

Potencial de olivina melilitito, granito e sienito na disponibilização de potássio em solos

Potential of olivine melilitite, granite and sienite in the availability of potassium in soils

Willian Marques Duarte¹, Álvaro Luiz Mafra^{2*}, Marcos Maurício Foresti², Cristiano Dela Piccola², Jaime Antonio de Almeida²

Recebido em 31/05/2011; aprovado em 03/10/2012.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de pós de rochas na disponibilização de potássio em solos. O experimento foi conduzido em casa de vegetação utilizando as rochas olivina melilitito, granito e sienito. Amostras de um Cambissolo Húmico e de um Argissolo Vermelho-Amarelo foram coletadas, secas ao ar e peneiradas, corrigidas a pH 5,2 com calcário dolomítico e mantidas a 80% da capacidade de campo na incubação. O experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, com dois solos e cinco formas de K, com quatro repetições por tratamento. Os tratamentos foram os seguintes: sem adubação; KCl, pó de rocha de olivina melilitito e granito e sienito. Os pós de rocha foram acrescentados em quantidades equivalentes a 500 kg ha⁻¹ de K₂O, com base no teor total de K das rochas. Após o período de incubação de 180 dias, foram cultivados em sucessão feijão, trigo e trigo mourisco. A determinação do K no solo foi realizada após extração com solução de Mehlich-1 e resina trocadora de íons. O olivina melilitito não diferiu do KCl em relação à absorção de potássio pelas plantas e na disponibilização desse elemento no solo, exceto na extração pela resina no Argissolo após o cultivo de feijão, representando uma fonte potencial deste nutriente a ser melhor avaliada como fertilizante na agricultura. Os pós de rocha de granito e sienito não mostraram resposta quanto às variáveis testadas, evidenciando serem

materiais de disponibilização mais lenta de potássio às plantas.

PALAVRAS-CHAVE: adubação, pó de rocha, rochagem, rochas silicáticas.

SUMMARY

This study aimed to assess the potential of rock powders in the availability of potassium in soils. The experiment was conducted under greenhouse conditions using the rocks olivine melilitite, granite and sienite. Samples of a Humic Cambisol and a Red-Yellow Argisol were collected, air dried and sieved, adjusted to pH 5.2 with lime and incubated at 80% of water field capacity. The experiment was conducted in a completely randomized design using a 2 x 5 factorial, with two soil types and five forms of K, with four replicates. The treatment no fertilizers, KCl, olivine melilitite, and granite and sienite rock powders. Rock powders were added in amounts equivalent to 500 kg ha⁻¹ K₂O based on the total K content of the rocks. After an incubation period of 180 days, beans, wheat and buckwheat were grown in succession. The content of K in the soil was determined after extraction with Mehlich-1 and ion exchange resin. Olivine melilitite did not differ from KCl in relation to potassium uptake by plants and in the availability of K in the soil, except for resin extraction in Argisol after beans cultivation, so it represents a potential K source to be better evaluated as agricultural fertilizer.

¹ Universidade do Estado de Mato Grosso, UNEMAT. Rodovia MT, 358, Km 07, Jardim Aeroporto, CEP 78300-000, Tangará da Serra, MT, Brasil.

² Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina – CAV/UEDESC. Av. Luiz de Camões 2090, Bairro Conta Dinheiro, CEP 88520-000, Lages, SC, Brasil. Email: a2alm@cav.udesc.br. *Autor para correspondência.

The granite and sienite powder did not respond to the variables tested, which points out that they are materials with slow K availability to plants.

KEY WORDS: fertilization, rock powder, remineralization, silicate rocks.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos principais produtores de alimentos no mundo e consome grandes quantidades de fertilizantes, importando a maior parte do fertilizante potássico utilizado na agricultura. A dependência dessas importações além de desfavorecer a balança comercial brasileira, implica questões estratégicas como a necessidade de negociações com um grupo restrito de países fornecedores de um insumo essencial à produção agrícola (NASCIMENTO e LOUREIRO, 2004).

