

---

## CRESCIMENTO DE MILHO EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO DE FERTILIZANTES FOSFATADOS ASSOCIADOS A BACTÉRIAS SOLUBILIZADORAS DE FÓSFORO

Corn growth as result of the application of phosphate fertilizers associated with phosphorus solubilizing bacteria

**Carla Beatriz Ferreira<sup>1</sup>**

AgBiTech – Luís Eduardo Magalhães/Bahia  
karlabferreira1@gmail.com

**Caique Carlos Rodrigues França<sup>2</sup>**

Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira – Luís Eduardo Magalhães/Bahia  
caiqueagro26@gmail.com  
 lattes.cnpq.br/1384132237365181

**Jerusa Maia e Sá<sup>3</sup>**

Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira – Luís Eduardo Magalhães/Bahia  
jerusa.maia@faahf.edu.br  
 lattes.cnpq.br/7188263170708213

**Rafael de Queiroz Costa<sup>4</sup>**

Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira – Luís Eduardo Magalhães/Bahia  
rafacosta627@gmail.com  
 lattes.cnpq.br/7431888655743207

**Greice Marques Barbosa<sup>5</sup>**

Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira – Luís Eduardo Magalhães/Bahia  
greiceagro@gmail.com  
 lattes.cnpq.br/85188956855337981

**Heliab Bomfim Nunes<sup>6</sup>**

Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira – Luís Eduardo Magalhães/Bahia  
heliabnunes@hotmail.com  
 lattes.cnpq.br/9837667660651271

---

\* **Editora Responsável:** Fabiana Regina da Silva Grossi Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8006397305740459>

<sup>1</sup>Engenheira agrônoma, Assistente Técnico da AgBitech.

<sup>2</sup>Estudante agronomia pelo Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira, UNIFA AHF.

<sup>3</sup>Doutora, professora pelo Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira, UNIFA AHF.

<sup>4</sup>Doutora, professora pelo Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira, UNIFA AHF.

<sup>5</sup>Doutora, professora pelo Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira, UNIFA AHF.

<sup>6</sup>Doutora, professora pelo Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira, UNIFA AHF.

---

**RESUMO:** O milho é responsivo a adubação fosfatada, comumente realizada com fosfatos solúveis que apresentam grande dispêndio ambiental. A eficiência da adubação fosfatada com fosfatos naturais pode ser viabilizada com o uso de bactérias solubilizadoras de fósforo. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento de plantas de milho em resposta ao uso de fontes naturais e solúveis de fósforo isolados ou associados a inoculação de sementes com *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis*. O experimento foi conduzido em ambiente protegido na área experimental do Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira (UNIFAAHF), em Luís Eduardo Magalhães – BA. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com esquema fatorial 2 x 5, sendo o fator 1 correspondente a presença e ausência de bactérias solubilizadoras de fósforo, o fator 2 correspondendo a 4 fontes de P: superfosfato simples (SFS), fosfato natural reativo (FRN) Bayóvar, fosfato natural (FN) Catalão, FN Araxá e mais um tratamento controle (sem adição de P). Foi utilizado o híbrido B2801 de milho, aos 50 dias após a emergência foi avaliado o número de folhas, altura da planta, diâmetro do caule, massa seca da parte aérea, massa seca da raiz e massa seca total. Verificou que o número de folhas não se diferenciou, as demais variáveis analisadas apresentaram resultados significativos, onde o SFS associado ou não as bactérias solubilizadoras apresentou maiores médias em todas as variáveis analisadas. Quando associado às bactérias solubilizadoras, o FN Araxá apresentou maior altura de planta, diâmetro de colmo e acúmulo de fitomassa aérea e radicular.

