



## POTENCIAL DE MICRORGANISMOS NA SOLUBILIZAÇÃO DE POTÁSSIO EM DIFERENTES FONTES MINERAIS

Joice Micaela Portugal<sup>1\*</sup>, Ligiane Aparecida Florentino<sup>2</sup>, Tayla Évellin de Oliveira<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Discente no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – Universidade Professor Edson Antônio Velano - UNIFENAS – Alfenas/MG – Brasil – \*Contato: joice.micaela@aluno.unifenas

<sup>2</sup>Doutora em Ciência do Solo - Universidade Federal de Lavras – UFLA – Lavras/MG.

<sup>3</sup>Docente no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal – Universidade Professor Edson Antônio Velano - UNIFENAS – Alfenas/MG – Brasil

### INTRODUÇÃO

O potássio (K) é um macronutriente essencial ao desenvolvimento das plantas, atuando na ativação de diversos processos metabólicos<sup>9,11,15</sup>. Nos solos tropicais, predominantes no Brasil, a disponibilidade desse nutriente é limitada, pois apenas 1–2% do K total encontra-se prontamente disponível<sup>19</sup>. Essa limitação aumenta a dependência de fertilizantes químicos, que, além de elevarem os custos de produção, podem causar impactos ambientais significativos<sup>3,12</sup>.

Diante desse cenário, estratégias sustentáveis que aumentem a disponibilidade de K no solo são fundamentais. A solubilização biológica de minerais presentes em rochas, realizada por microrganismos, apresenta-se como uma alternativa promissora, uma vez que esses organismos liberam ácidos orgânicos e enzimas capazes de tornar o K mais disponível às plantas<sup>2,6,14</sup>. Esse processo contribui para a sustentabilidade agrícola ao reduzir a dependência de insumos químicos e minimizar os impactos ambientais<sup>1,19</sup>.

Nesse contexto, objetivou-se avaliar a capacidade de estirpes bacterianas em solubilizar potássio a partir de diferentes fontes de pó de rocha.

### METODOLOGIA

O experimento foi conduzido na Universidade Professor Edson Antônio Velano (UNIFENAS), no Laboratório de Microbiologia do Solo (LMS). Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 6 × 2, sendo seis níveis do fator estirpes bacterianas (cinco estirpes e um controle sem inoculação) e duas fontes de pó de rocha (ardósia e biotita), com três repetições, totalizando 36 unidades experimentais.

As estirpes bacterianas utilizadas como tratamentos foram: *Azospirillum brasilense*, *Bacillus megaterium*, *Bacillus subtilis*, *Pseudomonas fluorescens*, UNIFENAS 100-94, além do controle sem inoculação.

As estirpes bacterianas foram inicialmente cultivadas em meio sólido por 48 horas, utilizando o meio 79 para *A. brasilense*, *P. fluorescens* e UNIFENAS 100-94, e ágar nutriente para as espécies do gênero *Bacillus*. Após confirmação da pureza e formação de colônias isoladas, as bactérias foram transferidas para o meio de cultura líquido Aleksandrov modificado<sup>13</sup>, com pH ajustado para 7,0. Em frascos de Erlenmeyer, foram adicionadas as fontes de pó de rocha (ardósia ou biotita) e, em seguida, os frascos foram inoculados, mantendo-se a incubação a 28 °C por sete dias sob agitação constante (120 rpm).

Ao final do período de incubação, o sobrenadante foi separado por centrifugação (10.000 rpm, 4 °C, 20 minutos). Em seguida, 1 mL desse sobrenadante foi diluído em 9 mL de água destilada, e a concentração de K<sup>+</sup> solúvel foi determinada por fotometria de chama<sup>8</sup>.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o software estatístico SISVAR<sup>5</sup>.

### RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicam que a eficácia de solubilização de K variou de acordo com as fontes minerais e os microrganismos testados, apresentando diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Solubilização de K<sup>+</sup> por diferentes microrganismos em ardósia e biotita

	Ardósia (mg K <sup>+</sup> /L)	Biotita (mg K <sup>+</sup> /L)
<i>Azospirillum brasilense</i>	76,00 Ba	66,00 Aa
<i>Bacillus megaterium</i>	67,00 Ba	62,00 Aa
<i>Bacillus subtilis</i>	119,00 Aa	72,00 Ab
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	70,00 Ba	24,00 Bb
UNIFENAS 100-94	75,50 Ba	74,00 Aa
Controle	46,50 Cb	69,50 Aa
CV %	11,70	

\*Médias seguidas de letras iguais, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade (p<0,05).