O consumo de fertilizantes no Brasil vem crescendo nos últimos anos, atingindo em 2010 cerca de 25 milhões de toneladas (BRASIL, 2011). No caso dos fertilizantes potássicos, a produção nacional está concentrada no complexo Taquari-Vassouras, município de Rosário do Catete, SE, atendendo somente uma pequena parte da demanda brasileira (MARTINS et al., 2008).

Dessa forma, é necessário adotar sistemas de produção e de cultivo que minimizem as perdas e possam aproveitar a disponibilidade natural do solo. Neste sentido, nas últimas décadas vem sendo utilizadas rochas moídas como fonte de nutrientes às plantas e para recuperação de solos empobrecidos, desequilibrados e que perderam grande parte das reservas de nutrientes dos seus constituintes minerais (RIBEIRO et al., 2010). A rochagem é definida como uma prática agrícola de incorporação de rochas e/ou minerais ao solo, sendo a calagem e a fosfatagem natural casos particulares desta prática (MARTINS et al., 2008; MARTINS e THEODORO, 2010).

O pó de rocha, em função da composição mineralógica e da granulometria, pode disponibilizar vários nutrientes a curto, médio e longo prazo (GILLMAN et al., 2002). A

sua disponibilização está relacionada ao tipo, quantidade e reatividade do mineral, bem como à ação de microorganismos e fatores climáticos (VAN STRAATEN, 2007).

A fertilização feita a partir de rochas moídas é considerada uma técnica importante principalmente para a recuperação dos solos já degradados pelo uso intensivo da agricultura, restabelecendo parte dos elementos minerais lixiviados (VAN STRAATEN, 2006). Trabalhos realizados com rochas contendo quantidades razoáveis de flogopita ou biotita constituem fontes alternativas de K. Algumas dessas rochas são os kamafugitos, olivina melilitos, biotititos e kimberlitos (RESENDE et al., 2006a).

Um experimento realizado por Barbosa Filho et al. (2006) evidenciou que os fatores de liberação de K das rochas para o solo estão relacionados ao tipo de rochas silicáticas e o tempo de contato delas com solo. Quanto à granulometria, as frações de 0,355 e 0,25 mm foram as que mais disponibilizaram o K trocável, e a liberação máxima de K trocável ocorreu até 90 dias de incubação para todas as rochas silicáticas. Em outro estudo, os pós de rochas de brecha alcalina, biotita xisto e ultramáfica alcalina contribuíram significativamente no cultivo de soja e milho em casa de vegetação já no primeiro cultivo em Latossolo de textura argilosa de Cerrado, permanecendo ainda considerável efeito residual do nutriente para o cultivo subsequente (RESENDE et al., 2006b).

O presente trabalho objetivou avaliar o potencial do uso de pós de rochas olivina melilitito, granito e sienite na disponibilização de potássio em Cambissolo Húmico Alumínico léptico e Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em Lages, SC, em delineamento inteiramente casualizado, sendo dois solos e cinco níveis e formas de K, com quatro repetições por tratamento, conforme segue: sem adubação; 14,7 Mg ha⁻¹ olivina melilitito; 12,6 Mg ha⁻¹ granito

e 11,1 Mg ha⁻¹ sienito e KCl. Os pós das rochas de olivina melilitito, granito e sienito foram acrescentados em quantidades equivalentes a 500 kg ha⁻¹ de K₂O com base no teor total de K das rochas de 3,42; 3,99 e 4,7%, respectivamente. Para fonte solúvel (KCl) foi utilizada dose de 100 mg kg⁻¹ de K₂O.

O olivina melilitito e o sienito foram coletados em Lages, e o granito foi proveniente de Ibirama, SC. O olivina melilitito apresenta uma mineralogia complexa e possivelmente possui em sua composição além da flogopita, minerais como olivina, carbonatos e piroxênios, que lhe confere uma taxa de solubilização mais rápida (RESENDE et al., 2006a). A grande variação no conteúdo de piroxênios é responsável por uma expressiva variação na tonalidade das rochas, variando de cinza clara a preto acinzentado. O granito utilizado tem alta proporção de ortoclásio mesoperitítico e plagioclásio, relacionado à Suíte Intrusiva Subida (DNPM, 1987). O sienito, caracterizado como nefelina sienito porfirítico, é uma rocha de alcalinidade moderada de matriz fanerítica, com destaque especial para fenocristais de olivina, feldspato e flogopita.