**Palavras-chave:** microrganismos, *Zea mays*, adubação.

**ABSTRACT:** Corn is responsive to phosphate fertilizers, commonly carried out with soluble phosphates, which are highly environmentally costly. The efficiency of phosphate fertilizers with natural phosphates can be made possible with the use of phosphorus-solubilizing bacteria. Therefore, the objective of this work was to evaluate the development of corn plants in response to the use of natural and soluble sources of phosphorus isolated or associated with seed inoculation with *Bacillus megaterium* and *Bacillus subtilis*. The experiment was conducted in a protected environment in the experimental area of the Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira (UNIFAAHF), in Luís Eduardo Magalhães – BA. The experimental design was in randomized blocks, with a 2 x 5 factorial scheme, with factor 1 corresponding to the presence and absence of phosphorus solubilizing bacteria, factor 2 corresponding to 4 sources of P: simple superphosphate (SFS), phosphate reactive natural (FRN) Bayóvar, natural phosphate (FN) Catalão, FN Araxá and another control treatment (without added P). The corn hybrid B2801 was used, 50 days after emergence the number of leaves, plant height, stem diameter, aerial part dry mass, root dry mass and total dry mass were evaluated. It was found that the number of leaves did not differ, the other variables analyzed presented significant results, where the SFS associated or not with solubilizing bacteria presented higher averages in all the variables analyzed. When associated with solubilizing bacteria, FN Araxá showed greater plant height, stem diameter and accumulation of aerial and root phytomass.

**Keywords:** Microorganisms, *Zea mays*, fertilization.

**SUMÁRIO: INTRODUÇÃO; MATERIAL E MÉTODOS; RESULTADOS E DISCUSSÃO; CONSIDERAÇÕES FINAIS; REFERÊNCIAS.**

---

## INTRODUÇÃO

O grão mais produzido no mundo é o milho, na safra 2020/2021 a produção atingiu cerca de 1,12 bilhões de toneladas (SHAHBANDEH, 2021). O Brasil é o terceiro maior produtor, precedido pela China e Estados Unidos, na safra 2021/2022 obteve uma produção de 131,9 milhões de toneladas (CONAB, 2023).

Para atender à necessidade de produção de alimentos atual e obtenção de altas produtividades de milho, é necessário um manejo adequado das práticas culturais e, dentre estas, o manejo da adubação fosfatada.

Dentre os macronutrientes requeridos pelas culturas, o P é um dos que mais limitam a produtividade agrícola, em conjunto com o nitrogênio e potássio (HOU et al., 2020). Na agricultura brasileira, para obter altas produtividades de grãos, é fundamental corrigir a carência deste elemento, através da utilização de fertilizantes. Os teores naturais dos solos são baixos e apresentam alta capacidade de fixação do P (ZUCARELI et al., 2018).

Em razão das características químicas dos solos tropicais, especialmente os de Cerrado, apenas 10 a 20 % do total de P aplicado via fertilizantes fosfatados são, efetivamente, utilizados pelas culturas (MUINDI et al., 2019). Quando o fósforo é absorvido em pequenas concentrações, o desenvolvimento e rendimento da planta são comprometidos (SASABUCHI et al., 2023), o nutriente está relacionado ao fluxo e armazenamento de energia nas células vegetais (GOMES et al., 2011).

O uso crescente de fertilizantes fosfatados para corrigir a dificuldade da baixa disponibilidade de P tem impacto considerável na economia e no ambiente, visto que os processos químicos para produzir esses fertilizantes são de alto custo em termos energéticos, além das reservas de rocha fosfática serem recursos não-renováveis. Além disso, aumenta as emissões de gases de efeito estufa e eleva os riscos de perdas de P que podem levar a eutrofização dos cursos d'água (MARKS et al., 2013).

A alta capacidade de fixação de P em solos tropicais leva ao uso de altas dosagens de adubos fosfatados para alcançar altas produtividades, resultando em um elevado custo para o produtor rural. De modo global, se persistir a atual quantidade de fertilizantes utilizadas, estimativas apontam que as reservas de rocha fosfática serão esgotadas nos próximos 60 a 90 anos (GRAHAM E VANCE, 2003; CORDELL et al., 2009).

Nos últimos anos, vários estudos têm mostrado que o uso de inoculantes contendo bactérias solubilizadoras de P aumentam de forma significativa o P disponível e a absorção

deste nutriente pelas plantas (IRSHAD et al., 2012; OWEN et al., 2015). Esses microrganismos conseguem atuar na solubilização do P e/ou na liberação de fosfatos solúveis por meio de sua ação quelante sobre cátions (KALAYU, 2019). Pode haver ainda a síntese de sideróforos, moléculas orgânicas de baixo peso molecular, que são capazes de captar o ferro associado ao P, desta forma o nutriente é liberado para absorção pelas raízes das plantas (SOBRAL; OLIVEIRA; SANTOS, 2018).

Desta forma, o objetivo desse trabalho foi avaliar o desenvolvimento de plantas de milho em resposta ao uso de fontes naturais e solúveis de fósforo isolados ou associados a inoculação de sementes com *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis*.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na área experimental do Centro Universitário Arnaldo Horácio Ferreira (UNIFAAHF), em Luís Eduardo Magalhães – BA. A amostra de solo utilizada foi coletada na camada de 0 a 20 cm de profundidade de um Latossolo Vermelho-Amarelo, de textura franco-arenosa, apresentando 113, 28 e 859 g kg<sup>-1</sup> de argila, silte e areia, respectivamente. As propriedades químicas do solo estão descritas na tabela 1.

**Tabela 1.** Propriedades químicas do solo que foi utilizado no experimento

pH	MO	P	S	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	T	V	m
CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>							%		
4,42	9,30	5,10	7,25	0,40	8,45	3,0	4,30	47	11,85	58,85	20,14	26,63

(MO: matéria orgânica, SB: soma de bases, T: capacidade de troca de cátions a pH 7,0, V: saturação de bases, m: saturação de alumínio)

Antes de iniciar o estudo foi realizado calagem do solo com objetivo de elevar sua saturação por bases para 70 %. Para isso, foi adicionada a dose correspondente de calcário de 8,7g por vaso, e o solo permaneceu incubado por 30 dias, mantendo sempre com umidade.

As unidades experimentais foram compostas por vasos plásticos com capacidade de 5 kg de solo. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, organizado em esquema fatorial 2 x 5, sendo o fator 1 correspondente a presença e ausência de *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium*, e o fator 2 correspondendo a 4 fontes de P: superfosfato simples (SFS) 3,814 g por vaso, FRN Bayóvar 2,367g por vaso, FN Catalão 1,907g por vaso, FN Araxá com 2,452 g e mais um tratamento controle (sem adição de P). Foram utilizadas

---

quatro repetições por tratamento, totalizando 40 parcelas experimentais. Empregou-se a dose de 100 mg de P kg<sup>-1</sup> de solo. Para a inoculação das sementes foi utilizado o produto comercial BiomaPhos®.

As fontes de P foram incorporadas a todo o solo e, em seguida, foi realizado o tratamento das sementes com as bactérias solubilizadoras de P conforme recomendação do fabricante (dos de 100 ml para 60.000 sementes), em seguida, foi realizado a semeadura de 6 sementes do híbrido B2801 por vaso. Após a emergência das plântulas, aos 20 dias fez-se o desbaste, deixando-se duas plantas por vaso. Os demais nutrientes foram adicionados na forma de solução, no doses de 150 mg kg<sup>-1</sup> K (como nitrato de potássio), 11,2 mg kg<sup>-1</sup> S (como sulfato de amônio), 100 mg kg<sup>-1</sup> de N (46,2 mg kg<sup>-1</sup> como sulfato de amônio e 53,8 mg kg<sup>-1</sup> na forma de nitrato de potássio), 2 mg kg<sup>-1</sup> Cu (CuSO<sub>4</sub>), 1 mg kg<sup>-1</sup> Zn (ZnSO<sub>4</sub>), 0,05 mg kg<sup>-1</sup> B (bórax) e 0,2 mg kg<sup>-1</sup> Mo (molibdato de sódio).

O experimento foi conduzido até 50 dias após a emergência, em seguida, foi realizada a coleta da parte aérea fazendo-se o corte do colmo rente ao solo. As raízes foram separadas do solo, lavadas com auxílio de uma peneira. Os materiais vegetais acondicionados em sacos de papel do tipo kraft e levados a estufa com circulação forçada do ar, ajustada para 65°C, até massa constante (NAKAGAWA, 1999). Após total secagem do material, foi a massa seca da parte aérea (MSPA) e a massa seca das raízes (MSR) em balança com precisão de 0,001g, os resultados foram expressos em gramas por vaso. A massa seca total (MST) foi obtida pela soma de MSPA e MSR.

