

EIXO TEMÁTICO: Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos

FORMA DE APRESENTAÇÃO: Resultado de pesquisa

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DA BORRA DE FOSFATO COMO FONTE DE FÓSFORO PARA AGRICULTURA A PARTIR DA SOLUBILIZAÇÃO DE P POR BACTÉRIAS ACIDÓFILAS.

Júlia Pimenta Pereira¹

Fernando Augusto Moreira²

Rochel Montero Lago³

Ivanildo Evóvil Marriel⁴

Francisco Adriano de Souza⁵

Resumo

Alguns processos industriais geram resíduos com potencial de uso agrícola e podem contribuir para uma agricultura sustentável. O objetivo deste trabalho foi verificar o potencial do uso do resíduo borra de fosfato (BF) como fonte de fósforo a partir ação de bactérias acidófilas. Das 64 estirpes de bactérias isoladas, três estirpes foram avaliadas quanto à solubilização do fósforo presente na BF. A BF apresentou teor médio de 47% de P₂O₅ total. A solubilização de P foi significativa para uma das estirpes, que possibilitou aumento de 28,6% da solubilidade de P contido no resíduo BF.

Palavras Chave: fertilizantes fosfatados; proteobactéria; resíduo industrial; gerenciamento.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor agrícola e quarto maior consumidor de fertilizantes do mundo. Para suprir sua demanda, o país terá que importar 82, 80 e 95%, respectivamente, de fertilizantes a base de NPK até 2025 (MB AGRO, 2007). Neste sentido, a busca por novas fontes de nutrientes para a agricultura constitui uma estratégia para diminuir a dependência externa por fertilizantes. A Borra de Fosfato (BF) é um resíduo gerado no processo de fosfatização na indústria metalomecânica que, embora não seja perigoso, seu gerenciamento representa um grave problema ambiental para a indústria, em virtude do alto custo de transporte, tratamento e disposição final; tornando necessária uma avaliação do resíduo que permita identificar uma tecnologia de

¹Graduanda em Engenharia Ambiental e Sanitária - Faculdade Santo Agostinho, Sete Lagoas, MG. juliapimentap@gmail.com

²Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos – Professor, Faculdade Santo Agostinho, Sete Lagoas, MG. fernando.moreira@unifemm.edu.br

²³ PhD em Empreendedorismo Tecnológico - Professor Titular da UFMG e Pesquisador 1A CNPq, Belo Horizonte, MG. rochellago@gmail.com

³⁴Doutor em Solos e Nutrição de Plantas – Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. ivanildo.marriel@embrapa.br

⁵PhD em Ecologia Molecular Microbiana – Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. francisco.adriano@embrapa.br

tratamento ou destinação (GIFFONI & LANGE, 2005). Algumas bactérias são capazes de oxidar compostos inorgânicos reduzidos e produzir naturalmente ácido sulfúrico, usado na produção de fertilizantes fosfatados. Estes microrganismos têm sido utilizados no processamento biológico de minerais de rochas ou resíduos fosfáticos visando a solubilização de fósforo (GADD, 2010). Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo isolar, caracterizar e avaliar a solubilização de P a partir da ação de bactérias acidófilas sobre a BF e seu potencial de uso como fonte de fósforo para a agricultura.

METODOLOGIA

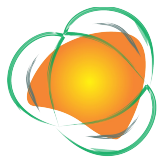
O resíduo BF foi coletado, de uma indústria metalomecânica, conforme a norma NBR 10007/04 da ABNT e caracterizado no Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN) por espectroscopia de fluorescência de Raios-X.

Para o isolamento de bactérias acidófilas, foram utilizadas amostras de manguete, enriquecidas com S⁰ em meios de cultura seletivos, descritos por Starosvetsky *et al.*, 2013, sob agitação e temperatura de 30°C por 7 dias. Após esta fase, as amostras foram diluídas e plaqueadas nos meios de cultura em estado sólido contendo indicador de pH (verde de bromocresol) e incubadas por 7 dias. As colônias foram isoladas e enviadas à Coleção de Culturas de Microrganismos Multifuncionais da Embrapa Milho e Sorgo para preservação. Os isolados foram submetidos à análise molecular e sequenciamento de DNA. As sequências foram editadas pelo programa CodonCode Aligner (CodonCode Corporation®) e comparadas no GenBank pelo programa BLAST N (Basic Local Alignment Search Tool) no National Center for Biotechnology Information – NCBI.