Os teores totais dos elementos químicos nas amostras das rochas de granito e olivina melilitito foram analisados pelo procedimento de

fusão com peróxido de sódio e quantificação por ICP. O teor total de K da rocha sienito foi inferido com base no Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina (DNPM, 1987), conforme Tabela 1.

As rochas foram moídas em moinho de martelo, sendo a fração fina posteriormente peneirada e padronizada para que apresentasse diâmetro inferior a 1,125 mm. A granulometria do pó de rocha foi determinada a partir de amostras de 100 g, realizadas com três repetições (Tabela 2). Utilizou-se um jogo de peneiras de 1,00, 0,5, 0,25, 0,125 e 0,053 mm em um agitador horizontal, durante três minutos em ciclo máximo, e o material retido em cada peneira foi pesado.

No experimento foi utilizada e caracterizada a camada de 0-0,20 m de dois solos, sendo um Cambissolo Húmico Alumínico léptico, com 443 g kg⁻¹ de argila, 402 g kg⁻¹ de silte, 155 g kg⁻¹ de areia, pH em água 5,2, Al trocável 0,2 cmol_c kg⁻¹, Ca + Mg trocáveis 10,2 cmol_c kg⁻¹, P extraível 8,4 mg dm⁻³, K trocável 78 mg kg⁻¹ e C 19 g kg⁻¹ (BERTOL et al., 2004; ALMEIDA et al., 2005), coletado em Lages, SC, em uma área previamente calcariada, que estava há mais de cinco anos coberta com campo nativo. O outro solo foi um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico latossólico, com 450 g kg⁻¹ de argila, 180 g kg⁻¹ de silte, 370 g kg⁻¹ de areia, pH em

Tabela 1 - Composição química total das rochas utilizadas como fontes nos cultivos (% m/m).

Rocha	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
Olivina melilitito	33,96	7,51	12,82	0,22	18,44	13,35	1,48	3,42	1,41
Granito	69,84	14,21	2,81	0,04	0,49	1,81	4,01	3,99	0,14
Sienito*								4,7*	

*Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina (DNPM, 1987).

Tabela 2 - Composição granulométrica em percentual do pó de olivina melilitito, granito e sienito.

Rochas	Peneiras (mm)					
	1,00	0,5	0,25	0,125	0,053	<0,053
Olivina melilitito	4,8	27,2	22,3	19,9	17,5	8,0
Granito	4,1	30,0	28,4	19,9	11,2	6,1
Sienito	3,8	32,4	26,4	17,2	11,8	8,3

água 4,3, Al 1,43 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, Ca 0,09 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, K 62 mg kg^{-1} , H+Al 5,96 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, C 21 g kg^{-1} (PAES SOBRINHO et al., 2009), coletado em Blumenau, SC, em uma área sob vegetação natural.

As amostras de solo foram secas ao ar e peneiradas em malha de 5 mm. Os pós das rochas foram misturados manualmente e individualmente ao solo em sacos plásticos. Os solos foram corrigidos a pH 5,2 com calcário dolomítico, utilizando-se 7,2 Mg ha^{-1} de calcário para o Cambissolo Húmico e 2,6 Mg ha^{-1} Argissolo Vermelho-Amarelo, conforme recomendações de Almeida et al. (1999). Após mistura dos pós de rochas e do calcário, os solos foram incubados por um período de 180 dias, mantendo umidade constante equivalente a 80% da capacidade da capacidade de campo. Após a incubação o solo de cada tratamento foi transferido para vasos de 8 L do solo, sendo realizada adubação de pré-plantio com 100 mg/kg de N na forma de uréia, e 100 mg/kg de P_2O_5 na forma de superfosfato triplo, em todos tratamentos.

As culturas teste utilizadas foram feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar IPR88 Uirapuru, trigo (*Triticum aestivum* L.) cultivar Fundacep Cristalino, e trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum* Moench) cultivar IPR-92, utilizando duas, três e cinco plantas em cada vaso, respectivamente. Como tratamento fitossanitário foi utilizado fungicida Difeconazole e inseticida Espiromesifeno apenas no feijão.

