

# INOCULANTES SOLUBILIZADORES DE FÓSFORO NO FEIJOEIRO EM DIFERENTES FORMAS DE APLICAÇÃO



## Inoculantes solubilizadores de fósforo no feijoeiro em diferentes formas de aplicação

Jonata Mateus Pasquali<sup>1</sup>; Nayara Parisoto Boiago<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

<sup>1</sup>jonata.m.p@hotmail.com

**Resumo:** O objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos dos inoculantes solubilizadores de fósforo com microrganismos *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* e *Pseudomonas fluorescens* em diferentes formas de aplicação na cultura do feijão. O delineamento experimental foi conduzido em blocos casualizados em sistema bifatorial, realizado a campo no município de Cascavel-PR, com início de semeadura em março, e término em junho de 2022, onde foram realizados cinco tratamentos com quatro repetições, totalizando 20 parcelas de 2 metros de largura por 5 metros de comprimento, sendo, T1: tratamento controle (Testemunha); T2: Produto A via tratamento de sementes; T3: Produto A via sulco; T4: Produto B via tratamento de sementes; T5: Produto B via sulco. As variáveis diâmetro do caule, altura e biomassa seca de plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de 100 grãos e produtividade foram avaliadas. Os dados submetidos a análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de significância, com auxílio do programa estatístico Minitab. Os diferentes tratamentos utilizados influenciaram apenas na produtividade do feijoeiro, não interferindo estatisticamente no diâmetro de caule, altura de plantas, biomassa seca de plantas, número de vagens, número de grãos por vagens e massa de 1000 grãos. Portanto, conclui-se que não houve efeito da aplicação de inoculantes contendo *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* e *Pseudomonas fluorescens* em suas diferentes formas de aplicação, via tratamento de semente e sulco no desenvolvimento das plantas de feijoeiro.



**Palavras-chave:** Inoculação, solubilização, bactérias, *Phaseolus vulgaris*.

### Phosphorus solubilizing inoculants in common bean and different forms of application

**Abstract:** The objective of this work is to evaluate the effects of phosphorus solubilizing inoculants with *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* and *Pseudomonas fluorescens* microorganisms in different forms of application in bean crops. The experimental design was controlled in randomized blocks in a bifactorial system, carried out in the field in the municipality of Cascavel-PR, with sowing beginning in March and ending in June 2022, where five treatments were carried out with four replications, totaling 20 plots of 2 meters wide by 5 meters long, being T1: control treatment (Control); T2: Product A via seed treatment; T3: Product A via groove; T4: Product B via seed treatment; T5: Product B via groove. The variables stem diameter, height and dry biomass of plants, number of pods per plant, number of grains per pod, weight of 100 grains and productivity were evaluated. The data were submitted to analysis of variance (ANOVA) and the means detected by Tukey's test at a 5% significance level, with the aid of the Minitab statistical program. The different treatments used only influenced bean productivity, not interfering statistically with stem diameter, plant height, plant dry biomass, number of pods, number of grains per pod and weight of 1000 grains. Therefore, it is concluded that there was no effect of the application of inoculants containing *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* and *Pseudomonas fluorescens* in their different forms of application, via seed and furrow treatment on the development of common bean plants.

**Key words:** Inoculation, solubilization, bacteria, *Phaseolus vulgaris*.

## Introdução

O Brasil é considerado o celeiro do mundo, todavia, o aumento exponencial da população mundial é constante e para atender a demanda de tantas pessoas é preciso aumentar a produção. Para isso, empresas buscam soluções tecnológicas voltadas a microbiologia agrícola, onde o principal desafio está no justamente no aumento da produtividade. Além disso, tais soluções visam também práticas agrícolas mais sustentáveis, que auxiliem a manter o ecossistema, aumentem a capacidade de resistência da planta a intempéries climáticas e por fim, a melhora progressiva da qualidade do solo.

O Brasil é um dos maiores produtores de feijão do mundo, sendo este grão considerado um dos alimentos mais importantes e presentes na mesa do brasileiro, possui grande poder social e econômico (SOUZA e ALCANTRA, 2002). Seu valor nutricional é atribuído a fonte de proteínas, minerais, vitaminas, carboidrato e ácidos graxos, além do que pode ser utilizado como fonte de alimento para os animais (MORAES e MENELAU, 2017).

