

POTENCIAL DE ROCHAS SILICÁTICAS POTÁSSICAS NO FORNECIMENTO DE MACRONUTRIENTES PARA SOJA (1)

SILVA, D.J. (2); FARIA, C.M.B. (2); MENDES, A.M.S. (2); MORAIS, A.T. (3)

1. Trabalho realizado com recursos da FINEP.
2. Pesquisador, Embrapa Semi-Árido, Petrolina-PE, e-mail: davi@cpatsa.embrapa.br;
3. Bolsista DTI-CNPq.

RESUMO: Com o objetivo de avaliar o potencial de suprimento de macronutrientes para soja resultante da aplicação de duas rochas silicáticas como fonte de potássio, quando comparadas com o fertilizante comercial (KCl), foram instalados dois experimentos em casa de vegetação na Embrapa Semi-Árido, em Petrolina-PE. Avaliaram-se duas rochas silicáticas (Biotita-Xisto e Brecha Piroclástica), três doses de K₂O (50, 100 e 150 mg/dm³) e quatro tratamentos adicionais (testemunha absoluta, testemunha mais demais nutrientes, 50 mg/dm³ de K₂O nas formas de Biotita-Xisto e de Brecha Piroclástica). Foram escolhidos dois solos que apresentavam baixo teor de potássio disponível ou baixa saturação de potássio, sendo um Argissolo Acinzentado e um Vertissolo. Cada ensaio constituiu-se de um fatorial (3 x 3) + 4, disposto no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. As unidades experimentais consistiram de vasos plásticos com 3 dm³ de solo. No Argissolo Acinzentado, o KCl proporcionou maior conteúdo de K às plantas de soja. No Vertissolo as rochas silicáticas foram mais eficientes que o Cloreto de Potássio quanto ao conteúdo de K nas plantas. A Brecha Piroclástica foi capaz de proporcionar maior conteúdo de N no Argissolo e maior conteúdo de K, Ca, Mg e S às plantas de soja cultivadas no Vertissolo, quando não houve adubação de nivelamento com macro e micronutrientes.

PALAVRAS-CHAVE: *Glycine max*, potássio, fertilizantes.

INTRODUÇÃO: A cobertura pedológica brasileira é constituída, na sua maior parte, por solos ácidos e pobres em nutrientes. Para torná-los produtivos, grandes quantidades de corretivos e fertilizantes têm que ser aplicadas.

Dentre os nutrientes, o potássio (K) é o segundo mais utilizado no Brasil correspondendo à cerca de 30% do mercado; a participação dos fosfatos alcança quase 50%, enquanto a dos nitrogenados supera em pouco mais de 20%. Cerca de 90% do K utilizado na agropecuária brasileira é importado, na forma de KCl, principalmente do Canadá e da Rússia, com custos totais da ordem de US\$ FOB 600.000,00 anuais, com tendência de crescimento diretamente relacionada com o aumento da produção agropecuária.

No comércio e também nas estatísticas de produção e consumo, o teor de fertilizantes potássicos é usualmente expresso pelo percentual de óxido de potássio contido (K₂O) embora este não seja um produto natural. Do potássio utilizado para fins agrícolas, 90% está representado por cloreto de potássio e o restante por sulfato de potássio (K₂SO₄), sulfato duplo de potássio e magnésio (K₂SO₄MgSO₄), nitrato de potássio (KNO₃) e salitre potássico (KNO₃NaNO₃).

Os minerais mais comuns relacionados como fontes de K estrutural são as micas e os feldspatos, com a seguinte seqüência, em ordem decrescente de facilidade de liberação de K: biotita, ortoclásio, microclínio e muscovita (SONG & HUANG, 1988). A caulinita, mesmo sendo um mineral secundário, também contribui, de forma expressiva, nos teores de K total do solo.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o potencial de suprimento de macronutrientes para soja, cultivada em casa-de-vegetação, resultante da aplicação de duas rochas silicáticas como fonte de potássio, quando comparadas com o fertilizante comercial (KCl).

MATERIAL E MÉTODOS: O trabalho foi realizado em casa-de-vegetação da Embrapa Semi-Árido, em Petrolina-PE. Foram avaliadas duas rochas silicáticas (Biotita-Xisto e Brecha Piroclástica) e o Cloreto de Potássio comercial, três doses de K₂O (50, 100 e 150 mg/dm³) e quatro tratamentos adicionais (testemunha absoluta, testemunha mais demais nutrientes, 50 mg/dm³ de K₂O nas formas de Biotita-Xisto e de Brecha Piroclástica). As informações sobre as rochas são apresentadas na Tabela 1.