O material vegetal da parte aérea foi colhido em pleno florescimento, correspondendo a 45 dias para o feijão, 88 dias para o trigo e 43 dias para o trigo mourisco. O material foi acondicionado em sacos de papel e mantido em estufa com circulação forçada de ar à 60°C até alcançar massa constante, para determinação da produção de matéria seca da parte aérea (MSPA).

Após cada cultivo das plantas foram coletadas amostras de solos homogeneizadas de cada balde, realizando a determinação do pH em água. O K do solo foi extraído com solução duplo ácido (Mehlich-1) e por resina trocadora de íons. Os teores de K da parte aérea das plantas foram quantificados após digestão com ácido

sulfúrico e peróxido de hidrogênio. Em ambos os procedimentos de análise de solo e planta, após diluição do extrato foram determinados os teores de potássio (K) por fotometria de chama, conforme descrito em Tedesco et al. (1995).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias de pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de potássio trocável no solo variaram com os tratamentos, especialmente no primeiro cultivo (Tabela 3). No Argissolo, o teor de K após o cultivo do feijão foi influenciado pelas fontes de potássio no solo, não ocorrendo diferença entre o olivina melilitito e a fonte solúvel na extração por solução ácida (Mehlich-1). As demais fontes (granito e sienito) foram inferiores ao tratamento com a fonte solúvel e não diferiram da testemunha. Para o Cambissolo, somente os tratamentos com pós de sienito e de granito foram inferiores ao adubo solúvel, considerando a extração pela resina e unicamente após o primeiro cultivo. Resultado semelhante foi obtido por Ferreira et al. (2009) cultivando feijão em um Cambissolo Húmico a campo, verificaram também maiores teores de potássio nos tratamentos onde foi aplicado o adubo solúvel em relação à fonte granito, atribuindo este efeito à maior disponibilidade do elemento no adubo solúvel. Também Silverol e Machado Filho (2007) evidenciaram maior teor de potássio quando se utilizaram fontes solúveis no cultivo de milho, em Latossolo Vermelho-Amarelo, em casa de vegetação, com melhor desempenho em comparação com os tratamentos com pó de rocha de granito e piroxenito.

As fontes naturais não diferiram do tratamento testemunha, sem aplicação de potássio, quanto ao teor de K no solo após o primeiro cultivo, o que evidencia a baixa velocidade de liberação desse nutriente a partir dos pós de rocha. Entretanto, Erhart (2009) constatou em experimento a campo com videira Cabernet Sauvignon, em Neossolo Litólico Húmico, que a fonte granito resultou em teores superiores de

Tabela 3 - Teores de K trocável extraídos por solução Mehlich-1 e resina trocadora de íons em dois solos após cultivo sucessivo de plantas, com aplicação de potássio na forma de pós de rochas, comparativamente à adubação KCl e solo não adubado.

Tratamentos	Feijão		Trigo		Trigo mourisco	
	mg/kg					
Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico latossólico						
	Mehlich-1	Resina	Mehlich-1	Resina	Mehlich-1	Resina
KCl	100 a	58,0 a	58 a	17,3 a	25 ab	12,9 a*
Olivina melilitito	73 ab	30,7 b	64 a	18,3 a	42 a	21,3 a
Granito	59 b	29,7 b	51 a	15,5 a	24 ab	11,8 a
Sienito	43 b	25,0 b	45 a	19,0 a	32 ab	12,8 a
Testemunha	60 b	33,8 ab	52 a	18,8 a	20 b	16,5 a
Cambissolo Húmico Alumínico léptico						
	Mehlich-1	Resina	Mehlich-1	Resina	Mehlich-1	Resina
KCl	173 a	52,3 a	155 a	26,3 a	45 ab	9,0 a
Olivina melilitito	164 a	34,3 ab	119 a	16,5 a	59 a	10,0 a
Granito	142 ab	24,0 b	131 a	18,0 a	28 b	3,5 a
Sienito	114 b	24,7 b	93 a	17,3 a	40 ab	3,0 a
Testemunha	162 a	38,0 ab	144 a	20,5 a	52 a	10,3 a

*Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

potássio, comparativamente ao encontrado antes da implantação do experimento.