Ocupando a terceira colocação de maior produtor de feijão, a sua produção é cultivada entre pequenos e grandes produtores de diferentes regiões do país (PEREIRA *et al.*, 2014). Seu teor de proteínas pode chegar a 33% e valor energético de 341 cal 100 g<sup>-1</sup> (POMPEU, 1987).

O cultivo de feijão se dá por três safras, safra das águas que normalmente pode se estender entre semeadura e colheita de agosto a março; a segunda safra, popularmente chamada de safra da seca se estende entre janeiro e julho e, por fim, a terceira safra que chamamos de safra de inverno podendo se estender entre maio e outubro (POSSE *et al.*, 2010). Em 2019 e 2020, o Brasil cultivou uma área de 159,6 mil hectares de feijão preto segunda safra, gerando uma produtividade de 1155 kg por hectare, cerca de 184,5 mil toneladas de grãos (CONAB, 2021).

Nosso país tem um grande potencial produtivo, porém, é preciso explorar tecnologia de produção. Um fator determinante para a produtividade baixa é a indisponibilidade de fósforo (P) devido a sua alta adsorção às partículas do solo (VALLADARES *et al.*, 2003). O fósforo é um macronutriente essencial para as plantas, responsável por todo o processo reprodutivo, aumentando a matéria seca, número de vagens e a massa dos grãos (ZUCARELI *et al.*, 2006).

Na planta, o fósforo é adsorvido na forma de fosfato, sendo esse elemento importante no metabolismo vegetal, quando disponível na forma e quantidade ideal, auxilia no desenvolvimento do sistema radicular, influenciando na absorção de água e nutrientes, melhor vigor das plantas no momento da emergência e crescimento vegetativo, melhor desenvolvimento da floração e frutificação, com visível aumento de qualidade e rendimento na colheita (FERNANDES, 2006).

Por outro lado, quando a demanda de fósforo às plantas de feijão não está sendo suficiente, pode-se observar a resposta aparente de deficiência nas plantas que são expressas por folíolos velhos com coloração verde clara e folíolos novos verde-azulada, área internervais cloróticas com pontuações escuras, caules curtos e fracos e menor desenvolvimento da planta como um todo (TAIZ *et al.*, 2019).

No solo, o fósforo pode ser encontrado de duas formas: formas orgânicas que representam cerca de 10% a 50% do P total dos solos e formas inorgânicas, constituído por compostos derivados, na grande maioria, do ácido ortofosfórico. A dinâmica no solo depende de fatores ambientais, os quais controlam as atividades dos microorganismos que podem imobilizar ou liberarem íons ortofosfato às propriedades físico-químicas e mineralógicas do solo (SANTOS *et al.*, 2006).

Segundo Richardson (2001), os microorganismos têm um papel muito importante na agricultura, sendo estes capazes de solubilizar o fósforo adsorvido ao solo, disponibilizando-o as plantas através vários processos. Entre eles, destacam-se a promoção do crescimento radicular, deslocamento do equilíbrio de adsorção que resulta na transferência de íons fosfato para a solução do solo, incremento da mobilidade de P orgânico, solubilização e mineralização de P, liberação de ácidos orgânicos, produção de enzimas fosfatases que são capazes de hidrolisar P orgânico (THOEH e THOMPSON, 2007).

Entre os microorganismos solubilizadores de fósforo estão as bactérias pertencentes aos gêneros *Bacillus* sp., *Micrococcus* sp., *Pseudomonas* sp., *Burkholderia* sp., *Rhizobium* sp., *Agrobacterium* sp., *Azotobacter* sp. e *Erwinia* sp. Os fungos também se destacam como solubilizadores, sendo os gêneros *Aspergillus* sp. e *Penicillium* sp., os fungos mais conhecidos possuindo a capacidade de solubilização (CARA, 2012).

