

APROVEITAMENTO DE FÓSFORO POR HÍBRIDO *zea mays* EM ROCHAS FOSFÁTICAS SEDIMENTARES COM O TRATAMENTO DE MICRORGANISMOS

Data de aceite: 03/07/2023

Emanuelly Ribeiro dos Santos

Estudante de graduação em Agronomia
(UFRRJ)

Luc Felicianus Marie Rouws

Pesquisador da Embrapa Agrobiologia

RESUMO: Fósforo (P) é um dos principais nutrientes que limitam a produtividade agrícola. Os principais desafios relacionados a esse nutriente são a disponibilidade limitada a nível global com poucos países fornecendo grande parte do mesmo e preços elevados e escassez são um risco. Outro problema é que boa parte do fósforo adicionado ao solo fica retida na forma de matéria orgânica ou em complexos com cátions (Fe^{3+} , Ca^{2+} e Al^{3+} por exemplo) ou com coloides, deixando o nutriente pouco disponível. Existe um interesse grande em identificar novas fontes de P (rochas, por exemplo) e insumos microbianos com capacidade de aumentar a eficiência de uso de fontes recalcitrantes. O presente trabalho tem o objetivo de estabelecer procedimentos para a identificação de combinações de rochas com alto teor de P e microrganismos (bactérias) capazes de

ajudar na disponibilização do P desse tipo de rocha. Para esse fim, tem-se usado o milho como planta teste e avalia-se o seu desempenho quando cultivado na presença de diferentes fontes P em combinação de microrganismos. Uma curva de resposta da planta a doses incrementais de P foi elaborada e identificou-se vasos com capacidade de 1 kg de terra como os melhores recipientes para a testagem. Iniciou-se ensaios com duas rochas fosfáticas em combinação com seis diferentes microrganismos.

PALAVRAS-CHAVE: bactérias, fósforo, milho, rocha, superfosfato.

USE OF PHOSPHORUS BY *Zea mays* HYBRID IN PHOSPHATE MINERAL ROCKS WITH THE TREATMENT OF MICROORGANISMS

ABSTRACT: Phosphorus (P) is one of the main nutrients limiting agricultural productivity. The main challenges related to this nutrient are availability at a global level with few Countries providing most of it, high prices and shortages are a risk. Another problem is that much of the phosphorus added to the soil is retained in the form of organic matter or in complexes with cations (Fe^{3+} , Ca^{2+} , and Al^{3+} for example) or with

colloids, making the nutrient less available. There is a great deal of effort in identifying new sources of P (rocks, for example) and microbial inputs capable of increasing the efficiency of using recalcitrant sources. The work presented aims to establish procedures for the identification of rock combinations with high P content and microorganisms (bacteria) able to help in the availability of P from this type of rock. For this purpose, corn has been used as a test plant and its performance is evaluated when cultivated in the presence of different sources of P in combination of microorganisms. A plant response curve to incremental doses of P was prepared and pots with a capacity of 1 kg of soil were identified as the best recipients for testing. Tests were started with two phosphate rocks in combination with six different microorganisms.

KEYWORDS: bacteria, phosphorus, corn, rock, superphosphate.

INTRODUÇÃO

O fósforo (P) é macronutriente mineral essencial para o desenvolvimento vegetal. Os solos brasileiros, situados em faixa tropical, em sua grande parte latossolos, argissolos e neossolos, apresentam deficiência de P, por apresentarem forte adsorção desse elemento nos colóides do solo, tornando-o para as plantas (BENEDITO, 2007). Na agricultura o P é adicionado através de fertilizantes fosfatados, oriundos da rocha fosfática, que ao ser acidificada produz os fosfatos solúveis, tendo alto valor para o produtor visto que grande parte é advinda de importações. Existe um interesse mundial em aplicar microrganismos (bactérias e fungos principalmente) na agricultura no intuito de combater doenças e pragas e promover o crescimento de culturas agrícolas. Ademais, os microrganismos dissolvem o fósforo complexado de rochas não processadas ao liberarem ácidos orgânicos na rizosfera, um exemplo são os fungos micorrizos, como o *Glomus clarum*.

Um produto da fonte de P é o fertilizante Superfosfato triplo (SFT), o qual pode ser utilizado em tratamentos com microrganismos para o aproveitamento do fósforo. Nesse trabalho usou-se um esquema de seleção onde a planta estará presente, junto à seleção de microrganismo.