O comportamento intermediário do olivina melilitito em relação ao teor de potássio após o primeiro cultivo foi semelhante à testemunha e ao tratamento com KCl (exceto na extração pela resina no Argissolo). O potencial de liberação de potássio a partir do olivina melilitito está ligado à presença de minerais facilmente intemperizáveis em sua composição. Também se deve considerar a granulometria dos pós de rocha empregados, o que não mostrou variações evidentes entre as fontes (Tabela 2). Materiais mais finos são mais reativos (RESENDE et al., 2006a), entretanto, podem apresentar limitações operacionais para distribuição nas lavouras.

A maior liberação de potássio pelo olivina melilitito é altamente desejável para culturas anuais, que têm ciclo curto e necessitam rápida absorção de nutrientes para seu desenvolvimento.

Resende et al. (2006a) testaram as rochas moídas biotita xisto, brecha alcalina e ultramáfica alcalina, no cultivo de milho, soja e milheto em casa de vegetação em Latossolos Vermelho-Amarelos distróficos, evidenciando a pronta liberação de parte do K das rochas logo no primeiro cultivo. Barbosa Filho et al. (2006) observaram maior teor de K liberado pelo olivina melilitito em relação as demais fontes naturais, quando avaliaram pós de rochas silicatadas como fontes de potássio incubados durante 180 dias, em dois Latossolos com variação quanto à textura. Os autores mencionam que a liberação máxima de K trocável ocorreu até os 90 dias de incubação. Resultado diferente foi obtido por Bolland e Baker (2000), que não observaram liberação de K do pó de granito, conteúdo biotita, em solos arenosos do sudoeste da Austrália, em vários experimentos de campo e em casa de vegetação. Escosteguy e Klamt (1998) verificaram aumento,

porém não suficiente do teor de K no solo após incubação por um período de 300 dias de doses de 0 a 100 t ha⁻¹ de pó de basalto em um Latossolo Vermelho e um Podzólico Vermelho-Amarelo. Ribeiro et al. (2010) observaram aumentos lineares nos teores de K no solo após incubação de um Latossolo Amarelo Distrófico com pós das rochas ultramáfica alcalina e brecha.

Embora não tenha sido feita análise estatística considerando o fator época, os teores de potássio diminuíram ao longo dos cultivos nos dois solos evidenciando a contribuição da absorção deste elemento pelas plantas especialmente pelo feijoeiro, sendo o potássio o nutriente mais absorvido pela cultura depois do nitrogênio (VIEIRA e VIEIRA, 2005). A maior absorção também pode estar relacionada com a restrição do volume de solo utilizado nos baldes.

Após o cultivo do trigo não se observou diferença dos teores de potássio entre os tratamentos com adubação e a testemunha, evidenciando a absorção pelas plantas nos dois primeiros cultivos, reduzindo a disponibilidade deste nutriente no solo. Após o cultivo do trigo mourisco no Argissolo as fontes de potássio não diferiram. Somente o olivina melilitito apresentou

maior teor de K que a testemunha na extração por Mehlich-1 no Argissolo, sugerindo maior efeito residual.

O Cambissolo Húmico apresentou maior teor de potássio trocável principalmente no primeiro cultivo, com teores alto a suficiente; e no segundo cultivo, suficiente a médio (Tabela 3) (CQFS – RS/SC, 2004), evidenciando também teor mais elevado no tratamento testemunha do que no perfil de referência (ALMEIDA et al., 2005), o que sugere que o solo utilizado no experimento tenha sido previamente adubado.

Os valores de pH do Argissolo Vermelho-Amarelo e do Cambissolo Húmico evidenciam o efeito da calagem nos tratamentos elevando o pH dos solos em relação aos valores originais. Mas, este efeito foi percebido apenas a partir do segundo cultivo (Tabela 4), provavelmente em função do pouco tempo de reação do corretivo durante o primeiro cultivo. Esse aumento no pH pode ter afetado a disponibilidade de potássio, em decorrência de alterações provocadas no poder tampão do potássio, pela modificação no número de cargas elétricas. Segundo Ernani (2008), a elevação do pH pela calagem altera o equilíbrio entre as formas disponíveis de K,

Tabela 4 - Valores de pH em água dos solos cultivadas com três fontes de rochas, KCl e testemunha em Argissolo Vermelho Amarelo e Cambissolo Húmico.