Existem comercialmente hoje produtos em forma líquida ou pó solúvel, indicado para aplicação via jato em sulco de semeadura ou para tratamento de sementes. Os microorganismos se associam ao sistema radicular da planta e desempenham diferentes funções no sistema radicular ou no solo, conforme especificações do agente biológico que está sendo utilizado (ABREU, 2016).

Neste sentido, o objetivo deste trabalho é avaliar os efeitos dos inoculantes solubilizadores de fósforo com microorganismos *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* e *Pseudomonas fluorescens*, em diferentes formas de aplicação na cultura do feijão.

## Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de março a junho de 2021, em área de campo em propriedade rural particular, localizada no interior da cidade de Cascavel-PR, latitude de 24°55'46.5"S, longitude 53°34'07.7"O e altitude de 712 metros. Conforme classificação de Köppen, o clima é do tipo *Cfa*, temperado úmido com verão quente, com temperatura média anual entre 19 e 20 graus Celsius, com disponibilidade hídrica anual de 1550 a 1650 mm, (APARECIDO *et al.*, 2016). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distroférrico (EMBRAPA, 2018).

Os tratamentos avaliados se constituíram de T1) tratamento controle (Testemunha), T2) Produto A via tratamento de sementes (100 mL ha<sup>-1</sup>), T3) Produto A via sulco (200 mL ha<sup>-1</sup>), T4) Produto B via tratamento de sementes (100 mL 50 kg sem<sup>-1</sup>) e T5) Produto B via sulco (200 mL ha<sup>-1</sup>), distribuídos em delineamento de blocos casualizados (DBC) com quatro repetições, totalizando 20 parcelas de 2 metros de largura por 5 metros de comprimento em sistema bifatorial, sendo 2 inoculantes e 2 formas de aplicação.

Anterior a semeadura, as sementes foram previamente com Standak® Top composto por inseticida Fipronil e os fungicidas Piraclostrobina + Tiofanato Metílico na dose de 100 mL ha<sup>-1</sup>. A semeadura foi realizada em março, de maneira semi-mecanizada, sendo utilizado 15 sementes por metro linear da cultivar de feijão IPR URUTAU e espaçamento de 0,50 cm entre linhas. As parcelas continham 4 linhas de 5 metros de comprimento.

O Produto A é um inoculante com finalidade de solubilização de fósforo, formulado com as Cepas *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084 (BRM034840)) e *Bacillus megaterium* (CNPMS B119 (BRM033112)), com garantia de 4x10<sup>9</sup> células viáveis por mL. A dose para tratamento de sementes foi 100 mL do produto para cada 60.000 sementes ou 100 mL ha<sup>-1</sup> e, para utilização no sulco, é recomendado 200 mL ha<sup>-1</sup>.

Já o Produto B é produto a base de bactérias *Pseudomonas fluorescens* cepa ATCC 13525, solubilizadoras de fósforo e promotoras de crescimento. A concentração bacteriana é de 2x10<sup>8</sup> UFC. As doses recomendadas pelo fabricante de 200 mL ha<sup>-1</sup> em sulco de plantio e 100 mL para 50 kg de sementes.

O recobrimento das sementes com os produtos foi feito manualmente, adicionando o produto inoculante sobre estas e misturadas em sacolas plásticas transparentes com capacidade para 3 litros, contendo 1 kg de sementes, sendo agitadas por aproximadamente 3 minutos. Já a inoculação de sulco foi feita de forma manual com máquina costal.

As variáveis avaliadas foram diâmetro do caule, altura de plantas, biomassa seca das plantas, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 1000 grãos e produtividade.

Na transição entre as fases vegetativa e reprodutiva, os parâmetros avaliados foram o diâmetro do caule, altura de 10 plantas e biomassa seca de 5 plantas por parcela. O diâmetro do caule foi avaliado com auxílio de paquímetro digital expresso em milímetros e a altura de plantas em centímetros com auxílio de uma trena. Já a determinação da biomassa seca de plantas (g), as plantas permaneceram em estufa por 34 horas a 65 °C e foram pesadas através de uma balança de precisão.

