

# SOLUBILIZAÇÃO BIOLÓGICA DE POTÁSSIO A PARTIR DE AGROMINERAIS

## BIOLOGICAL SOLUBILIZATION OF POTASSIUM FROM AGROMINERIES

**Ivana Miguel de Souza**

Aluno de Graduação de Engenharia Química 8º período  
Universidade Federal do Rio de Janeiro  
Período PIBIC: março de 2023 a agosto de 2023  
ivanamsouza@eq.ufrj.br

**Cláudia Duarte da Cunha**

Orientador, Engenharia Química, D.Sc.  
ccunha@cetem.gov.br

**Daniele Leonel da Rocha**

Coorientador, Química, D.Sc.  
dleonel@cetem.gov.br

### RESUMO

A escassez de potássio no solo é uma realidade no cenário brasileiro, havendo uma elevada dependência de importação desse fertilizante. Com a finalidade de apresentar uma alternativa para essa questão, o presente estudo buscou realizar ensaios de biossolubilização de potássio *in vitro*, empregando diferentes microrganismos isolados, na presença de pós de rocha contendo potássio em sua estrutura. Foram obtidos percentuais de extração positivos em todos os ensaios quando comparados ao ensaio controle. O microrganismo IA13 apresentou os melhores resultados de remoção quando comparado as outras bactérias utilizadas, obtendo 500 mg. Kg<sup>-1</sup> de potássio para a amostra de Amazonita, 490 mg.Kg<sup>-1</sup> para a amostra de Kamafugito e 340 mg.Kg<sup>-1</sup> para a Amostra 8. A partir dos resultados obtidos, foi possível observar a potencialidade do microrganismo IA13 na solubilização de potássio, sendo necessário ensaios complementares, com o intuito de otimizar o processo.

**Palavras-chave:** biossolubilização, remineralizadores, potássio.

### ABSTRACT

The scarcity of potassium in the soil is a reality in the Brazilian scenario, with a high dependence on imports of this fertilizer. In order to present an alternative to this issue, the present study sought to carry out potassium biosolubilization tests *in vitro*, using different isolated microorganisms, in the presence of rock powders containing potassium in their structure. Positive extraction percentages were obtained in all assays when compared to the control assay. The IA13 microorganism presented the best removal results when compared to the other bacteria used, obtaining 500 mg.Kg<sup>-1</sup> of removal for the Amazonite sample, 490 mg.Kg<sup>-1</sup> for the Kamafugito samples and 340 mg.Kg<sup>-1</sup> for Sample 8. From the results obtained, it was possible to observe the potential of the IA13 microorganism in the solubilization of potassium, requiring further testing in order to optimize the process.

**Keywords:** biosolubilization, remineralizers, potassium.

## 1. INTRODUÇÃO

O potássio é um elemento essencial para o desenvolvimento das plantas e desempenha um papel crucial na agricultura, sendo considerado junto ao Nitrogênio e Fósforo, um nutriente vital. Ele desempenha várias funções, como a regulação do equilíbrio hídrico, a ativação de enzimas envolvidas no metabolismo vegetal e a melhoria da resistência das plantas a doenças e estresses ambientais. Sua aplicação adequada no solo é essencial para garantir altos rendimentos e qualidade nas colheitas (REHM & SCHMITT, 2002).

No Brasil, a dependência de potássio é significativa devido à sua escassez natural nos solos, havendo assim a necessidade de suplementação com fertilizantes. Em 2020, a dependência brasileira de potássio chegou a 96,4%, havendo a necessidade de importar 6,80 milhões de toneladas de KCl, uma vez que a produção nacional não atendeu as demandas internas (Brasil, 2021). Os gastos com importação de potássio são expressivos, impactando negativamente os custos de produção agrícola no país e conseqüentemente elevando o valor do produto agregado (CASTRO, et al., 2022; POSSAMAI & SEREGATI, 2022).

Atualmente, uma alternativa para a solução desse problema é a aplicação de pó de rocha que apresente em sua estrutura teores significativos dos elementos empregados na fertilização dos solos, como o fósforo e o potássio. Porém, é de conhecimento que essa liberação é lenta (Brasil, 2022; BENEDUZI et al., 2013). Dessa forma, a biossolubilização do potássio presente em rochas é uma possível alternativa, uma vez que se caracteriza por um processo biológico no qual microrganismos liberam ácidos orgânicos ou metabólitos capazes de solubilizar o potássio contido nos minerais (MEENA et al., 2015). Na literatura são citadas diferentes bactérias que se apresentaram como promissoras em ensaios de biossolubilização de potássio, como por exemplo estirpes de *Pseudomonas*, *Burkholderia*, *Bacillus Acidithiobacillus* e *Paenibacillus* (SHENG, 2005; LIU et al., 2012; MEENA, et al., 2014; KUMAR, et al., 2015). Com isso, há a necessidade de se realizar ensaios de biossolubilização de potássio para tentar identificar uma possível rota biológica para obtenção de potássio a partir de rochas e/ou resíduos de rocha, a fim de suprir parte da demanda nacional e reduzir a dependência externa.