MATERIAL E MÉTODOS

O primeiro experimento foi conduzido em tubetes de 300 g, contendo Latossolo Vermelho eutrófico (SANTOS et al., 2018), coletado na camada de 0-20 cm de profundidade. Cada tubete recebeu duas sementes de milho (híbrido AG 8740), e 50 mL de solução nutritiva. A solução nutritiva forneceu todos os macro e micronutrientes essenciais, com exceção do P, foram: 200 mg.kg⁻¹ de K (KCl) e N (uréia); 80 mg.kg⁻¹ de S (NH₄SO₄); 100 mg.kg⁻¹ de Mg (MgSO₄.7H₂O); 0,8 mg.kg⁻¹ de B (H₃BO₃); 0,15 mg.kg⁻¹ de Mo (Na₂MoO₄.2H₂O); 4 mg.kg⁻¹ de Zn (ZnSO₄.7H₂O); 3,6 mg.kg⁻¹ de Mn (MnCl₂.4H₂O); 1,5 mg.kg⁻¹ de Fe (FeCl₃.6H₂O); 1,3 mg.kg⁻¹ de Cu (CuSO₄.5H₂O). A solução em questão, foi aplicada aos sete DAE e uma dose de reforço, contendo nitrogênio e potássio aos 20 DAE com

delineamento de seis tratamentos.

No segundo experimento foi montado em casa de vegetação, com delineamento de blocos ao acaso. Utilizou-se SFT e houve a aplicação de solução nutritiva de KCl e Ureia. Assim, observa-se o gráfico da massa seca em diferentes doses de P, apresentado na figura 1.

O terceiro experimento avaliou diferentes fontes de P: sem adição de P, SFT, rocha OCP e rocha Morro Verde Portanto, para as três fontes de P foram acrescentados 20 mg de P por vaso.

Avaliou-se também inoculantes comerciais, estirpes e controle não inoculado. Antes da instalação do experimento, todas as formulações de inoculantes foram submetidas à diluição seriada (base 10) para fins de controle de qualidade e quantificação.

O quarto experimento foi montado em casa de vegetação, com delineamento de blocos ao acaso, foi realizado com maiores doses de P e menos microrganismos. Para todas as fontes de acrescentou-se 20 mg de P por vaso, e utilizou-se 50 ml de solução nutritiva por vaso (Figura 2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro experimento, os resultados mostram que não se obteve resposta das plantas para as doses de reforço da solução nutritiva, apresentando cada vez mais deficiência de P. Além disso, a planta tinha pouco espaço para se desenvolver. Por fim, era esperada uma curva aonde o fósforo chegasse a seu auge, e a partir do ponto máximo descaísse e parasse de fazer efeito. Contudo, o ponto não foi atingido, já que a planta precisava cada vez mais de nutrientes.

No segundo experimento, os resultados mostram que até a dose 120 a planta estava respondendo bem a maiores doses de fosfato; após isso o crescimento da planta estabilizou. Portanto, as doses 120 a 160 são as mais apropriadas para dose de referência (Figura1).

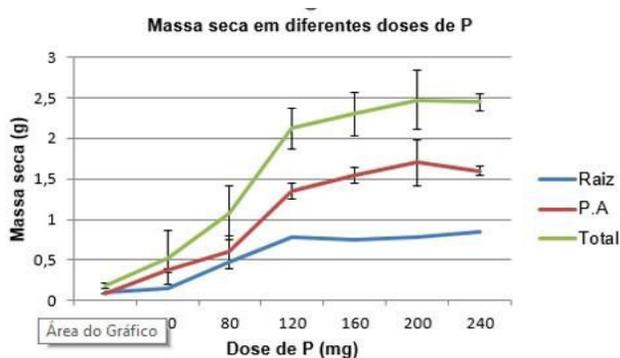


Figura 1- Massa seca em diferentes doses de fósforo, mostrando a eficiência de P nos tratamentos em vasos de 1 kg. A imagem refere-se ao experimento 2.

No terceiro experimento feito em casa de vegetação, para ver a eficiência dos inoculantes em combinação com diferentes fontes de fósforo, foi feita uma diluição seriada para ver a quantidade de colônias viáveis.

O resultado desse experimento mostrou que o tratamento sem inoculação teve melhor desempenho com o SFT, uma vez que a quantidade de P usada nesse experimento foi pequena, e a quantidade de bactérias foi muito grande.