Após a maturação fisiológica, foi contado número total de vagens por planta de 10 plantas por parcela e o número de grãos por vagem de 10 vagens de cada parcela. Ao final do ciclo da cultura, a colheita foi feita nas 2 linhas centrais de cada parcela, descartando um metro em cada bordadura de maneira manual (arranquio) e, assim, obteve-se o peso de 1000 grãos (g) conforme a regra de análises de sementes (BRASIL, 2009) e a produtividade baseada na área total colhida e calculada em kg ha<sup>-1</sup>.

Após serem feitas as avaliações, os dados foram submetidos a análise descritiva e teste de normalidade Anderson Darling e análise de variância (ANOVA). Quando significativo, as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, com auxílio do programa estatístico Minitab (MINITAB, 2017).

## Resultados e Discussão

Na Tabela 1 estão apresentados a análise descritiva e de variância dos parâmetros vegetativos de diâmetro de caule, altura de plantas e biomassa seca de plantas de feijão submetidas as diferentes formas de aplicação dos inoculantes solubilizadores de fósforo.

**Tabela 1** - Resumo da análise descritiva e análise de variância dos parâmetros vegetativos, diâmetro de caule (DMC), altura de plantas (ATP) e biomassa seca (BS) do feijoeiro IPR URUTAU, submetidos a diferentes formas de aplicação de inoculantes solubilizadores de fósforo.

Unidade de Medida	DMC (mm)	ATP (cm)	BS (g)
Média Geral	4,92	39,51	30,92
C.V%	20,04	2,74	16,06
Anderson Darling	0,679 <sup>ns</sup>	0,556 <sup>ns</sup>	0,364 <sup>ns</sup>
Valor P	0,524 <sup>ns</sup>	0,674 <sup>ns</sup>	0,896 <sup>ns</sup>

C.V. = coeficiente de variação; ns = não significativo; \* = significativo pelo teste F ( $p \geq 0,05$ ).

Os coeficientes de variação entre altura de plantas, número de grãos por vagem e massa de 1000 grãos representam homogeneidade e baixa dispersão dos dados. Já as variáveis diâmetro de caule e produtividade representam alta dispersão de dados, enquanto as variáveis biomassa seca de plantas e número de vagens por planta apresentam média homogeneidade e média dispersão dos dados de acordo com a proposta de Gomes (1984).

Portanto, na Tabela 2 estão apresentadas as médias dos parâmetros vegetativos de diâmetro do caule, altura de plantas e biomassa seca de plantas.

**Tabela 2** - Média das variáveis dos parâmetros vegetativos de diâmetro do caule (DMC), altura de plantas (ATP) e biomassa seca de plantas (BS) do feijoeiro IPR URUTAU, submetidos a diferentes formas de aplicação de inoculantes solubilizadores de fósforo.

Unidade de Medida	DMC (mm)	ATP (cm)	BS (g)
Testemunha	5,69	39,78	31,03
Produto A (TS)	4,59	38,96	31,60
Produto A (sulco)	4,61	39,18	28,63
Produto B (TS)	4,80	39,54	31,00
Produto B (sulco)	4,88	40,08	32,32

Produto A (TS) = Inoculante com Cepas *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* aplicados no tratamento de sementes; Produto A (SULCO) = Inoculante com Cepas *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* aplicados no sulco; Produto B (TS) = Inoculante com cepas *Pseudomas fluorescesns* aplicados no tratamento de sementes; Produto B (SULCO) = Inoculante com cepas *Pseudomas fluorescesns* aplicados no tratamento de sementes;

Os parâmetros produtivos de número de vagens, número de grãos por vagem, massa de 1000 grãos e produtividade estão apresentados na Tabela 3.

De acordo com a análise de variância, verificou-se que houve diferença significativa apenas no componente produtividade (Tabela 3). Nas variáveis diâmetro de caule, altura de plantas, biomassa seca de plantas, número de vagens, número de grãos por vagens, massa de 1000 grãos não houve diferença significativa.

**Tabela 3** - Resumo da análise descritiva e análise de variância dos parâmetros produtivos, número de vagens por planta (NVP), número de grãos (NGV), massa de 1000 grãos (1000 Grãos) e produtividade (Prod.) do feijoeiro IPR URUTAU, submetidos a diferentes formas de aplicação de inoculantes solubilizadores de fósforo.