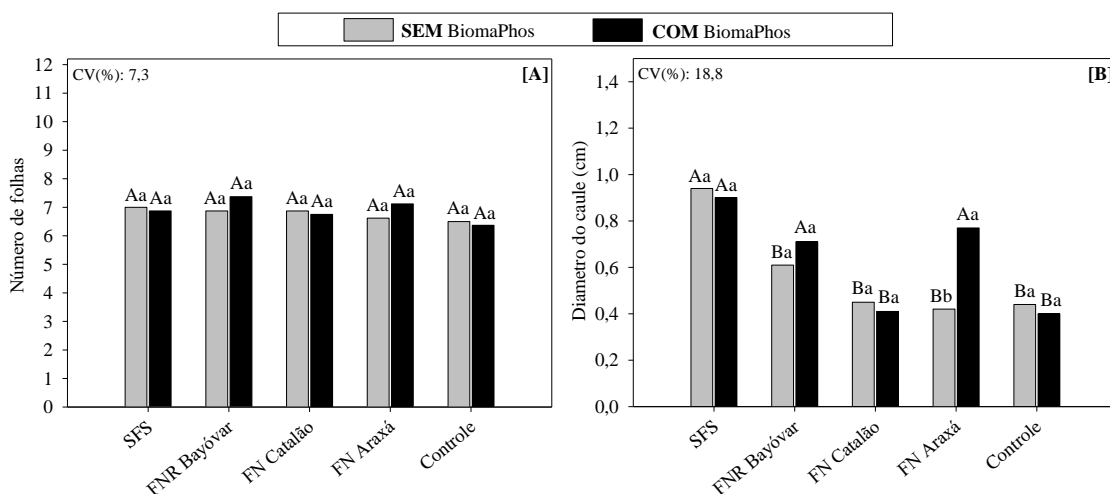
A altura das plantas foi medida da superfície do solo até a base da última folha com uso de uma fita métrica, o número de folhas por contagem direta e o diâmetro do colmo com auxílio de paquímetro (BELEZE et al., 2003).

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade utilizado o programa estatístico AgroEstat (BARBOSA E MALDONADO, 2015).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Para a variável número de folhas não houve diferença significativa entre as fontes de P, assim como não apresentou diferença com relação a presença ou ausência do inoculante solubilizador de P (Figura 1 A).

Para a variável diâmetro do caule, levando em consideração os fertilizantes sem a presença das bactérias solubilizadoras, o SFS apresentou valores superiores. Entre as demais fontes não houve diferença significativa. Quando os fertilizantes foram associados as bactérias solubilizadoras, o SFS, o fosfato de Bayóvar e o fosfato de Araxá apresentaram maior diâmetro de colmo. O efeito da aplicação das bactérias solubilizadoras foi observado apenas no FN Araxá, onde a associação às bactérias promoveu maior diâmetro de colmo (Figura 1 B).

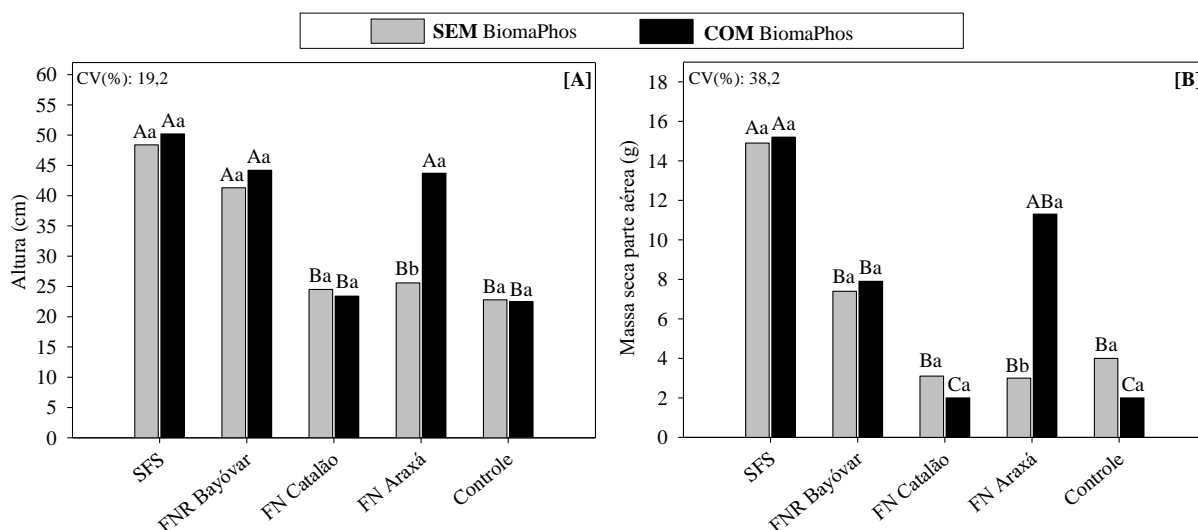


**Figura 1.** [A] número de folhas e [B] diâmetro do caule de plantas de milho em função de fontes de P e da inoculação com *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium*. Colunas seguidas de mesma letra não diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas comparam as fontes de P aplicados em cada modalidade de inoculação, e letras minúsculas comparam os tratamentos com e sem inoculação com *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* para uma mesma fonte de P.