Tratamentos	Feijão	Trigo	Trigo mourisco
Argissolo Vermelho Amarelo distrófico latossólico			
KCl	4,7 b	5,4 a	5,6 a*
Olivina melilitito	4,9 a	5,4 a	5,6 a
Granito	4,7 b	5,0 a	5,3 a
Sienito	4,7 b	5,2 a	5,6 a
Testemunha	4,9 a	5,3 a	5,5 a
Cambissolo Húmico alumínico léptico			
KCl	6,3 b	6,9 a	7,1 a
Olivina melilitito	6,4 ab	7,0 a	7,3 a
Granito	6,4 ab	7,0 a	7,2 a
Sienito	6,3 b	6,9 a	7,1 a
Testemunha	6,5 a	7,1 a	7,2 a

*Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem pelo teste Tukey (p<0,05).

pelo aumento do número de cargas negativas. A redução nos teores de potássio de solo no segundo e terceiro cultivos (Tabela 3), indica que a disponibilidade de potássio às plantas sofreu influência da elevação do pH. A adsorção do K presente nas frações mais finas e mais reativas do pó das rochas no primeiro cultivo também pode ter influenciado a diminuição da disponibilidade de K, já que não houve adição do elemento nos cultivos subsequentes.

Os teores de potássio no tecido das plantas cultivadas no Argissolo Vermelho Amarelo foram superiores no tratamento com KCl em relação aos tratamentos granito e sienito, nos três cultivos, e estas últimas fontes, apresentaram níveis abaixo do adequado no tecido vegetal do trigo (Tabela 5) (CQFS – RS/SC, 2004). O tratamento KCl foi superior em função da disponibilização rápida que o adubo solúvel apresenta. O olivina melilitito não diferiu do KCl e da testemunha, evidenciando o mesmo efeito observado em relação aos teores de K no solo (Tabela 3). Moreira et al. (2010) trabalhando com fontes naturais de nutrientes para o capim Massai, observaram aumento do teor de K no tecido da forrageira pela aplicação de biotita xisto.

No Cambissolo Húmico não houve diferença entre as fontes de potássio em relação aos teores deste elemento no tecido das plantas, especialmente no primeiro e segundo cultivos. Já no cultivo com trigo mourisco, a planta absorveu maiores quantidade de potássio no tratamento KCl, e o tratamento com granito, teve a menor absorção, pois essa rocha apresenta em sua composição feldspatos potássicos, que são mais lentamente intemperizados.

Em termos de produção de massa de matéria seca da parte aérea (MSPA), não houve diferença entre as fontes de K nos dois solos avaliados, à exceção do trigo no Argissolo (Tabela 6), onde ocorreu maior massa de matéria seca no tratamento KCl em relação ao granito. Apesar da equivalência na produção de MSPA (Tabela 6), ocorreram diferenças nos dois solos quanto ao teor de K no tecido vegetal. Tal fenômeno indica que as plantas podem acumular potássio mesmo quando este não é limitante, constituindo em

consumo de luxo, o que, porém não reflete em maior produção de MSPA.

A produção de massa foi mais baixa no granito, podendo ser atribuída a menor capacidade de fornecimento do nutriente para o solo (Tabela 3), ocasionado pela baixa solubilidade do pó de rocha. Resultado semelhante foi obtido por Silverol e Machado Filho (2007), quando utilizaram como fonte de potássio um granito e um piroxenito no cultivo de milho, em um Latossolo Vermelho-Amarelo em casa de vegetação, acarretando também menor massa de matéria seca em comparação ao adubo solúvel e piroxenito.

Embora o trigo mourisco tenha sido a última planta cultivada, o desenvolvimento da parte aérea não diferiu entre os tratamentos. Esta planta apresenta como característica tolerância à acidez e alta capacidade de utilização de nutrientes (SILVA et al., 2002), sendo alternativa para cultivos em solos pobres em nutrientes.