Unidade de Medida	NVP (un)	NGV (un)	1000 Grãos (g)	Prod. (kg ha <sup>-1</sup> )
Média Geral	55,20	5,17	223,01	1510,80
C.V%	18,28	8,83	1,93	21,70
Anderson Darling	0,146 <sup>ns</sup>	0,127 <sup>ns</sup>	0,005*	0,809 <sup>ns</sup>
Valor P	0,953 <sup>ns</sup>	0,547 <sup>ns</sup>	1,000 <sup>ns</sup>	0,052*

C.V. = coeficiente de variação; ns = não significativo; \* = significativo pelo teste F ( $p \geq 0,05$ ).

As médias dos parâmetros produtivos de número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 1000 grãos, os quais não tiveram diferença significativas entre os tratamentos estão apresentadas na Tabela 4. Já na variável produtividade, expressa em  $\text{kg ha}^{-1}$ , obteve-se diferença significativa entre as diferentes formas de aplicação de inoculantes solubilizadores de fósforo.

**Tabela 4** - Média das variáveis dos parâmetros produtivos de número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagens (NGV), massa de 1000 grãos (1000 Grãos) e produtividade (Prod.) do feijoeiro IPR URUTAU, submetidos a diferentes formas de aplicação de inoculantes solubilizadores de fósforo.

Unidade de Medida	NVP (un)	NGV (un)	1000 Grãos (g)	Prod. ( $\text{kg ha}^{-1}$ )
Testemunha	55,50	5,15	223,06	1921,20 a
Produto A (TS)	55,00	5,15	223,03	1435,00 ab
Produto A (sulco)	57,25	5,40	222,90	1306,00 b
Produto B (TS)	56,75	4,85	222,88	1407,00 ab
Produto B (sulco)	51,50	5,30	223,18	1484,00 ab

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância  
Produto A (TS) = Inoculante com Cepas *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* aplicados no tratamento de sementes; Produto A (SULCO) = Inoculante com Cepas *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium* aplicados no sulco; Produto B (TS) = Inoculante com cepas *Pseudomas fluorescesns* aplicados no tratamento de sementes; Produto B (SULCO) = Inoculante com cepas *Pseudomas fluorescesns* aplicados no tratamento de sementes;

No parâmetro produtividade, observa-se que a aplicação do produto B no sulco resultou em menor produtividade, sendo este o único tratamento que apresenta diferença significativa quando comparado com a testemunha.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021), o Estado do Paraná é o maior produtor de feijão no Brasil, com uma participação de 22% da produção nacional, seguido de Minas Gerais com 16,5% e Goiás com 9,8%.

O feijão de 2º safra tem plantio mais significativo nas regiões Sul, com semeadura entre janeiro e março e colheita entre abril e julho. A produtividade média de feijão preto no presente estudo foi de  $1510,8 \text{ kg ha}^{-1}$ , produtividade semelhante à média estadual para esta mesma época que foi de  $1285 \text{ kg ha}^{-1}$ , referente safra 2020 e 2021 (CONAB, 2021).

A água é um fator limitante e indispensável para o feijoeiro, como por exemplo, nas etapas de floração e enchimento de grãos. Toda via, o excesso de chuvas também pode interferir na maioria dos processos fisiológicos e morfológicos das plantas, prejudicando os componentes de rendimento, diminuição do potencial produtivo (NÓBREGA *et al.*, 2004).

Além disso, a temperatura também é destaque para uma boa produção desejável (SILVEIRA *et al.*, 2001).

Essa produtividade pode ser influenciada pelas características climáticas durante a condição do experimento conforme mostra a Tabela 5.

**Tabela 5** - Dados climáticos do período de condução do experimento entre março a junho de 2022.

Mês	Temperatura do ar (°C)			Umidade relativa do ar (%)			Precipitação (mm)
	méd	máx	mín	méd	máx	mín	soma
Março	22,62	34,39	11,96	83,06	100	34,97	167,8
Abril	20,29	29,94	9,27	84,27	100	33,66	234,6
Maiο	15,47	27,87	4,22	86,36	100	40,21	193,8
Junho	15,22	26,47	1,71	87,75	100	25,93	174,2

Fonte: Estação meteorológica FieldClimate de empresa privada, localizada no município de Cascavel-PR.