Foram escolhidos dois solos representativos da região, que apresentavam baixo teor de potássio disponível ou baixa saturação de potássio, sendo um Argissolo Acinzentado, de textura arenosa/média, procedente do Projeto de Irrigação Senador Nilo Coelho, em Petrolina-PE e um Vertissolo, de textura argilosa, procedente do Campo Experimental de Mandacaru, em Juazeiro-BA. Os mesmos foram coletados na camada de 0-20 cm e sua caracterização física e química pode ser observada na Tabela 2. Cada ensaio constituiu um fatorial (3 x 3) + 4, disposto no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. As unidades experimentais consistiram de vasos plásticos com 3 dm³ de solo.

Foram aplicadas e incorporadas aos solos de cada vaso, as rochas objeto do estudo, o cloreto de potássio, assim como o corretivo de acidez (apenas no Argissolo), deixando-os em incubação por um período de 30 dias, com a umidade em torno de 80% da capacidade de campo. Todos as unidades experimentais, com exceção dos tratamentos testemunha absoluta e adicionais com as duas rochas teste, receberam uma adubação básica e uniforme com macro (P, Mg e S) e micronutrientes (B, Cu, Fe, Mn, Zn e Mo), definida em função dos resultados da análise de solo. A adubação nitrogenada não foi necessária, pois as sementes de soja foram inoculadas com *Bradyrhizobium*.

Tabela 1. Características mineralógicas, químicas e granulométricas das rochas silicáticas

| Rocha | Brecha piroclástica | Biotita-xisto |
|--|---------------------------------|---------------------------|
| Origem | Rio Verde, GO | Itabira, MG |
| Mineralogia | Flogopita, carbonatos, zeólita, | Biotita, clorita, quartzo |
| | feldspato K | |
| Composição Química (%) | | |
| SiO ₂ | 39,1 | 61,1 |
| TiO ₂ | 4,4 | 0,8 |
| Al ₂ O ₃ | 12,6 | 13,6 |
| Fe ₂ O ₃ | 12,8 | 8,9 |
| MgO | 7,5 | 9,1 |
| CaO | 12,0 | 2,6 |
| Na ₂ O | 0,1 | 0,8 |
| K ₂ O | 5,0 | 3,7 |
| P ₂ O ₅ | 0,9 | 0,3 |
| Relação entre o K extraível por acetato de amônio e o total, em % relativa | | |
| Extraível | 1,76 | 0,18 |
| Total | 5,01 | 3,66 |
| % Relativa | 35,16 | 5,00 |
| Caracterização Granulométrica (%) | | |
| > 2mm | 0,0 | 3,9 |
| 2,00-0,84 | 33,3 | 18,6 |
| 0,84-0,30 | 29,0 | 38,0 |
| 0,30-0,075 | 25,8 | 31,0 |
| < 0,075 | 11,4 | 8,3 |

A avaliação da eficiência das rochas potássicas na disponibilização de K foi realizada com plantas de soja, provenientes de sementes inoculadas da variedade Tracajá, mantendo-se quatro plantas por vaso após o desbaste. Aos 32 dias após o plantio no Argissolo e aos 39 dias no Vertissolo, as plantas foram colhidas, lavadas e acondicionadas em sacos de papel.

Em seguida foram colocadas em estufa a 65-70o C até atingir peso constante. As amostras foram posteriormente trituradas em moinho tipo Willey, peneira de 40 mesh, para obtenção do material a ser utilizado nas análises químicas. O N foi obtido por digestão sulfúrica e posterior destilação; parte das amostras foi mineralizada por digestão nítrico-perclórica para posterior determinação dos teores de Ca e Mg, por espectrometria de absorção atômica, P, por colorimetria, K, por espectrometria de emissão de chama e S, por turbidimetria (Malavolta et al., 1997). Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste Duncan a 5 % de probabilidade.