Em ardósia, *B. subtilis* apresentou a maior eficácia na solubilização de K<sup>+</sup>, superando significativamente os demais microrganismos e o controle. Todos os tratamentos microbianos também apresentaram desempenho superior ao controle, evidenciando o potencial dessas bactérias em disponibilizar o nutriente a partir dessa fonte mineral. Em contraste, na biotita, todos os microrganismos apresentaram desempenho semelhante ao controle, exceto *P. fluorescens*, que apresentou eficácia inferior. Esse resultado sugere que a biotita possui menor suscetibilidade à ação microbiana, possivelmente devido à sua estrutura mineral, que pode limitar a liberação de K<sup>+</sup>.

Na comparação entre as duas fontes, *A. brasilense*, *B. megaterium* e a estirpe UNIFENAS 100-94 não diferiram significativamente entre ardósia e biotita, enquanto *B. subtilis* e *P. fluorescens* se destacaram pela maior eficácia na ardósia. No controle, observou-se maior liberação de K<sup>+</sup> na biotita, indicando a solubilização espontânea do nutriente a partir da rocha. Esses resultados reforçam que a interação entre microrganismo e fonte mineral é determinante para a eficácia da solubilização de K<sup>+</sup>, variando conforme a espécie bacteriana e as características do substrato.

Os resultados obtidos neste estudo corroboram achados da literatura, que destacaram espécies do gênero *Bacillus* e *Pseudomonas* como eficientes solubilizadoras de K insolúvel a partir de rochas potássicas<sup>19</sup>. Além disso, diversos outros gêneros, como *Burkholderia*, *Acidithiobacillus*, *Paenibacillus*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Pantoea*, *Microbacterium*, *Agrobacterium* e *Rhizobium*, já foram descritos como solubilizadores de K<sup>+</sup><sup>4,7,10,20</sup>. Estudos prévios avaliando 27 estirpes bacterianas isoladas da rizosfera de tabaco observaram incremento de até nove vezes no teor de K liberado a partir de feldspato<sup>20</sup>. Em outro estudo envolvendo a solubilização da rocha mica (biotita), foram registrados valores de até 49,0 mg L<sup>-1</sup><sup>13</sup>. Da mesma forma, pesquisadores identificaram que a estirpe *Burkholderia* sp. foi capaz de liberar 38,0 mg L<sup>-1</sup> em 10 dias de incubação na rocha fonolito, correspondendo a um incremento de 70% em relação ao controle<sup>18</sup>.

Esses achados evidenciam que a eficácia da solubilização de K<sup>+</sup> depende da estirpe bacteriana e da composição mineral da fonte. Os dados reforçam a importância de avaliar diferentes microrganismos e substratos para identificar as combinações mais eficazes, fornecendo informações relevantes para futuras aplicações.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eficácia da solubilização de potássio variou conforme a bactéria e a fonte mineral utilizada, com destaque para a maior solubilização pelo *Bacillus subtilis* na ardósia. Esses resultados reforçam o potencial do uso de estirpes bacterianas como bioinsumos, contribuindo para reduzir a dependência de fertilizantes químicos e promover sistemas agrícolas mais sustentáveis.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOUBEKRI, K.; SOUMARE, A.; MARDAD, I.; LYAMLOULI, K.; HAFIDI, M.; OUHDOUCH, Y.; KOUISNI, L. The screening of potassium- and phosphate-solubilizing actinobacteria and the assessment of their ability to promote wheat growth parameters. **Microorganisms**, v. 9, n. 470, p. 1-16, 2021.
- BRANDÃO, J. A. V.; LOPES-ASSAD, M. L. R. C.; CECCATO-ANTONINI, S. R. Solubilization of diabase and phonolite dust by filamentous fungus. **Revista Ceres**, v. 61, n. 5, p. 740-745, 2014.