No quarto experimento, o Biomafos decolou muito nos tratamentos com morro verde, em comparação a outras fontes. Posteriormente, foi feita uma investigação sobre possíveis causas, já que era esperado um resultado mais baixo nessa fonte, por ser mais pobre em P comparada as outras. Assim, foi descoberto que houve uma acidulação na fonte, o que explica o seu bom desempenho. Devido a isso, os resultados não devem ser levados em consideração, já que a fonte não estava em seu estado natural. Também, os outros inoculantes não parecem ser eficientes nesse experimento se comparado as parcelas sem inoculantes (Figura 2).

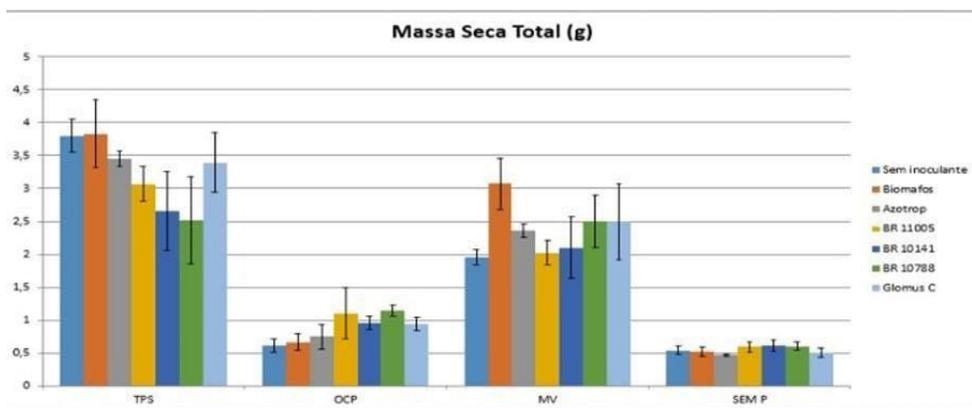


Figura 2 - Massa seca de plantas milho, inoculadas após cultivo em solo com diferentes fontes de P.

CONCLUSÕES

No experimento 1, os tubetes não funcionam para esse tipo de experimento, pois quanto menor o espaço, maior o sofrimento da planta, e o substrato fica compactado em cima e úmido em baixo.

No experimento 2, os vasos de 1kg funcionam para esse tipo de experimento, assim, a planta responde a doses maiores de fosfato até 120, e após essa dose a planta estabiliza.

No experimento 3, todos inoculantes tiveram bom desempenho no SFT. Já o controle sem inoculante apresentou melhor desempenho dos que os outros (com exceção do fungo), uma hipótese é que esses microrganismos estavam competindo o nutriente com a planta.

No experimento 4, os diferentes inoculantes não foram eficientes nesse experimento se comparados as parcelas sem inoculantes.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em especial ao orientador desse projeto Luc Rouws, por todo ensinamento durante toda a realização dos experimentos. Também à aluna de mestrado Jéssica Kaminski Ramos, pela colaboração e troca de informações e ao seu orientador Bruno Alves. Por fim, agradeço à EMBRAPA Agrobiologia, pela oportunidade de realizar esse projeto como aluna de iniciação científica pela PIBIC.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

BASHAN, Y.; KAMNEV, A.A.; DE-BASHAN, L.E. **Tricalcium phosphate is inappropriate as a universal selection factor for isolating and testing phosphate- solubilizing bacteria that enhance plant growth: a proposal for an alternative procedure.** 4. ed. [S.L]: Biology & Fertility Of Soils, 2013. 49 v.

BENEDITO, D.S. **Eficiência agrônômica de fontes alternativas de fósforo e modelo de predição do uso de fosfatos naturais.** 2007. 121 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2007.

GOEDERT, W.J.; SOUSA, D.M.G.; REIN, T.A. **Princípios metodológicos para avaliação agrônômica de fontes de fósforo.** 2. ed. Planaltina: Comitê de Publicações, 1986. 24 p.

LICHTFOUSE, E. **Genetic engineering, biofertilisation, soil quality and organic farming.** 4. ed. France: Springer, 2010. 421 p.

PII, Y. et al. **Microbial interactions in the rhizosphere:** beneficial influences of rhizobacteria plant growth promoters in the process of acquiring nutrients. A review. 51. ed. Beltsville, Maryland And Washington: National Agricultural Library, 201. 415 p.

RICHARDSON, A.E. et al. **Acquisition of phosphorus and nitrogen in rhizosphere and promotion of plant growth by microorganisms.** [S.L]: Springer, 2009.

ZUTTER, N. et al. **Displacements in the rhizobiome during consecutive in-plant enrichment for phosphate- solubilizing bacteria differentially affect the P status of corn.** [S.L]: John Wiley; Sons Ltd And Society For Applied Microbiology, 2021.19 p.