

# CONCENTRAÇÃO DE FÓSFORO SOLÚVEL EM BIORREATOR AIR-LIFT COM VARIAÇÃO DA VAZÃO VOLUMÉTRICA DE AR COMPRIMIDO

## *SOLUBLE PHOSPHORUS CONCENTRATION IN AIR-LIFT BIOREACTOR WITH VARIATION OF VOLUMETRIC COMPRESSED AIR FLOW*

**Bruna Vieira Cabral**<sup>(1)</sup>  
**Camila Silveira Lamanes dos Santos**<sup>(2)</sup>  
**Felipe Santos Moreira**<sup>(3)</sup>  
**Larissa dos Santos Sousa**<sup>(4)</sup>  
**Vicelma Luiz Cardoso**<sup>(5)</sup>  
**Eloízio Júlio Ribeiro**<sup>(6)</sup>

### **Resumo**

O uso de fertilizantes químicos pode ser minimizado através de mecanismos de disponibilização de fósforo solúvel no solo. Em reator air-lift empregando *Trichoderma harzianum* com vazão de ar comprimido por minuto de 0,5 vvm, obteve-se no terceiro dia de processo 131,70 ppm de fósforo solúvel.

**Palavras-chave:** Biossolubilização. Fósforo. Vazão volumétrica de ar comprimido por minuto.

### **Abstract**

*The use of chemical fertilizers can be minimized by phosphorus soluble delivery mechanisms in soil. In air-lift reactor using Trichoderma harzianum with compressed air flow rate per minute of 0.5 vvm was obtained 131.70 ppm of soluble phosphorus on the third day of process.*

**Keywords:** Biossolubilization. Phosphorus. Compressed volumetric air flow rate per minute.

<sup>1</sup> (Doutor) em Engenharia Química pela Universidade Federal de Uberlândia. Docente da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. Eng. químico. Endereço eletrônico: brunacabral.uftm@gmail.com.

<sup>2</sup> (Mestre) em Engenharia Química pela Universidade Federal de Uberlândia. Docente da Universidade Federal de Uberlândia. Eng. químico. Endereço eletrônico: camilalamanes@gmail.com.

<sup>3</sup> (Mestre) em Engenharia Química pela Universidade Federal de Uberlândia. Eng. químico. Endereço eletrônico: felipesantos859@hotmail.com.

<sup>4</sup> (Mestre) em Engenharia Química pela Universidade Federal de Uberlândia. Eng. químico. Endereço eletrônico: sousa.larissa@yahoo.com.br.

<sup>5</sup> (Doutor) em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas. Docente da Universidade Federal de Uberlândia. Eng. químico. Endereço eletrônico: vicelma@ufu.br.

<sup>6</sup> (Doutor) em Engenharia de Alimentos pela Universidade Estadual de Campinas. Docente da Universidade Federal de Uberlândia. Eng. químico. Endereço eletrônico: ejribeiro@ufu.br.

## 1 Introdução

Com o aumento populacional no mundo acompanhado pelo uso acelerado da adubação química nos solos com baixa disponibilidade de nutrientes, houve um aumento nos efeitos desfavoráveis como lixiviação e eutrofização dos ecossistemas aquáticos, agravando a poluição ambiental (ADESEMOYE e KLOEPPER, 2009; ADESEMOYE *et al.* 2009; YANG, *et al.* 2009). Assim surgem estudos que envolvem mecanismos alternativos no processo de disponibilização do fósforo. Microrganismos solubilizadores de fósforo (PSM) podem solubilizar e mineralizar fósforo inorgânico e orgânico derivados do fósforo total do solo e ainda serem usados como inoculantes para aumentar a disponibilidade para as plantas (KUCEY *et al.* 1989; RICHARDSON, 2001; ILLMER *et al.* 1995; WHITELAW *et al.* 1999).

Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência da vazão volumétrica de ar comprimido no processo de biossolubilização de fósforo proveniente de concentrado de rocha fosfática em biorreator air-lift.

## 2 Material e Métodos

### 2.1 Materiais

**Concentrado de rocha fosfática:** A fonte de fósforo empregada neste trabalho foi o concentrado de rocha fosfática (fluorapatita), com teor de 35,7% de  $P_2O_5$ , fornecido pelo Complexo de Mineração de Tapira (Vale/Fosfértil), localizado na região do Alto Paranaíba, Minas Gerais.

**Microrganismo de trabalho:** O microrganismo empregado foi isolado/coletado no Complexo de Mineração de Araxá (Vale Fertilizantes), localizado em Minas Gerais. O isolado fúngico foi identificado como *Trichoderma harzianum* por testes bioquímicos de taxonomia convencional, pela Fundação André Tosello de Pesquisa e Tecnologia (Campinas/SP).

### 2.2 Métodos

Analisou-se a influência da vazão volumétrica de ar comprimido por minuto no processo de solubilização de fósforo em reator do tipo air-lift empregando vazão volumétrica de ar comprimido por minuto igual a 0,5 e 1,0 vvm. O meio sintético seletivo líquido empregado em volume de 2500 mL de reator air-lift era composto por Glicose (5 g/L),

Extrato de levedura (0,5 g/L), Concentrado de rocha fosfática (5 g/L), Sulfato de magnésio (0,1 g/L), Sulfato de amônio (0,5 g/L), Sulfato ferroso (0,001 g/L), Sulfato de Manganês (0,001 g/L), Cloreto de potássio (0,2 g/L). Avaliou-se o processo de biossolubilização de fósforo em reator air-lift durante o período de 6 dias, em que acompanhou-se a concentração de metabólitos e de fósforo solúvel em reator air-lift operando a  $28 \pm 0,5$  °C. A temperatura foi controlada por um banho termostatzado modelo Optherm HAAKE DC3.

O fósforo solúvel foi quantificado nos extratos líquidos (meio líquido) de acordo com o procedimento descrito em APHA – AWWA – WEF 4500-P Phosphorus (1998). A concentração de ácidos orgânicos foram realizadas por HPLC (High Performance Liquid Chromatography), marca Shimadzu modelo LC-20A Prominence, coluna SUPELCOGEL C-610H na qual os componentes são separados e detectados por refração de luz. Empregou-se como fase móvel ácido fosfórico (0,1%), com fluxo de 0,5 mL/min, temperatura do forno 32 °C e volume de injeção de 20 µL.

### 3 Resultados e Discussão

Ao estudar o processo de biossolubilização de fósforo proveniente de concentrado de rocha fosfática em biorreator air-lift empregando ar comprimido ascendente à vazão volumétrica de 0,5 vvm, obtiveram-se os resultados de concentração fósforo solúvel e ácidos orgânicos, apresentados na Figura 1. Ao empregar a vazão volumétrica de ar comprimido igual a 1,0 vvm obtiveram-se os resultados de concentração fósforo solúvel e ácidos orgânicos, apresentados na Figura 2.

Ao examinar a Figura 1 observa-se que os ácidos orgânicos (lático e acético) apresentaram máximas concentrações no terceiro dia, atingindo 3,84 e 4,4 µmol/mL, respectivamente, somando 8,24 µmol/mL de ácidos orgânicos (pH 5,08). A concentração de fósforo solúvel resultante da biossolubilização atingiu no terceiro dia de processo 131,70 ppm (16,90% de solubilização). Ao aumentar a vazão volumétrica de ar comprimido por minuto para 1,0 vvm, nota-se que para o mesmo tempo de operação do biorreator a concentração de fósforo solúvel atingiu a concentração de 101,6 ppm (13,04% de solubilização), acompanhada pela concentração total de ácidos (lático e acético) igual a 5,07 µmol/mL. Valores estes que apresentaram-se inferiores (biossolubilização de fósforo: redução de 22,85%, concentração de ácidos: redução de 38,47%) aos obtidos ao empregar 0,5 vvm no processo de biossolubilização de biorreator air-lift.

Figura 1 – Concentração de fósforo (■) e ácidos orgânicos (ácido láctico: ●, ácido acético: ▲) em reator tipo air-lift a  $28 \pm 3^\circ\text{C}$  (Concentração de glicose: 5 g/L, concentração celular inicial:  $3,8 \pm 0,5$  g/L, concentrado de rocha fosfática: 5 g/L, 0,5 vvm)