Tabela 2. Caracterização química e física de amostras dos solos utilizados nos ensaios de casa-de-vegetação, coletadas na camada de 0-20 cm.

| Características | Argissolo | Vertissolo |
|------------------------------------|------------------|-------------------|
| M.O. (g kg-1) | 3,93 | 12,31 |
| pH H2O - 1:2,5 | 4,6 | 8,1 |
| C.E. (dS m-1) | 0,06 | 0,85 |
| P (mg dm-3) | 2 | 1 |
| K (mmolc dm-3) | 0,7 | 1,5 |
| Ca (mmolc dm-3) | 5,0 | 274,0 |
| Mg (mmolc dm-3) | 1,0 | 27,0 |
| Na (mmolc dm-3) | 0,1 | 2,7 |
| Al (mmolc dm-3) | 4,5 | 0,0 |
| CTC (mmolc dm-3) | 28,2 | 305,2 |
| V (%) | 24 | 100 |
| Areia (g kg-1) | 920 | 360 |
| Silte(g kg-1) | 20 | 230 |
| Argila (g kg-1) | 60 | 410 |
| Densidade do solo (kg dm-3) | 1,65 | 1,19 |
| Água retida a -0,03 MPa (cm3 cm-3) | 0,027 | 0,208 |
| Água retida a -1,5 MPa (cm3 cm-3) | 0,016 | 0,176 |

RESULTADOS E DISCUSSÃO: No Argissolo Acinzentado, o conteúdo de potássio nas plantas de soja refletiu o efeito dos tratamentos (Tabela 3). O maior conteúdo de K foi obtido no tratamento 9, que recebeu 150 mg dm-3 de K₂O como Cloreto de Potássio, indicando que as demais doses e fontes de K não foram capazes de suprir a demanda deste nutriente para a soja, uma vez que este foi o único tratamento que as plantas apresentaram teores de K considerados adequados para a soja. O tratamento 13 proporcionou maior conteúdo de N que os tratamentos 10 e 12, indicando que a Brecha Piroclástica tem maior capacidade de suprir N que a Biotita-Xisto, entretanto, em todos os tratamentos as plantas apresentaram teores de N abaixo da faixa considerada adequada para a soja. O conteúdo de Mg dos tratamentos 1 a 6 foi maior que dos demais tratamentos uma vez que o teor desse nutriente no solo era muito baixo (1,0 mmolc dm-3), estas plantas receberam adubação completa e não houve competição do Mg com o K disponível do Cloreto de Potássio, como nos tratamentos 7, 8 e 9. Já nos tratamentos 7 a 13, os teores de Mg foram considerados insuficientes para a cultura. A testemunha absoluta apresentou alto conteúdo de nutrientes, denotando “efeito de concentração”, pois a produção de matéria seca foi muito baixa. Todos os tratamentos apresentaram deficiência de P.

Para o Vertissolo (Tabela 4), a Biotita-Xisto mostrou ser a melhor fonte de K nos tratamentos completos (1 a 9). Contudo, quando se compara os tratamentos 10, 12 e 13 a Brecha Piroclástica proporcionou maior conteúdo de K às plantas de soja. Este mesmo comportamento foi observado para os nutrientes Ca, Mg e S com relação aos tratamentos 10, 12 e 13. As doses de Cloreto de Potássio empregadas neste ensaio não foram suficientes para disponibilizar K para as

plantas, uma vez que durante o processo de incubação e cultivo os minerais de argila do Vertissolo imobilizam os íons de potássio que estão na solução do solo. A testemunha absoluta também apresentou alto conteúdo de nutrientes neste ensaio, denotando “efeito de concentração”, pois a produção de matéria seca foi muito baixa. Todos os tratamentos apresentaram teores deficientes de N, P, K e S.

Tabela 3. Conteúdo de macronutrientes na parte aérea da soja cultivada em um Argissolo Acinzentado