Na altura da planta, considerando os fertilizantes sem a presença das bactérias solubilizadora, as fontes de P SFS e FNR Bayóvar demonstrou os maiores valores. Entre as outras fontes não houve diferença. Quando avaliado as fontes na presença das bactérias solubilizadora, o SFS, FNR Bayóvar e FN Araxá apresentaram médias superiores. Quando comparado a presença e ausência da bactéria solubilizadora, apenas o FN Araxá apresentou diferença significativa com a inoculação das sementes com *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* (Figura 2 A).

Para a variável MSPA, considerando os fertilizantes sem a presença de bactérias solubilizadoras, o fertilizante SFS proporcionou os maiores valores. Entre as fontes de baixa solubilidade, não houve diferença. Por outro lado, quando avaliado os fertilizantes associados as bactérias solubilizadoras, o FN Araxá apresentou média igual ao SFS. Quando comparado

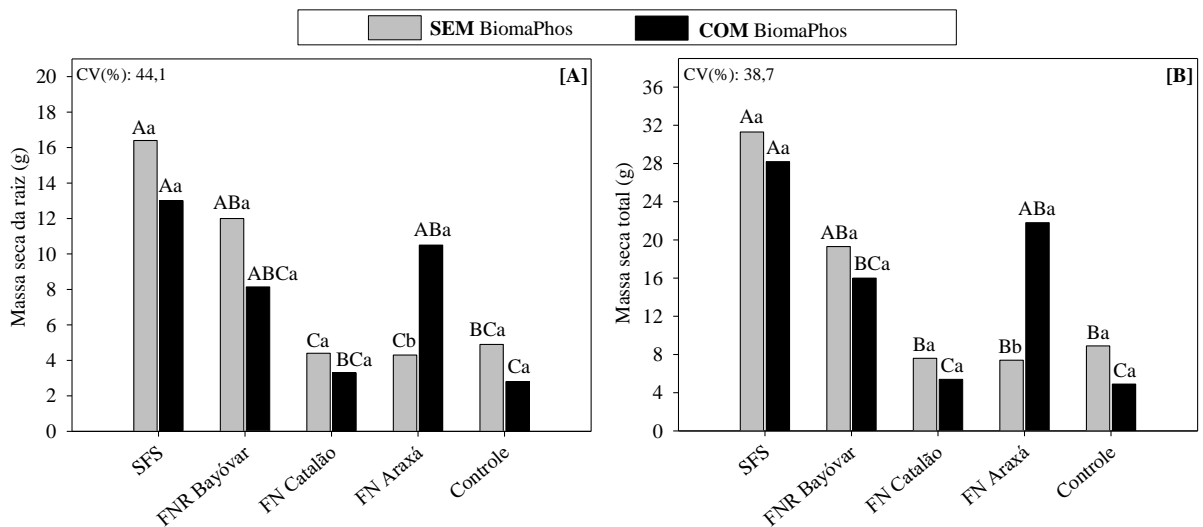
a presença e ausência das bactérias solubilizadoras, houve diferença apenas para o FN de Araxá, onde a utilização do inoculante proporcionou maiores valores MSPA (Figura 2 B).



**Figura 2.** [A] altura e [B] massa seca da parte aérea de plantas de milho em função de fontes de P e da inoculação com *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium*. Colunas seguidas de mesma letra não diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas comparam as fontes de P aplicados em cada modalidade de inoculação, e letras minúsculas comparam os tratamentos com e sem inoculação com *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* para uma mesma fonte de P.

Analisando a MSR, observa-se que considerando os fertilizantes sem a presença das bactérias solubilizadoras, o fertilizante SFS e FNR Bayóvar proporcionaram maiores valores, sem diferença entre as demais fontes. Quando os fertilizantes foram associados às bactérias solubilizadoras, não houve diferença do SFS, em relação ao FNR Bayóvar e FN Araxá, que apresentaram médias superiores às demais fontes de P. Com relação a presença ou ausência das bactérias solubilizadoras, o FN Araxá apresentou diferença significativa com maior média quando houve adição do produto (Figura 3 A).