## 2. OBJETIVO

O objetivo principal desse estudo foi avaliar o potencial de biossolubilização de potássio a partir de diferentes amostras de pós de rocha, como a Amazonita, o Kamafugito e Amostra 8, na presença de diferentes microrganismos isolados de solo rizosférico de sorgo.

## 3. METODOLOGIA

Para o ensaio de solubilização biológica de potássio foram utilizados frascos erlenmeyer de 250mL contendo 100mL de meio Aleksandrov modificado (Glicose 0,5%; FeCl<sub>3</sub> 0,0005%; MgSO<sub>4</sub> .7H<sub>2</sub>O 0,05% e CaCO<sub>3</sub> 0,01%, NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub>), sendo utilizado como fonte única de potássio 1g dos diferentes tipos de pó de rocha (Figura 1). Para tanto, foram utilizados dois resíduos minerais (Amazonita e Amostra 8), assim como o Kamafugito (remineralizador registrado no MAPA). Os pós de rocha apresentaram teores de 5,78%, 3% e 1,18 % de K<sub>2</sub>O na Amazonita, Kamafugito e Amostra 8, respectivamente. Como condições para realização do ensaio, os frascos erlenmeyer contendo o meio de cultivo e o pó de rocha foram levados à mesa agitadora com rotação de 150rpm, em temperatura de 30°C pelo período de 10 dias, na presença de diferentes microrganismos. As bactérias utilizadas apresentaram em estudos anteriores realizados por Nascimento (2022) indicativos de serem possíveis solubilizadoras de K<sup>+</sup> em testes em placas com formação de halo (IA4, IK10, IK16, IA13 e IK7). Também foi utilizada a estirpe bacteriana *Paenibacillus polymyxa* (Taketani. 2016). O inóculo empregado foi de 10% (v/v) e os ensaios foram realizados em duplicata, sendo o ensaio controle abiótico, realizado na ausência de microrganismos.