Considera-se 17 °C a 25 °C, faixa térmica dita como a mais apropriada para a produção do feijoeiro (PORTES, 1996). Para germinação, a temperatura ideal em torno de 25 °C (BASKIN e BASKIN, 2001; MARCOS FILHO, 2005). Temperaturas inferiores a 12 °C na fase vegetativa retardam o crescimento das plantas, e podem provocar redução no número de grão por vagem (SILVEIRA *et al.*, 2001).

No início do cultivo houve acúmulo de 131,6 milímetros de chuva e temperatura mínima de -1°C, além da umidade relativa do ar variar entre 18 a 99% na área que foi montado o experimento, isso comprometeu o estande e desenvolvimento inicial da cultura, pois houve morte de plântulas por ação de fungos de solo e pelo frio. No decorrer da safra, ocorreu máxima de temperatura de até 37°C. Entre os elementos climáticos que mais influenciam a produção de feijão, salientam-se a temperatura do ar, a precipitação pluvial e a radiação solar (SANTOS, 1993).

Por se tratar de uma leguminosa, o feijão, assim como demais membros da família Fabaceae, possui a característica de se associar a bactérias do gênero *Rhizobium* sp, esta já existente no solo devido histórico de culturas anteriores, sendo que essas realizam fixação de nitrogênio (N), tal característica simbiótica sempre foi considerada de baixa eficiência comparada entre outras culturas leguminosas (PEOPLES *et al.*, 1993).

Apesar da comprovação da eficiência das bactérias solubilizadoras de fósforo, existem alguns aspectos limitadores, cuja habilidade destes disputarem com os demais microrganismos já estabelecidos na rizosfera pode ser fraca, acarretando a baixa disponibilidade de fosfato às plantas (RICHARDSON *et al.*, 2009). Segundo Leung *et al.* (1994) e Mendes (1997), é

possível que haja uma vantagem competitiva das bactérias do gênero *Rhizobium* sobre as bactérias solubilizadoras de fosfato. Isso explica por exemplo o fato da produtividade da testemunha ter maior produtividade dentre os tratamentos.

Entende-se, ainda, que a capacidade de solubilização também está relacionada com a fonte de carbono e nitrogênio disponíveis no solo (NAUTIYAL, 2000). O solo é um ambiente extremamente complexo e apresenta resistência quando falamos da entrada de novos organismos. Isto, deve-se a fatores bióticos e abióticos, tais como: predação por protozoários e competição com as populações nativas por substratos orgânicos e por lugares no solo. Destacam-se principalmente entre os fatores abióticos: textura, tipo de argila, temperatura, pH e a disponibilidade de substratos orgânicos (VAN VEEN *et al.*, 1997).

Uma questão relevante tem sido levantado em relação à introdução de microrganismos solubilizadores de fosfato no solo, refere-se ao fato de que devido ao modo de ação desses microrganismos (excreção de ácidos orgânicos capazes de dissolverem  $P_i$  ou formação quelatos com os cátions associados aos ânions fosfatos), a quantidade de P solubilizado seria suficiente apenas para suprir as necessidades desses organismos, sendo insuficiente para promover aumentos significativos na quantidade de P disponível para as plantas, conseqüentemente, não refletiria em crescimento e acréscimo de produtividade por parte das plantas, já que essa substancia não estaria chegando até as plantas (KUCEY *et al.*, 1989; RICHARDSON, 1994).

Outro fator a levar-se em consideração no que diz respeito às culturas anuais é a questão da sincronia entre a liberação de fósforo e a absorção pelas plantas, ou seja, não há como garantir que, quando ocorre a liberação do fósforo das fontes inorgânicas, as raízes das plantas estejam presentes para absorvê-lo. Essa é uma das razões pelas quais os fosfatos de rocha são recomendados preferencialmente para pastagens e culturas perenes (RICHARDSON, 2001).