Considerando os resultados obtidos, o granito e sienito são fontes que possivelmente necessitam de um tempo maior de intemperismo para liberar o potássio. Já o olivina melilitito representa uma fonte potencial de liberação mais rápida. Apesar da velocidade de disponibilização de nutrientes ser baixa, provavelmente esses materiais contêm potássio não trocável que pode eventualmente ser absorvido pelas plantas. Segundo Curi et al. (2005), existe uma correlação entre o K trocável e o K absorvido pelas plantas em cultivos sucessivos para algumas culturas como milho e o azevém. Já a soja, apresenta grande capacidade de utilização das reservas não trocáveis de K, entretanto, essa capacidade varia entre as cultivares e diminui com a adubação potássica.

Nesse sentido, o efeito benéfico da rochagem amplia e agrega o potencial do uso de rochas em função da gama de nutrientes que possuem. Outras avaliações deverão ser realizadas nas mais variadas condições de sistemas de plantio, como no plantio direto, na integração lavoura-pecuária, na fruticultura, na silvicultura e contemplando a produção convencional e orgânica (RESENDE et al., 2006a).

Tabela 5 - Teores de K no tecido vegetal em plantas cultivadas em dois solos após cultivo sucessivo de plantas, com aplicação de potássio na forma de pós de rochas, KCl e solo não adubado.

Tratamentos	Feijão	Trigo	Trigo mourisco
----- g/kg -----			
Argissolo Vermelho Amarelo distrófico latossólico			
KCl	41 a	20 a	42 a*
Olivina melilitito	34 abc	18 abc	38 a
Granito	29 bc	13 c	27 b
Sienito	28 c	14 bc	25 b
Testemunha	39 ab	18 abc	32 ab
Cambissolo Húmico alumínico léptico			
KCl	31 b	48 a	41 a
Olivina melilitito	31 b	44 a	36 ab
Granito	35 ab	40 a	30 b
Sienito	35 ab	36 a	32 ab
Testemunha	41 a	45 a	31 ab

*Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Tabela 6 - Produção de matéria seca da parte aérea das plantas cultivadas com três fontes de rochas, KCl e testemunha em Argissolo Vermelho Amarelo e Cambissolo Húmico.

Tratamentos	Feijão	Trigo	Trigo mourisco
----- g/vaso -----			
Argissolo Vermelho Amarelo distrófico latossólico			
KCl	10,5 a	23,6 a	3,4 a*
Olivina melilitito	10,7 a	18,5 ab	4,5 a
Granito	12,0 a	16,3 b	5,0 a
Sienito	12,1 a	16,9 ab	4,7 a
Testemunha	9,4 a	18,9 ab	3,1 a
Cambissolo Húmico alumínico léptico			
KCl	11,0 a	14,4 a	6,7 a
Olivina melilitito	10,9 a	12,4 a	7,5 a
Granito	10,5 a	11,2 a	7,2 a
Sienito	11,5 a	13,0 a	5,3 a
Testemunha	4,1 b	11,4 a	6,0 a

*Médias não seguidas pela mesma letra na coluna diferem pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

CONCLUSÕES

O pó de rocha de olivina melilitito é equivalente ao KCl em relação à disponibilização de potássio no solo (exceto na extração pela resina no Argissolo após o cultivo de feijão), produção de MSPA e teor de K no tecido vegetal nos três cultivos e nos dois solos testados em condições de casa de vegetação, representando uma fonte potencial deste nutriente.