| Tratamento | Dose de K ₂ O(mg dm ⁻³) | Fonte | N | P | K | Ca | Mg | S |
|------------|--|---------------------|---------------------|--------|---------|-----------|--------|-------|
| | | | ----- mg/vaso ----- | | | | | |
| 1 | 50 | Biotita-Xisto | 89,60bcd | 34,92a | 21,53d | 61,08abc | 10,28a | 6,38a |
| 2 | 100 | Biotita-Xisto | 84,04cd | 36,82a | 21,76d | 47,95dc | 9,74a | 6,80a |
| 3 | 150 | Biotita-Xisto | 93,76abc | 39,21a | 20,85d | 58,08abcd | 9,68a | 6,65a |
| 4 | 50 | Brecha Piroclástica | 91,21abcd | 39,23a | 20,22d | 64,97ab | 9,60a | 7,11a |
| 5 | 100 | Brecha Piroclástica | 103,38abc | 39,68a | 21,01d | 64,58ab | 10,09a | 6,96a |
| 6 | 150 | Brecha Piroclástica | 90,87abcd | 36,95a | 22,09d | 60,93abc | 9,89a | 7,97a |
| 7 | 50 | Cloreto de Potássio | 105,78a | 40,66a | 38,96b | 68,54a | 7,87b | 7,11a |
| 8 | 100 | Cloreto de Potássio | 88,87bcd | 30,67a | 31,69bc | 49,48cde | 5,74c | 5,56a |
| 9 | 150 | Cloreto de Potássio | 83,30cd | 39,49a | 74,83a | 55,91bcd | 7,78b | 6,86a |
| 10 | 01 | Testemunha | 52,43e | 9,19b | 15,27d | 33,68f | 4,21c | 2,40b |
| 11 | 0 | Testemunha | 101,77ab | 34,74a | 39,59b | 57,44abcd | 9,58a | 6,62a |
| 12 | 501 | Biotita-Xisto | 63,28e | 2,13cd | 23,64cd | 36,57f | 4,53c | 2,31b |
| 13 | 501 | Brecha Piroclástica | 77,48d | 2,34d | 19,56d | 39,65ef | 5,56c | 2,39b |

1 Estes tratamentos não receberam adubação de nivelamento com macro e micronutrientes.

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Duncan (p<0,05)

Tabela 4. Conteúdo de macronutrientes na parte aérea da soja cultivada em um Vertissolo

| Tratamento | Dose de K ₂ O(mg dm ⁻³) | Fonte | N | P | K | Ca | Mg | S |
|------------|--|---------------------|---------------------|-------|---------|--------|---------|---------|
| | | | ----- mg/vaso ----- | | | | | |
| 1 | 50 | Biotita-Xisto | 43,75bcd | 2,71a | 42,90ab | 62,50a | 12,62ab | 3,84ab |
| 2 | 100 | Biotita-Xisto | 46,44ab | 2,70a | 46,43ab | 61,92a | 12,64ab | 3,38ab |
| 3 | 150 | Biotita-Xisto | 47,19ab | 2,88a | 48,45a | 65,11a | 12,63ab | 4,32a |
| 4 | 50 | Brecha Piroclástica | 47,44ab | 2,63a | 47,97a | 61,20a | 11,89b | 3,80ab |
| 5 | 100 | Brecha Piroclástica | 51,16a | 2,84a | 30,62cd | 42,92b | 12,33ab | 3,21bc |
| 6 | 150 | Brecha Piroclástica | 51,43a | 2,61a | 28,38d | 39,27b | 14,16a | 3,54ab |
| 7 | 50 | Cloreto de Potássio | 44,93abc | 2,81a | 30,78cd | 46,04b | 13,90ab | 3,66ab |
| 8 | 100 | Cloreto de Potássio | 46,24ab | 2,70a | 33,53cd | 62,80a | 13,43ab | 4,33a |
| 9 | 150 | Cloreto de Potássio | 44,06bc | 2,73a | 38,83bc | 66,97a | 12,61ab | 3,71ab |
| 10 | 01 | Testemunha | 37,15d | 1,50b | 17,59e | 45,05b | 8,62c | 2,19d |
| 11 | 0 | Testemunha | 45,86abc | 2,67a | 28,03d | 68,53a | 11,95b | 3,07bcd |
| 12 | 501 | Biotita-Xisto | 39,23cd | 1,60b | 18,61e | 49,25b | 8,09c | 2,32cd |
| 13 | 501 | Brecha Piroclástica | 43,75bcd | 2,71a | 42,90ab | 62,50a | 12,62ab | 3,84ab |

1 Estes tratamentos não receberam adubação de nivelamento com macro e micronutrientes.

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Duncan ($p < 0,05$).

CONCLUSÕES: No Argissolo Acinzentado o Cloreto de Potássio proporcionou maior conteúdo de K às plantas de soja. No Vertissolo as rochas silicáticas foram mais eficientes que o Cloreto de Potássio quanto ao conteúdo de K nas plantas. A Brecha Piroclástica foi capaz de proporcionar maior conteúdo de N no Argissolo e maior conteúdo de K, Ca, Mg e S às plantas de soja cultivadas no Vertissolo, quando não houve adubação de nivelamento com macro e micronutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. 2.ed. **Avaliação do estado nutricional de plantas:** princípios e aplicação. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p. il.

SONG, S. K.; HUANG, P. M. Dynamics of potassium release from potassium-bearing minerals as influenced by oxalic and citric acids. **Soil Science Society of America Journal**, v.52, p.383-390, 1988.