# XVI Colóquio Técnico Científico de Saúde Única, Ciências Agrárias e Meio Ambiente



3. COLA, G. P. A.; SIMÃO, J. B. P. Rochagem como forma alternativa de suplementação de potássio na agricultura agroecológica. **Revista Verde**, v. 7, n. 1, p. 1-8, 2012.
4. GUNDALA, P. B.; CHINTHALA, P.; SREENIVASULU, B. A new facultative alkaliphilic, potassium solubilizing, *Bacillus* Sp. SVUNM9 isolated from mica cores of Nellore District, Andhra Pradesh, India. **Journal of Microbiology and Biotechnology**, Oxford, v. 2, p. 1-7, 2013.
5. FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Brazilian Journal of Biometrics**, v. 37, p. 529-535, 2019.
6. FLORENTINO, L. A.; REZENDE, A. V.; MIRANDA, C. C. M.; MESQUITA, A. C.; MANTOVANI, J. R.; BIANCHINI, H. C. Potassium solubilization in phonolite rock by diazotrophic bacteria. **Comunicata Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 17-23, 2017.
7. LIU, D.; LIAN, B.; DONG, H. Isolation of *Paenibacillus* sp. and assessment of its potential for enhancing mineral weathering. **Geomicrobiology Journal**, v. 29, p. 413-421, 2012.
8. LOPES-ASSAD, M. L.; ROSA, M. M.; ERLER, G.; CECCATO-ANTONINI, S. R. Solubilização de pó de rocha por *Aspergillus niger*. **Espaço e Geografia**, v. 9, p. 1-17, 2006.
9. MEENA, V. S.; BAHADUR, I.; MAURYA, B. R.; KUMAR, A.; MEENA, R. K.; MEENA, S. K.; VERMA, J. P. Potassium-solubilizing microorganism in evergreen agriculture: An overview. In: MEENA, V.; MAURYA, B. R.; VERMA, J. P.; MEENA, R. S. (eds.). **Potassium solubilizing microorganisms for sustainable agriculture**. p. 1-20, 2016.
10. MEENA, V. S.; MAURYA, B. R.; VERMAC, J. P.; AEROND, A.; KUMARA, A.; KIM, K.; BAJPAIF, V. K. Potassium solubilizing rhizobacteria (KSR): isolation, identification, and K-release dynamics from waste mica. **Ecological Engineering**, Oxford, v. 81, p. 340-347, 2015.
11. NAIN, A.; CHAUDHARY, K.; SHARMA, C.; SHEORAN, H. Potassium solubilization in soils. **Ecofarming**, v. 3, n. 1, p. 58-63, 2023.
12. NOGUEIRA, A. K. S.; RODRIGUES, R. A. R.; CASTRO, B. S.; NOGUEIRA, T. F.; SILVA, J. J. N.; MOMBACHA, M.; ARMACOLO, N.; SILVEIRA, J. G. Emissões de óxido nitroso e metano do solo em áreas de recuperação de pastagens na Amazônia Mato-Grossense. **Química Nova**, v. 38, p. 937-943, 2015.
13. PARMAR, P.; SINDHU, S. S. Potassium solubilization by rhizosphere bacteria: Influence of nutritional and environmental conditions. **Journal of Microbiology Research**, v. 3, p. 25-31, 2013.
14. RESENDE, A. V.; MARTINS, E. S.; OLIVEIRA, C. G.; SENAL, M. C.; MACHADO, C. T. T.; KINPARAL, D. I.; OLIVEIRA FILHO, E. C. Suprimento de potássio e pesquisa de uso de rochas "in natura" na agricultura brasileira. **Espaço & Geografia**, v. 9, p. 19-42, 2006.
15. SARIKHANI, M. R.; OUSTAN, S.; EBRAHIMI, M.; ALIASGHARZAD, N. Isolation and identification of potassium-releasing bacteria in soil and assessment of their ability to release potassium for plants. **European Journal of Soil Science**, p. 1-9, 2018.
16. SATTAR, A.; NAVEED, M.; ALI, M.; ZAHIR, Z. A.; NADEEM, S. M.; YASEEN, M.; MEENA, V. S.; FAROOQ, M.; SINGH, R.; RAHMANF, M.; MEENA, H. N. Perspectives of potassium solubilizing microbes in sustainable food production system: A review. **Applied Soil Ecology**, p. 1-14, 2018.
17. SCHUELER, T. A.; DOURADO, M. L.; VIDEIRA, S. S.; CUNHA, C. D.; RIZZO, A. C. L. Biosolubilization of verdete: An alternative potassium source for agriculture fertilizer. **Biocatalysis and Agricultural Biotechnology**, v. 34, p. 1-6, 2021.
18. SILVA, Ubiana Cássia; MARRIEL, Ivanildo Evódio; PAIVA, Christiane Abreu de Oliveira; GOMES, Eliane Aparecida; RESENDE, Álvaro Vilela de; LANA, Ubiraci Gomes de Paula. Biossolubilização de potássio *in vitro* a partir da rocha fonolito por microrganismos do solo. **Embrapa Milho e Sorgo**, p. 28, 2015.
19. SOUMARE, A.; SARR, D.; DIEDHIOU, A. G. Potassium sources, microorganisms and plant nutrition: Challenges and future research directions. **Pedosphere**, v. 33, n. 1, p. 105-115, 2023.
20. ZHANG, C.; KONG, F. Isolation and identification of potassium-solubilizing bacteria from tobacco rhizospheric soil and their effect on tobacco plants. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 82, p. 18-25, 2014.

## APOIO:

