



## **BIOSSOLUBILIZAÇÃO DO FONOLITO POR BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS NO CULTIVO DO FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.)**

**Rafael FERREIRA<sup>1</sup>, Cássia C. B. MIRANDA<sup>2</sup>; Aline C. MESQUITA<sup>1</sup>; Ligiane A. FLORENTINO<sup>3</sup>, Hudson C. BIANCHINI<sup>3</sup>**

### **RESUMO**

O objetivo do trabalho foi avaliar a biossolubilização de potássio do pó de rocha fonolito por bactérias diazotróficas quando inoculadas na cultura do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.). Foi observado que a inoculação com as estirpes UNIFENAS 100-01 e UNIFENAS 100-94 promovem a solubilização do potássio do pó de rocha fonolito, necessitando-se menores doses para o desenvolvimento do feijoeiro.

### **INTRODUÇÃO**

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) representa uma importante fonte de proteína nos países em desenvolvimento. No Brasil, os principais produtores são os estados do Paraná, Minas Gerais, Goiás, São Paulo e Bahia (SILVA; WANDER, 2013).. No entanto, observa-se o cultivo em todas as regiões do país, porém, com menor produtividade, devido, principalmente à baixa fertilidade do solo e condições edafoclimáticas (SILVA; WANDER, 2013).

Em relação à fertilidade do solo, o potássio (K) constitui-se no segundo elemento mais extraído pela cultura (AMARAL et al., 1980) e, a deficiência deste pode limitar a produtividade do feijoeiro (ROSOLEM, 1996). O K participa como ativador enzimático de diversas reações bioquímicas que ocorrem na planta, do

<sup>1</sup> Graduandos em Agronomia pela Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS – Campus Alfenas. Alfenas/MG – Email: [rafaelferreira440@hotmail.com](mailto:rafaelferreira440@hotmail.com) ; [alinecmesquita@hotmail.com](mailto:alinecmesquita@hotmail.com)

<sup>2</sup> Mestranda em Ciência Animal pela Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS – Campus Alfenas. Alfenas/MG – Email: [cassibakiao@hotmail.com](mailto:cassibakiao@hotmail.com)

<sup>3</sup> Docentes da Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS – Campus Alfenas. Alfenas/MG - Email: [ligiane.florentino@unifenas.br](mailto:ligiane.florentino@unifenas.br) ; [hudson.bianchini@unifenas.br](mailto:hudson.bianchini@unifenas.br)

metabolismo de carboidratos e dos mecanismos de abertura e fechamento dos estômatos (MALAVOLTA; CROCOMO, 1982).

Atualmente, os fertilizantes potássicos têm recebido grande atenção, principalmente porque o Brasil depende de importações que chegam a 90% do K utilizado na agricultura (DNPM, 2014). Buscando reduzir essa alta dependência do mercado externo, recentemente foi disponibilizada uma fonte alternativa de K produzida a partir da rocha de origem vulcânica denominada fonolito, tendo como nome comercial EKOSIL<sup>®</sup> (IBD, 2014). Este produto apresenta 8% de K<sub>2</sub>O solúvel, sendo que o restante de K está retido por ligações covalentes na rede cristalina do mineral, composta, principalmente por: microclina (KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>), ortoclásio (KAlSi<sub>3</sub>O<sub>8</sub>), andesina [(Na,Ca)(Si,Al)<sub>4</sub>O<sub>8</sub>] e nefelina [(Na, K) AlSiO<sub>4</sub>] (TEIXEIRA et al., 2012).

Estudos realizados com esse pó de rocha demonstram que é possível utilizá-lo em substituição do KCl, quando aplicado na mesma proporção para a cultura do café (MANCUSO et al., 2014). No entanto, apesar de toda a viabilidade do uso do fonolito, a sua concentração em K é cerca de sete vezes menor, quando comparado ao KCl, necessitando-se aplicar grande volume deste fertilizante, o que aumenta os custos de produção.

Pesquisas desenvolvidas em condições axênicas demonstraram o potencial de algumas estirpes bacterianas em solubilizar K do pó de rocha fonolito, aumentando em aproximadamente 12 vezes a concentração deste elemento no meio de cultura (FLORENTINO et al., 2015). A capacidade de solubilizar K está bem distribuída entre diferentes espécies microbianas (MEENA et al., 2014). Nesse sentido, a associação da utilização dessas bactérias reduziria a quantidade do produto a ser aplicado, sendo significativo do ponto de vista econômico. Dessa forma, o objetivo desse estudo foi analisar se a inoculação com diferentes estirpes bacterianas podem contribuir para a solubilização de K, visando reduzir a quantidade de pó de rocha que deve ser aplicada na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.).