Os pós de rocha de granito e sienito não mostraram resposta quanto às variáveis testadas, evidenciando serem materiais de disponibilização mais lenta de potássio às plantas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J.A. et al. Propriedades químicas de um Cambissolo Húmico sob preparo convencional e semeadura direta após seis anos de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, p.437-445, 2005.
- ALMEIDA, J.A. et al. Recomendação alternativa de calcário para solos altamente tamponados do extremo sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.29, p.651-656, 1999.
- BARBOSA FILHO, M.P. et al. Aplicação de rochas silicáticas como fontes alternativas de potássio para a cultura do arroz em terras altas. **Espaço e Geografia**, Brasília, v.9, p.63-84, 2006.
- BERTOL, I. et al. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, p.155-163, 2004.
- BOLLAND, M.D.A.; BAKER, M.J. Powdered granite is not an effective fertilizer for clover and wheat in sandy soils from Western Australia. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v.56, p.59-68, 2000.
- BRASIL. Ministério da Fazenda. **Panorama do mercado de fertilizantes** – Maio/2011. Brasília, Secretaria de Acompanhamento Econômico, 2011. 34p. Disponível em: www.seae.fazenda.gov.br/central_documentos/panoramas-setoriais Acesso em: 02 mar. de 2012
- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: SBCS/NRS, 2004. 400p.
- CURI, N. et al. Mineralogia e formas de potássio em solos brasileiros. In: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (eds.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Potafos, 2005. p.71-91.
- DNPM. Departamento Nacional da Produção Mineral. **Mapa geológico do estado de Santa Catarina, escala 1:500.000**. Florianópolis, Coordenação de Recursos Minerais da Secretaria de Ciência e Tecnologia, Minas e Energia. 1987. 216p.
- ERHART, J. **Nutrição de videira (Cabernet sauvignon) a partir da utilização de basalto moído**. 2009, Lages. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade do Estado de Santa Catarina. 2009.
- ERNANI, P.R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. Lages, O Autor, 2008. 230p.
- ESCOSTEGUY, P.A.; KLAMT, E. Basalto moído como fonte de nutrientes. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, p.11-20, 1998.
- FERREIRA, E.R.N.C. et al. Pó de basalto, desenvolvimento e nutrição do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) e propriedades químicas de um Cambissolo Húmico. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.8, p.111-121, 2009.
- GILLMAN, G.P. et al. Amending highly weathered soils with finely ground basalt rock. **Applied Geochemistry**, Oxford, v.17, p.987-1001, 2002.
- MARTINS, E.S. et al. Agrominerais – Rochas silicáticas como fontes minerais alternativas de potássio para a agricultura. In: LUZ, A.B.; LINS, F. (eds.), **Rochas e minerais industriais: Usos e especificações**. Rio de Janeiro, CETEM, p.205-221, 2008.
- MARTINS, E.S.; THEODORO, S.H. (eds.) Anais do I Congresso Brasileiro de Rochagem. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. 322p.
- MOREIRA, A. et al. Production, nutritional status and chemical properties of soils with addition of cattle manure, reactive natural phosphate and biotite schist in Massai cultivar. **Revista**

- Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.39, p.1883-1888, 2010.
- NASCIMENTO, M.; LOUREIRO, F.E.L. **Fertilizantes e sustentabilidade: o potássio na agricultura brasileira, fontes e rotas alternativas**. Rio de Janeiro, CETEM/MCT, 2004. Série de estudos e Documentos, 61.
- PAES SOBRINHO, J.B. et al. Mineralogia, propriedades químicas e classificação de solos das Serras do Leste Catarinense. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.8, p.9-24, 2009.
- RESENDE, A.V. et al. Suprimento de potássio e pesquisa de uso de rocha “in natura” na agricultura brasileira. **Espaço e Geografia**, Brasília, v.9, p.19-42, 2006a.
- RESENDE, A.V. et al. Rochas como fontes de potássio e outros nutrientes para culturas anuais. **Espaço e Geografia**, Brasília, v.9, p.135-161, 2006b.
- RIBEIRO, L. S. et al. Rochas silicáticas portadoras de potássio como fontes do nutriente para as plantas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.34, p.891-897, 2010.
- SILVA, D.B. et al. **Avaliação de genótipos de trigo mourisco na região de cerrado**. Brasília: Embrapa Recursos genéticos e Biotecnologia, 2002, 20p. Boletim de pesquisa, n.21.
- SILVEROL, A.C; MACHADO FILHO, L. Utilização de pó de granito e manto de alterações de piroxenito para fertilização de solos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v.2, p.703-707, 2007.
- TEDESCO, M.J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p. Boletim técnico, 5.
- VAN STRAATEN, P. Farming with rocks and minerals: challenges and opportunities. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.78, p.731-747, 2006.
- VAN STRAATEN, P. **Agrogeology: the use of rocks for crops**. Ontario,2 Cambridge, 2007. 440p.
- VIEIRA, C; VIEIRA, R.F. O potássio na cultura do feijão. In: SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 2., 2005, São Pedro. **Anais ...** Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato, 2005. p.591-607.