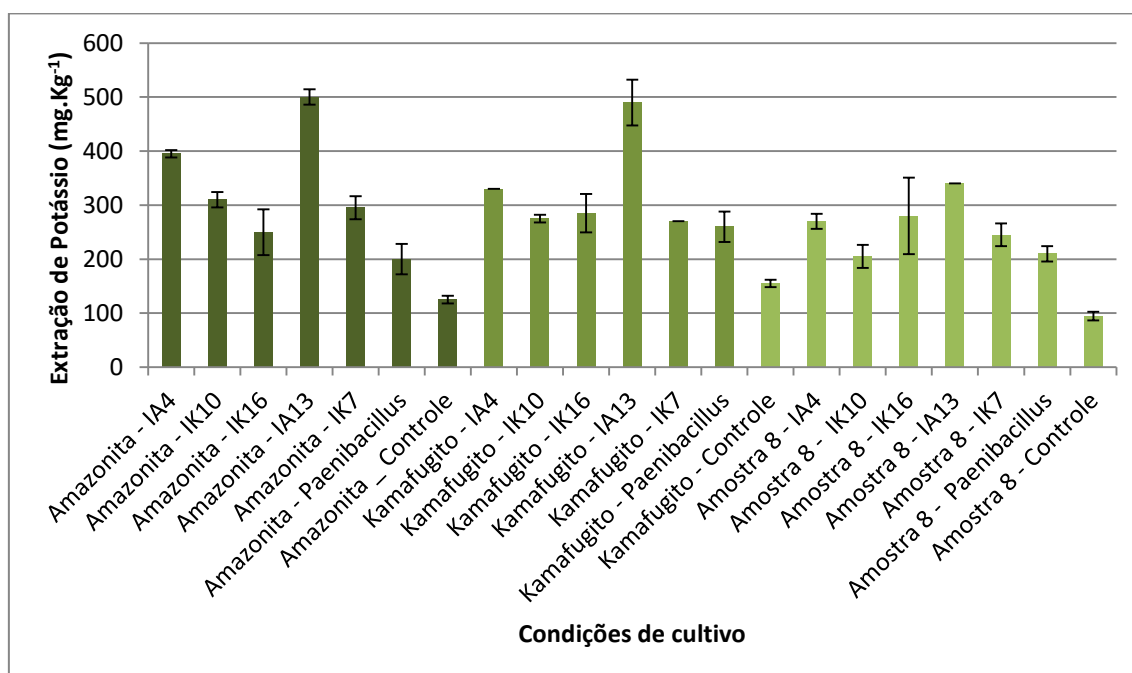


**Figura 1.** Ensaio de biossolubilização de potássio.

Após o período de 10 dias de incubação, as amostras foram centrifugadas, e o sobrenadante filtrado em membrana de 0,22 $\mu$ m e acidulado com ácido nítrico. Posteriormente foi realizada a quantificação de potássio no Laboratório de Análises Químicas-COAM-CETEM, utilizando-se a técnica de absorção atômica com chama de ar-acetileno. Para as análises de Si, Fe e Al foi utilizada a técnica de ICP- OES.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos resultados de quantificação de dos elementos em solução, não foram obtidos percentuais de extração significativos para Si, Fe e Al (dados não apresentados). A Figura 2 apresenta os valores percentuais de potássio extraído nos ensaios de biossolubilização na presença dos microrganismos e os diferentes pós de rocha como fonte única de potássio.



**Figura 2.** Extração de K<sup>+</sup> em mg. Kg<sup>-1</sup> dos distintos pós de rocha, na presença dos diferentes microrganismos. Isolados bacterianos: IA4, IK10, IK16, IA13, IK7, *Paenibacillus polymyxa*.

Analisando a Figura 2 é possível observar que em relação ao ensaio controle, todas as condições na presença de microrganismos obtiveram concentrações maiores de potássio em solução. Vale ressaltar que a estirpe isolada IA13 obteve os melhores resultados de remoção comparativamente às outras bactérias testadas, nos diferentes pós de rocha utilizados. Obteve-se uma média de remoção de potássio de 500 mg.Kg<sup>-1</sup> para a Amazonita, 490 mg.Kg<sup>-1</sup> para o Kamafugito e 340 mg.Kg<sup>-1</sup> para Amostra 8, enquanto para os ensaios controle de cada pó de rocha utilizados foram obtidos valores de potássio em solução de 125 mg.Kg<sup>-1</sup>, 155 mg.Kg<sup>-1</sup> e 94,5 mg.Kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

Vale ressaltar que estudos relacionados a ensaios de solubilização biológica de potássio a partir de rochas apresentam baixos valores de remoção, assim como no presente trabalho. Como exemplo, um estudo realizado por Liu *et al.*, 2012, que realizaram um ensaio em meio líquido na presença de *Paenibacillus* sp., e como fonte única de potássio um feldspato contendo 6,36% de K<sub>2</sub>O. Como condições de ensaio, foi utilizado 100mL de meio líquido contendo 20g de pó-de-rocha e 5% (v/v) de inóculo. O ensaio foi realizado em shaker, com agitação de 150rpm, a 30°C, pelo período de 7 dias. Os maiores valores de extração ocorreram na presença do microrganismo, atingindo 39,77 mg.Kg<sup>-1</sup> de potássio em solução (0,75% de extração). Os autores indicaram a estirpe como promissora para biossolubilização de potássio.

A utilização da bactéria *Acidithiobacillus thiooxidans* na solubilização de K<sup>+</sup> a partir de verdete foi avaliada em um trabalho realizado por Matias *et al.*, 2019. Para a realização do ensaio, foram utilizados frascos de 250 mL contendo 50 mL de meio de cultivo 9K modificado, em mesa agitadora a 150 rpm e 30°C pelo período de 49 dias, com retiradas de amostras semanais, utilizando frascos erlmenmeyer de sacrificio. A concentração de células após a adição do inóculo foi de 3×10<sup>7</sup> células. mL<sup>-1</sup>. Foram obtidas concentrações finais em solução de 150mg.L<sup>-1</sup> de potássio, na presença da bactéria, e 30mg/L<sup>-1</sup> para o ensaio controle. Tais resultados demonstram que a utilização da bactéria *Acidithiobacillus thiooxidans* possibilitou a remoção de 6,6% de potássio do mineral. Os autores descrevem o mecanismo de solubilização, indicando reações de oxidação do enxofre com a conseqüente formação de ácido que promove a lixiviação dos metais contidos no mineral. Os autores ressaltam que o valor de pH inicial do ensaio foi de 4,3 e no final do experimento reduziu para 0,57. No presente trabalho o pH do meio se manteve próximo a neutralidade, indicando a possibilidade de outro mecanismo de extração de potássio, através da presença de EPS (*Extracellular polymeric substance*) no meio, produzido pelo *Paenibacillus polymyxa.*, e ensaios complementares estimulando sua produção serão realizados como estratégia para obtenção de melhores resultados.