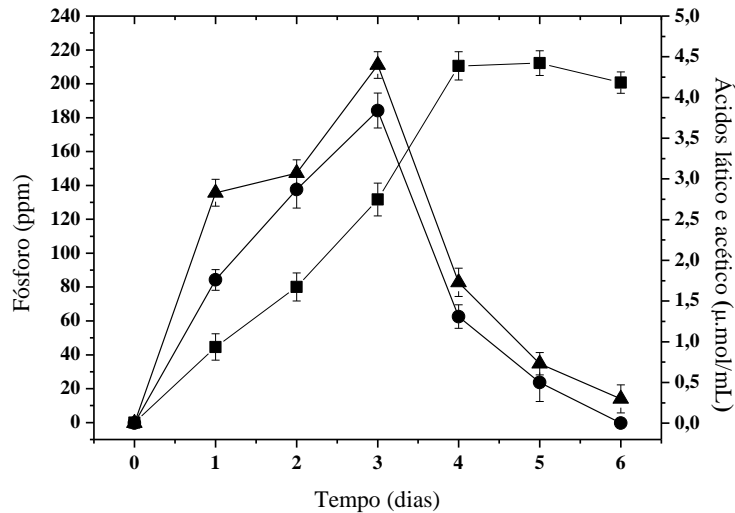
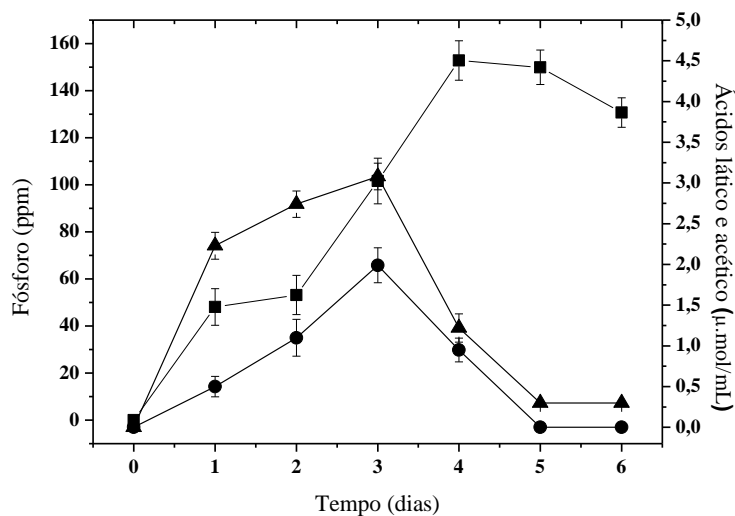


Figura 3.2 – Concentração de fósforo (■) e ácidos orgânicos (ácido láctico: ●, ácido acético: ▲) em reator tipo air-lift a  $28 \pm 3^\circ\text{C}$  (Concentração de glicose: 5 g/L; concentrado de rocha fosfática: 5 g/L; concentração celular inicial:  $3,5 \pm 0,5$  g/L; 1,0 vvm)



Nota-se, neste trabalho, que o processo de disponibilização de fósforo solúvel está intimamente ligado ao mecanismo de produção de ácidos orgânicos, já que diante de maiores concentrações de ácido láctico e acético a percentagem de biossolubilização apresentou-se superior. Bolan *et al.* (1994) verificaram que a aplicação de vários ácidos orgânicos de ocorrência normal em solos, tais como: málico, láctico, fórmico, acético, oxálico, tartárico e cítrico, a amostras de solos de diferentes composições mineralógicas e diferentes teores de carbono promoveu um aumento da solubilização do fosfato monocálcico e de rocha fosfática.

## 4 Conclusões

Conclui-se que ao empregar a vazão volumétrica de ar comprimido por minuto igual a 0,5 vvm no processo de biossolubilização de fósforo em reator air-lift com *Trichoderma harzianum* alcançou-se uma maior percentagem de fósforo solúvel proveniente de concentrado de rocha fosfática no terceiro dia de operação do biorreator.

## 5 Agradecimentos/ Apoio financeiro

Os autores gostariam de agradecer a CNPq, CAPES, FAPEMIG (Brasil), Universidade Federal de Uberlândia e Vale Fertilizantes pelo suporte ao longo do trabalho.

## Referências

- ADESEMOYE, A.; KLOEPPER, J. Plant–microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. **Applied Microbiology and Biotechnology**. v. 85, p. 1–12, 2009.
- ADESEMOYE, A.O.; TORBERT, H.A.; KLOEPPER, J.W. Plant growthpromoting rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers. **Microbial Ecology**. v. 58, p. 921-929, 2009.
- APHA – AWWA – WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 20th ed. Washington, D. C.: American Public Health Association , 1998. – part 4000 Inorganic nonmetallic constituents, 4500-P Phosphorus.
- BOLAN, N.S.; NAIDU, R.; MAHIMAIRAJA, S.; BASKARAN, S. Influence of low molecular-weight organic acids on the solubilization of phosphates. **Biology and Fertility of Soils**. v. 18, p. 311-319, 1994.
- ILLMER, P.; BARBATO, A.; SCHINNER, F. Solubilization of hardly soluble  $AlPO_4$  with P-solubilizing microorganisms. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 27, p. 265–270, 1995.
- KUCEY, R.M.N.; JANZEN, H.H.; LEGGETT, M.E. Microbially mediated increases in plant-available phosphorus. **Advanced Agronomy**, v. 42, p. 199–228, 1989.
- YANG, J, KLOEPPER, J., RYU C. Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. **Trends in Plant Science**, v. 14, p. 1-4. 2009.
- WHITELAW, M.A.; HARDEN, T.J.; HELYAR, K.R. Phosphate solubilisation in solution culture by the soil fungus *Penicillium radicum*. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 31, p. 655–665, 1999.
- RICHARDSON, A.E. Prospects for using soil microorganisms to improve the acquisition of phosphorus by plants. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 28, p. 897–906, 2001.