Os produtos comerciais estudados foram desenvolvidos e testados, apresentando bons resultados na cultura do milho e soja, porém, ele não possui registro para a cultura do feijão, sendo necessário mais trabalhos para entender a relação do produto com a cultura, já que ela possui necessidades particulares diferentes das culturas recomendadas.

### Conclusão

Não houve efeito da aplicação de inoculantes contendo *Bacillus subtilis*, *Bacillus megaterium* e *Pseudomas fluorescesns* em suas diferentes formas de aplicação, via tratamento de semente e sulco no desenvolvimento das plantas de feijoeiro.

## Referências

- ABREU, C; Santos, R; Andrade, J, V, B. **Produção de ácidos orgânicos por bactérias endofíticas de milho solubilizadoras de fosfato**. 2016. XXXI Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/149835/1/Producao-acidos.pdf>> Acesso em: 10 março. 2022.
- APARECIDO, L. E. O.; ROLIM, G. S.; RICHETTI, J.; SOUZA, P. S. JOHANN, J. A. Classificações climáticas de Köppen, Thornthwaite e Camargo para zoneamento climático no Estado do Paraná, Brasil. **Ciência e Agrometeorologia**, v. 40, n. 4, p. 405-417, 2016.
- BASKIN, C. C.; BASKIN, J. M. **Seeds: ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination**. San Diego: Academic Press, 2001. 666 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 398p.
- CARA, D, V; PEREIRA, M; PEZINE, V, G. **Solubilização Biológica de Potássio**. Série Tecnologia Ambiental, Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, 2012.
- CERQUEIRA, W, F; MORAIS, J, S; MIRANDA, J, S; MELLO, I, K, S; JESUS SANTOS, A, F. Influência de bactérias do gênero *Bacillus* sobre o crescimento de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.11, n.20; p. 2015.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Balanco de oferta e demanda 2021: quadro de suprimento**. Disponível em: <[www.conab.br](http://www.conab.br)>. Acesso em: 10 de outubro 2022.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos – 3ed. Ver. Ampl.** Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353 p.
- FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, MG. 2006.
- GOMES, P, F **Estatística moderna na pesquisa agropecuária**. Editora Patafos, 1984.
- HAUPENTHAL, C, M; ALVAREZ, R, C. **Desempenho produtivo do feijoeiro comum influenciado pela associação de fosfatos e inoculação com *Bacillus* sp.** 2021. Trabalho de conclusão de curso (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2021.
- IDR - Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná. **Feijão preto IPR URUTAU**. Folder técnico, mar. 2019.
- KUCEY, R. M. N.; JANZEN, H. H.; LEGGET, M. E. Microbially mediated increases in plant-available phosphorus. **Advances in Agronomy**, New York, v. 42, p. 199-228, 1989.
- LEUNG, K.; YAP, K.; DASHTI, N.; BOTTOMLEY, P. J. Serological and ecological characteristics of a nodule-dominant serotype from an indigenous soil population of *Rhizobium*

*leguminosarum* bv. *trifolii*. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 60, p. 414-424, 1994.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MENDES, I. C. **Microbiology of soil aggregates recovered from different crop management systems**. 1997. 138 f. Thesis (PhD) – Oregon State University, Corvallis, 1997.

MINITAB. **Getting Started with Minitab 17**. Minitab, 2017. 82 p.

MORAES, S. E.; MENELAU, S. A. Análise do mercado de feijão comum. **Revista de Política Agrícola**, nº 1, 2017.

MOREIRA, T. F. **Qualidade fisiológica e avaliação de bioprodutos no controle de *Colletotrichum lindemuthianum* em sementes de feijão comum**. 2021. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria – Frederico Westphalen.

NAUTIYAL, C. S.. Stress induced phosphate solubilization in bacteria isolated from alkaline soils. **FEMS Microbiology Letters**, v. 182, p. 291-296, 2000.

NÓBREGA, J. Q.; RAO, T. V. R.; BELTRÃO, N. E. de M.; FIDELES FILHO, J. Avaliação do efeito do estresse hídrico no rendimento do feijoeiro por sensoriamento remoto termal. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 12, n. 2, p. 299-305, 2004.