Dessa forma, o presente trabalho demonstra que todas as estirpes bacterianas utilizadas nos ensaios são capazes de atuar na solubilização de potássio de rochas, em ensaios *in vitro*. Novos estudos devem ser realizados adotando novas estratégias, com o intuito de potencializar o processo de biossolubilização.

## 5. CONCLUSÕES

Foram obtidos resultados positivos em todos os ensaios de biossolubilização de potássio a partir de três diferentes amostras minerais (Amazonita, Kamafugito e Amostra 8) com diferentes microrganismos empregados. Dentre eles, o isolado bacteriano que mais se destacou na extração do potássio foi a estirpe *I13*, que conseguiu uma maior extração nas mesmas condições dos outros microrganismos, para todas as amostras de pós de rocha utilizados. Dessa forma, novos estudos já estão sendo realizados com o intuito de otimizar as condições de processo para a obtenção de melhores resultados, sendo esse um grande desafio, frente à complexidade de remoção de potássio por rota biológica.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CETEM, pela disponibilidade da infraestrutura laboratorial, às orientadoras Cláudia Duarte da Cunha e Daniele Leonel da Rocha e à pesquisadora Mariana Ruiz (CETEM) pelas discussões, à COAM/CETEM pela realização das análises, aos pesquisadores Luiz Carlos Bertolino e Marisa Monte e à Empresa Triunfo Mineração do Brasil Ltda. pela disponibilização das rochas utilizadas neste estudo, e ao CNPq pela concessão da bolsa de iniciação científica.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BENEDUZI, A.; MOREIRA, F.; COSTA, P.B.; VARGAS, L.K.; LISBOA, B.B.; FAVRETO, R.; BALDANI, J.I.; PASSAGLIA, L.M.P. Diversity and plant growth promoting evaluation abilities of bacteria isolated from sugarcane cultivated in the South of Brazil. *Appl. Soil Ecol.* vol. 4, p. 94-104, 2013.

BRASIL. Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos – PR. Produção Nacional de Fertilizantes. Brasília: SAE, 2020.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Brasília: MAPA, 2022. Disponível em: <https://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em: 19/06/2023.

CASTRO, N.R.; MACHADO, G.C.; ALMEIDA, F.M.S.; SILVA, A.F. FACHINELLO, A.L. Alta dos custos pressiona PIB do agronegócio no primeiro semestre recuo de 2,48%. Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada - CEPEA. PIB do Agronegócio. 2022.

LIU, D., LIAN, B., & DONG, H. Isolation of *Paenibacillus sp.* and Assessment of its Potential for Enhancing Mineral Weathering. *Geomicrobiology Journal*, 29(5), 413-421. 2012.

MATIAS, P.C., MATTIELLO, E.M., SANTOS, W.O., BADEL, J.L., & ALVAREZ V., V.H. Solubilization of a K-silicate rock by *Acidithiobacillus thiooxidans*. *Minerals Engineering*, 132, 69-75. 2019.

MEENA V.S.; MAURYA B.R.; VERMA J.P. Does a rhizospheric microorganism enhance K+ availability in agricultural soils. *Microbiol Res.* 2014.

MEENA V.S.; MAURYA B.R.; VERMA J.P.; AERON A.; KUMAR A.; KIM, K.; BAJPAI, V.K. Potassium solubilizing rhizobacteria (KSR): isolation, identification, and K-release dynamics from wastemica. *Ecol Eng.* 2015.

NASCIMENTO, M.R.F. Biossolubilização de rochas e resíduos de rochas como fontes alternativas de fertilizantes para a agricultura. XI Jornada do Programa de Capacitação Institucional – PCI/CETEM – 17 e 18 de novembro de 2022.

POSSEMAI, R.; SEREGATI, F. Como a relação comercial entre Brasil e Rússia foi afetada. *Mercado & Negócios, Agroanalysis.* 2022.

REHM, G.; SCHMITT, M. Potassium for crop production. University of Minnesota Extension. 2002. Disponível em: [www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems](http://www.extension.umn.edu/distribution/cropsystems). Acesso em 10/07/2023.

SILVA, U.C.; MARRIEL, I.E.; PAIVA, C.A.O.; GOMES, E.A. RESENDE, A.V.; LANA, U.G.P. Biossolubilização de potássio in vitro a partir da rocha fonolito por microrganismos do solo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2015.

SHENG X.F. Growth promotion and increased potassium uptake of cotton and rape by a potassium releasing strain of *Bacillus edaphicus*. *Soil Biol Biochem.* 2005.

TAKETANI, N.F. Degradação de Hidrocarbonetos em Solo Multi-contaminado com Níquel e Alterações na Comunidade Bacteriana. Tese (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro, 116p., 2016.