A massa seca total apresentou maiores valores nos fertilizantes SFS e FNR Bayóvar quando avaliado sem a presença das bactérias solubilizadoras. Os outros fertilizantes não apresentaram diferença. Avaliando a presença do *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium*, observa-se que o SFS e o FN Araxá tiveram diferença significativa com relação aos demais que se igualam. Houve efeito significativo da associação do *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* ao FN Araxá, com maior massa seca total na presença desse (Figura 3 B).



**Figura 3.** [A] massa seca da raiz e [B] massa seca total de plantas de milho em função de fontes de P e da inoculação com *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium*. Colunas seguidas de mesma letra não diferem ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey. Letras maiúsculas comparam as fontes de P aplicados em cada modalidade de inoculação, e letras minúsculas comparam os tratamentos com e sem inoculação com *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* para uma mesma fonte de P.

Sabe-se que as bactérias *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* são capazes de solubilizar o P contido em fertilizantes de baixa solubilidade. Vários estudos têm provado que o uso de inoculantes contendo bactérias solubilizadoras de fosfato elevam consideravelmente o P disponível e a absorção deste nutriente pelas plantas (IRSHAD et al., 2012; OWEN et al., 2015). Com base nos resultados do presente estudo, esse comportamento foi verificado apenas para o FN de Araxá.

De acordo com Narloch et al (2002), a associação de microrganismos solubilizadores de fosfato com fertilizantes de menor solubilidade tem estabelecido um papel significativo para melhor aproveitamento de fertilizantes minerais. Em outras condições, o uso de microrganismos solubilizadores tem promovido o uso de menores doses de P (AGUIAR et al., 2022), que viabiliza o uso mais eficiente do nutriente aplicado ao solo.

Plantas de milho apresentaram maior crescimento e desenvolvimento com o uso de *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* (BiomaPhos®). As bactérias promoveram maior biodisponibilidade de P (GOMES et al, 2011), demonstrando o potencial de utilização destes microrganismos em combinação com rochas fosfatadas como opção ao uso de fertilizantes convencionais.



---

Na safra 2018/2019 foi realizado em Lavras-MG, com a cultura da soja, um experimento, onde os resultados foram bastante significativos e apresentam semelhanças com o presente estudo. Foi realizada a aplicação de *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* (BiomaPhos®, na dosagem de 100 mL ha<sup>-1</sup>, no sulco da semeadura. Foi observado maior produção de massa seca da parte aérea e do sistema radicular das plantas, além de maior enchimento de grãos (MEYER et al., 2022).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O superfosfato simples associado ou não as bactérias solubilizadoras apresentou maiores médias em todas as variáveis analisadas.

O FN Araxá apresentou maiores valores e maior desenvolvimento da planta em todas as variáveis analisadas quando associado ao uso de *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium*.

## REFERÊNCIAS

- AGUIAR, F.R.; FRANÇA, A.C.; FRANCO, M.H.R.; MAIA, J.E.S.; ARAÚJO, N.O.; LEMES, E.M.; CAMARGO, R. Maize crop response to different levels of mineral and or-ganomineral fertilization associated with plant growth promoting bacteria (PGPBs). *Brazilian Journal of Development*, v.8, n. 11, p. 75406-75426, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n11-313>. Acesso em: 07 nov. 2023.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **Experimentação agrônômica wagroestat – sistema para análises estatísticas de ensaios agrônômicos**. v.1. Jaboticabal, 396p. 2015.
- BELEZE, J.R.F.; ZEOULA, L.M.; CECATO, U. et al. Avaliação de cinco híbridos de milho (*Zea mays* L.) em diferentes estádios de maturação. 2. Concentrações dos componentes estruturais e correlações. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.3, p.538-545, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000300005>. Acesso em: 30 out. 2023.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Com novo recorde, produção de grãos na safra 2022/23 chega a 322,8 milhões de toneladas**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/5157-com-novo-recorde-producao-de-graos-na-safra-2022-23-chega-a-322-8-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 17 nov. 2023. Conab, set. 2023.

---

CORDELL, D.; DRANGERT, J.O.; WHITE, S. The story of phosphorus: Global food security and food for thought. **Global Environmental Change**, Oxford, v. 19, n. 2, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.10.009>. Acesso em: 05 nov. 2023.

