	0,037 ^{Ns}		0,703 ^{Ns}	0,932 ^{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.