PEREIRA, D. G.; PRADO, P. ; PEREIRA, H. S. ; MELO, L.C. ; COSTA, J. ; FARIA, L. C. ; SOUZA, T. L. ; WENDLAND, A. **Avaliação de populações segregantes de feijoeiro comum para resistência a murcha-de-fusário**. In: XI Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, 2014, Londrina. XI Congresso Nacional de Pesquisa de Feijão, 2014.

PEOPLE, M. B.; HAUGGAARD-NIELSEN, H.; JENSEN, E.S. The potential environmental benefits and risks derived from legumes in rotations. In: EMERICH, D.W.; KRISHNAH, H.D. **Nitrogen fixation in crop production**. Madison: ASA, CSSA, SSSA, p. 349-385, 2009.

POMPEU, A. S. **Melhoramento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Fatores de produção e qualidade. Campinas: Fundação Cargil, 1987.

PORTES, T.A. Ecofisiologia. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F. & ZIMMERMANN, M.J.O., coords. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba, Potafos, 1996. p.101-137.

POSSE, S, C, P; SOUZA, E, M, R; SILVA, L, M, GERALDO, M, F; SILVA, M, B; ROCHA, Marques, M, A.. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central-brasileira**: Incaper Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural, 2010.

RICHARDSON, A. E. Soil microorganisms and phosphorus availability. In: PANKHURST, C. E.; DOUBE, B. M.; GUPTA, V. V. S. R.; GRACE, P. R. (Ed.). **Soil biota management in sustainable farming systems**. Melbourne: CSIRO, p. 50-62, 1994.

RICHARDSON, A. E. **Soil microorganisms and phosphorus availability**. In: PANKHURST, C. E.; DOUBE, B.M; GUPTA, V. V. S. R; GRACE, P. R. (Ed.). Soil biota management in sustainable farming systems. Melbourne: 2001.

RICHARDSON, A. E.; BAREA, J.; McNEILL, A. M.; PRIGENT-COMBARET, C. Acquisition of phosphorus and nitrogen in the rhizosphere and plant growth promotion by microorganisms. **Plant and Soil**, The Hague, v. 322, p. 17-24, 2009.

SANTOS, M. J. Z. dos. Tendências das chuvas no nordeste paulista e problemas ligados com pesquisas em climatologia agrícola. In: Boletim de Geografia Teorética, v.23, p.39-45, 2006.

SILVA, O. F.; WANDER, A. E. **O feijão comum no Brasil, passado, presente e futuro**. Embrapa arroz e feijão. Ed 01, 2013. 63p.

SILVEIRA, P. M. da; STONE, L. F. (Ed.). **Irrigação do feijoeiro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 230 p.

SOUZA, S, B de; ALCÂNTARA, F, A de. Adubação no sistema orgânico de produção de hortaliças: **Circular Técnica 65**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/758609>. Acesso em:07 março. 2022.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia vegetal edesenvolvimento vegetal**. 6ªed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2019.

TROEH, F. R.; TROMPSON, L. M. **Solos e fertilidade do solo**. 6 ed. São Paulo: Andrei, 2007. 718 p.

VALLADARES, G.S.; PEREIRA, M.G.; ANJOS, L.H.C. Adsorção de Fósforo em Solos de Argila de Atividade Baixa. **Bragantia, Campinas**. 2003.

VAN VEEN, J.A; VAN OVERBEEK, L.S; VAN ELSAS, J.D. Fate and Activity of Microorganisms Introduced into Soil. 1997. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v. 61, n. 2, p. 121 – 135, Netherlands.

VIERIRA, R, F; SILVEIRA, A, P, D da; FERRACINI, V, L; PAZIANOTTO, R, A, A. **Bactérias promotoras de crescimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2015.

ZUCARELI, C.; BARZAN, R. R.; SILVA, J. B.; CHAVES, D. P. Associação de fosfatos e inoculação com *Baccillus subtilis* e seu efeito no crescimento e desempenho produtivo do feijoeiro. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 65, n 2, p. 189-195, 2006.