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas três estirpes de bactérias diazotróficas pertencentes à coleção do Laboratório de Microbiologia Agrícola da Universidade José do Rosário Vellano - UNIFENAS (UNIFENAS 100-01; UNIFENAS 100-21 e UNIFENAS 100-94). Essas estirpes foram selecionadas por apresentarem alta capacidade em solubilizar o K a partir do pó de rocha fonolito (FLORENTINO et al., 2015). Para a inoculação nas sementes de feijão, as estirpes foram cultivadas em meio 79 (FRED; WAKSMAN, 1928) contendo azul de bromotimol e pH 6,8, até o aparecimento de colônias

isoladas. Após, as bactérias foram repicadas para o meio 79 líquido, onde permaneceram por três dias, até o desenvolvimento da fase log de crescimento (contendo aproximadamente  $10^9$  células  $\text{mL}^{-1}$ ).

O experimento foi conduzido em vasos com capacidade de  $10 \text{ dm}^3$  de solo no setor de Ciências Agrárias da UNIFENAS, no período de outubro a dezembro de 2014. Após a coleta, o solo foi colocado para secar ao ar, destorroado, passado em peneira de 4 mm de abertura e deste retirada uma amostra para caracterização química (EMBRAPA, 2011), apresentando os seguintes resultados: pH ( $\text{H}_2\text{O}$ ) = 5,5;  $\text{P} = 2 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{K}^+ = 36 \text{ mg dm}^{-3}$ ;  $\text{Ca}^{2+} = 0,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Mg}^{2+} = 0,2 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{Al}^{3+} = 0,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ;  $\text{H+Al} = 2,1 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; soma de bases (SB) =  $0,7 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; CTC potencial =  $2,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ; saturação por bases (V%) = 25,0; saturação por alumínio (m%) = 13 e matéria orgânica (M.O.) =  $4 \text{ g kg}^{-1}$ .

A calagem foi realizada com calcário dolomítico de acordo com o método da elevação da saturação de bases para 60%. O solo foi umedecido e incubado e após 30 dias, tempo suficiente para a reação do calcário, foi realizada a adubação de plantio com fósforo e potássio para o nível tecnológico 3, de acordo com Ribeiro et al. (1999).

Os tratamentos foram constituídos pelo pó de rocha fonolito utilizado nas doses de 50, 75 e 100% da dose recomendada de KCl ( $40 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Além dos tratamentos contendo fonolito como fonte de K, foi utilizado um tratamento controle com KCl. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 4, sendo três doses de fonolito (50, 75 e 100%) e inoculação com as três estirpes bacterianas, além do controle sem inoculação. O tratamento constituído pela utilização do KCl foi considerado controle adicional. Foram utilizadas quatro repetições.

Foram semeadas quatro sementes por vaso do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. Pérola, onde foi inoculado 1 mL de suspensão bacteriana em cada semente. Depois de germinadas, foi realizado o desbaste de duas plantas e as outras duas foram conduzidas por 60 dias, quando foram avaliados os valores de matéria seca da parte aérea (MSPA). Os dados de MSPA foram submetidos à análise de variância, empregando-se o programa de análise estatística Sisvar (FERREIRA, 2011), versão 5.3. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão apresentados os valores de matéria seca da parte aérea (MSPA) das plantas de feijão cultivadas com as diferentes doses de fonolito, associadas ou não à inoculação com as estirpes bacterianas. Analisando o tratamento não inoculado, observa-se que a dose 100% de fonolito proporcionou maior desenvolvimento vegetal, indicando a viabilidade de uso deste fertilizante para o feijoeiro. Mancuso et al. (2014), encontraram resultados semelhantes para a cultura do café.

Em relação aos tratamentos inoculados, observa-se que houve diferença entre as estirpes. De modo geral observa-se que os maiores valores de MSPA foram obtidos nos plantas inoculadas e nas menores doses de fonolito, em comparação aos tratamentos controles sem inoculação. Estes resultados sugerem que as bactérias podem contribuir para a liberação de K da rocha fonolito, favorecendo o desenvolvimento do feijoeiro. Nesse sentido, fazendo-se uso da inoculação é possível se utilizar doses menores de fonolito, atingindo os mesmos resultados do uso da dose 100% sem inoculação.

Tabela 1. Valores de matéria seca da parte aérea (MSPA) obtidos após o cultivo do feijoeiro com diferentes fontes de K, associados ou não à inoculação com diferentes estirpes bacterianas<sup>(1)</sup>.