Os isolados foram selecionados a partir de padrões fenotípicos de alteração de pH no meio de cultura, sendo selecionadas 3 bactérias (B1, B2 e B3). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 3 repetições, em esquema fatorial 4x2: controle negativo e três estirpes de bactérias na ausência e presença de enxofre elementar. Foram adicionados a tubos Falcon (50ml) 15ml do meio de cultura, 5% de BF, o inoculante, 0,15 g de enxofre elementar e submetidos à agitação a 30°C por 20 dias. A quantificação do fósforo solubilizado foi feita de acordo com o Manual de Análises Químicas de solos, plantas e fertilizantes da Embrapa – 2009. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo programa SISVAR. Os tratamentos que apresentaram diferença significativa ao nível de $\leq 5\%$ foram diferenciados pelo Teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise química da BF evidenciou alta concentração de fósforo e ausência de arsênio, cádmio, chumbo e mercúrio; metais tóxicos e não permitidos em fertilizantes: P₂O₅, 46,72%; Fe₂O₃, 31,24%; ZnO, 17,20%; SiO₂, 3,82%; CaO, 0,80%; NiO, 0,10%; MnO, 0,08%, K₂O, < 0,01, SrO, < 0,01, SO₃, não detectado. O cromo (Cr), um metal tóxico limitante ao uso de resíduos industriais na agricultura, não foi identificado na amostra. O teor de P₂O₅ total na BF está na faixa encontrada no fosfato monoamônico ou MAP (46 a 50% de P₂O₅) que é o fertilizante com maior teor de P no mercado, sendo superior aos demais fertilizantes disponíveis: fosfato diamônico ou DAP (40% de P₂O₅), superfosfato simples (16 a 18% de P₂O₅ e 18 a 20% de Ca – Cálcio), superfosfato triplo (41% de P₂O₅ e 7 a 12% de Ca) e termofosfato (18 % de P₂O₅, 9% de Mg – Magnésio,



20% de Ca e 25% de SiO₄). O teor de P₂O₅ solúvel em ácido cítrico a 2% foi aproximadamente de 13,83%. Esses teores indicam que a BF tem bom potencial como fonte de P para a nutrição vegetal.

Foram obtidas 87 culturas puras de bactérias; destas, 58 estirpes foram submetidas ao sequenciamento de DNA. As estirpes do gênero *Acidocella* se apresentaram em maioria; sendo identificadas também: *Achromobacteria*, *Acidithiobacillus*, *Bacillus*, *Burkholderia*, *Fictibacillus*, *Halothiobacillus*, *Pandoraea* e *Thiomonas*. Os isolados selecionados, B1, B2 e B3 foram identificadas, com exceção da estirpe B2, que não apresentou resultado satisfatório no processo de sequenciamento de DNA. Porém, através da técnica de genotipagem PCR BOX, foi evidenciado que as estirpes B1 e B2 possuem o mesmo padrão de bandas, podendo pertencer ao mesmo gênero.

O bioensaio para solubilização de fósforo demonstrou que a estirpe B3 apresentou diferença significativa para a solubilização de P em relação ao controle, liberando 28% a mais de P presente na borra de fosfato; apresentando também resultado para a solubilização de Mg, Zn e S, elementos essenciais para o desenvolvimento de plantas, demonstrando a capacidade de solubilização de diferentes compostos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A BF analisada apresentou alto teor de P com 46,72 e 13,83 % de P₂O₅ total e P₂O₅ solúvel em ácido cítrico a 2%, respectivamente e teores de metais pesados dentro do limite de tolerância estabelecidos pelo MAPA. O enriquecimento de amostras de mangue com enxofre elementar resultou no isolamento de bactérias acidófilas dos gêneros *Acidocella*, *Achromobacteria*, *Acidithiobacillus*, *Bacillus firmus*, *Burkholderia*, *Fictibacillus*, *Halothiobacillus*, *Pandoraea* e *Thiomonas*. A solubilização de fósforo pela estirpe B3 resultou no aumento em 28,6% de P₂O₅ contido na BF em relação ao controle. Esses resultados são promissores para emprego da BF após seu tratamento com bactérias acidófilas e a otimização do processo de biosolubilização incluindo testes de novas estirpes.

REFERÊNCIAS

- OCDE-FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Perspectivas Agrícolas 2015-2017**. Disponível em: < <http://www.agri-outlook.org/>> Acesso em: 23, janeiro, 2017.
- GIFFONI, Patrícia de Oliveira; LANGE, Liséte Celina. **A utilização da borra de fosfato como matéria-prima alternativa para a fabricação de tijolos**. Engenharia Sanitária Ambiental, vol. 10, n. 2, p. 128-136, 2005.
- GADD, Geoffrey Michael. **Metals, minerals and microbes: geomicrobiology and bioremediation**. Microbiology, vol. 156, n. 3, p. 609-643, 2010.
- STAROSVETSKY, Janeta.; ZUKERMAN, Udy.; ARMON, Robert. **A simple medium modification for isolation, growth and enumeration of *Acidithiobacillus thiooxidans* (syn. *Thiobacillus thiooxidans*) from water samples**. Journal of Microbiological Methods, vol. 92, n. 2, p. 178-182, 2013.