GOMES, E.A.; PAIVA, C.A.O.; DIAS, F.E.S.; SANTOS, F.C.; MARRIEL, I.E. Efeito da inoculação de bactérias solubilizadoras de fosfato sobre o crescimento de milho (*Pennisetum glaucum*) fertilizado com fosfato de rocha. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 43, 2011. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57176/1/bol-43.pdf>. Acesso em 16 de nov. 2023.

GRAHAM, P.H; VANCE, C.P. Legumes: Importance and Constraints to Greater Use. **Plant Physiology**. v. 131, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1104/pp.017004>. Acesso em 02 nov. 2023.

HOU, E.; LUO, Y.; KUANG, Y.; CHEN, C.; LU, X.; JIANG, L.; LUO, X.; WEN, D. Global meta-analysis shows pervasive phosphorus limitation of aboveground plant production in natural terrestrial ecosystems. **Nature Communications**, v. 11, 2020. Disponível em: | <https://doi.org/10.1038/s41467-020-14492-w>. Acesso em: 17 nov. 2023.

IRSHAD, U.; VILLENAVE, C.; BRAUMAN, A.; PLASSARD, C. Phosphorus acquisition from phytate depends on efficient bacterial grazing, irrespective of the mycorrhizal status of *Pinus pinaster*. **Plant and Soil**, v. 358, p. 155-168, 2012.

KALAYU, G. Phosphate solubilizing microorganisms: promising approach as biofertilizers. **International Journal of Agronomy**, v. 2019, ID4917256, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2019/4917256>. Acesso em: 03 nov. 2023.

MARKS, B.B.; MEGÍAS, M.; NOGUEIRA, M.A.; HUNGRIA, M. Biotechnological potential of rhizobial metabolites to enhance the performance of *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense* inoculants with soybean and maize. **AMB Express**, v. 3, n. 1, p. 21-21, 2013.

MEYER, M. C.; BUENO, A. de F.; MAZARO, S. M.; SILVA, J. C. da (ed.). **Bioinsumos na cultura da soja**. Brasília, DF: Embrapa, 2022.

MUINDI, E.M. Understand soil phosphorus. **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 31, n. 2, p. 1-18, 2019. Disponível em: [10.9734/ijpss/2019/v31i230208](https://doi.org/10.9734/ijpss/2019/v31i230208). Acesso em 17 nov. 2023.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In: KRZYŻANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Abrates: Londrina, cap.2, p.1-24, 1999.

NARLOCH, C.; OLIVEIRA, V. L.; ANJOS, J. T.; SILVA FILHO, G.N. Respostas da cultura do rabanete à inoculação com fungos solubilizadores de fosfatos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 6, 2002.

---

OWEN, D.; WILLIAMS, A.; GRIFFITH, G.; WITHERS, P. Use of commercial bioinoculants to increase agricultural production through improved phosphorus acquisition. **Applied Soil Ecology**, v. 86, p. 41-54, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2014.09.012>. Acesso em: 09 nov.2023.

SASABUCHI, I.T.M.; KRIEGER, K.S.; NUNES, R.S.; FERREIRA, A.C.; XAVIER, G.T.M.; URZEDO, A.L.; CARVALHO, W.A.; FADINI, P.S. Sustentabilidade no uso do fósforo: uma revisão bibliográfica com foco na situação atual do estado de São Paulo, Brasil. **Química Nova**, v. 46, n. 2, p. 185-198, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170967>. Acesso em: 6 nov. 2023.

SHAHBANDEH, M. Grain production worldwide 2020/21, by type. **Produção de grãos no mundo 2020/21, por tipo**. Producción de cereales a nivel mundial 2020/21, por tipo. Statista, jul. 2021. Disponível em: <https://www.statista.com/statistics/263977/world-grain-production-by-type/>. Acesso em: 20 ago. 2022.

SOBRAL, L.F.; OLIVEIRA, C.A.; SANTOS, F.C. Adubação organomineral no milho associada a microrganismos solubilizadores de fósforo. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 137. 2018, 18p. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/189613/1/BP-137.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2023.

ZUCARELI, C.; BARZAN, R.B.; SILVA, J.B.; CHAVES, D.P. Associação de fosfatos e inoculação com *Bacillus subtilis* e seu efeito no crescimento e desempenho produtivo do feijoeiro. **Revista Ceres**, v. 65, n. 2, p. 189-195, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-737X201865020011>. Acesso em: 17 nov. 2023.