Tratamentos	Sem inoculação	Inoculação		
		UNIFENAS 100-01	UNIFENAS 100-21	UNIFENAS 100-94
Fonolito 50%	9,26 B c	10,15 A b	7,95 B d	11,30 A a
Fonolito 75%	9,28 B a	10,27 A a	8,98 A b	10,75 A a
Fonolito 100%	10,94 A a	7,50 B c	7,17 B b	9,54 B a
KCl	12,00			

<sup>(1)</sup>Médias seguidas de letras distintas, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Dentre as estirpes, destaca-se UNIFENAS 100-01 e UNIFENAS 100-94, que proporcionaram valores de MSPA semelhantes nas doses de 50 e 75% de fonolito, sugerindo que a adubação de fonolito associada à inoculação pode ser reduzida, contribuindo assim para a viabilidade econômica, uma vez que, devido à baixa concentração de K presente neste pó de rocha, é necessário grande volume de aplicação.

A inoculação com as estirpes UNIFENAS 100-01 e UNIFENAS 100-21 apresentou menores valores de MSPA quando comparado ao tratamento fonolito 100% sem inoculação.

### **CONCLUSÕES**

A inoculação com estirpes bacterianas associada à utilização do fonolito mostrou-se uma prática viável, uma vez que proporcionou bom desenvolvimento do feijoeiro na presença de menores doses do fonolito.

### **AGRADECIMENTOS**

À Capes pela bolsa de Mestrado e Fapemig pela bolsas de Iniciação Científica e à Fapemig pelo auxílio financeiro (Processo: APQ-01115-14).

### **REFERÊNCIAS**

AMARAL, F.A. et al. Exigências de nitrogênio, fósforo e potássio de alguns cultivares de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Anais da Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz**, v.37, p. 223-239, 1980.

DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário Mineral**. Brasil: 2014. 141 p. Disponível em: < <http://www.dnpm.gov.br/dnpm/paginas/sumario-mineral>>. Acesso em 27 ago. 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. 2011. **Manual de métodos de análise de solos**. 2.ed. rev. Embrapa Solos: Rio de Janeiro. 230p.

FERREIRA, D. F.. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotécologia**. Lavras, V.35, N 6, P. 1039-1042, 2011.

FLORENTINO, L.A. et al. Solubilização de potássio da rocha fonolito por bactérias diazotróficas. **Revista Comunicata Scientiae**, Piauí, Aceito para publicação. 2015.

FRED, E.B.; WAKSMAN, S.A. Laboratory manual of general microbiology: with special reference to the microorganisms of the soil. New York, McGraw--Hill Book. P. 145, 1928.

IBD. Inspeções e Certificações Agropecuárias e Alimentícias. Disponível em: <[http://ibd.com.br/pt/ClientesResultadoPesquisaInsumos.aspx?ID\\_CERTIFICADO=0&PRODUTO=ekosil&CLIENTE=&ID\\_CATEGORIA=0&ID\\_FINALIDADE=0](http://ibd.com.br/pt/ClientesResultadoPesquisaInsumos.aspx?ID_CERTIFICADO=0&PRODUTO=ekosil&CLIENTE=&ID_CATEGORIA=0&ID_FINALIDADE=0)>. Acesso em: 14 Set. 2014.

MALAVOLTA, E.; CROCOMO, O.J. O potássio e a planta. In: Yamada, T. et al. (Ed.) **O potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa & Fosfato:Instituto Internacional da Potassa, 1982. p.95-162.

MANCUSO, M.A.C et al. Effect of potassium sources and rates on arabica coffee yield, nutrition, and macronutrient export. **Revista Brasileira de Ciência de solo**, Viçosa, 38:1448-1456, 2014.

MEENA, V.S. et al. Does a rhizospheric microorganism enhance K<sup>+</sup>availability in agricultural soils? **Microbiological Research**, Pavia, Italy, 169: 337-347, 2014.

RIBEIRO, A.C. et al. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Editora Viçosa, Minas Gerais, 1999

ROSOLEM, C.A. Calagem e adubação mineral. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. (Ed.) **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafós, 1996. cap.4., p.353-385.

SILVA, O.F.; WANDER, A.E. O Feijão-Comum no Brasil Passado, Presente e Futuro. Documentos, 287. Embrapa Arroz e Feijão. 2013.

TEIXEIRA, A.M.S. et al. Avaliação da rocha fonolito como fertilizante alternativo de potássio. **Holos**, Natal, v.5, p.21-33, 2012.

VINCENT, J. M. A manual for the practical study of root-nodule bacteria. Blackwell Scientific Publications, 1970. 164 p. (International Biological Programme Handbook, 15).