




Gustavo de BARROS*

 <https://orcid.org/0000-0002-9657-3676>


Carlos Gabriel da Silva FREITAS**

 <https://orcid.org/0009-0001-9982-280X>

Jaqueline Bonfim de CARVALHO***

 <https://orcid.org/0000-0003-0627-1971>

Allan Hisahi NAKAO****

 <https://orcid.org/0000-0002-2465-1663>

Recebido em: 20 de janeiro de 2023.

Aprovado em: 05 de setembro de 2023.

INOCULAÇÃO E CO-INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS DO GÊNERO *BACILLUS*, *PSEUDOMONAS* E *AZOSPIRILLUM* NO CULTIVO DE MILHO NO NOROESTE PAULISTA*

RESUMO

O milho é uma espécie de planta da família das gramíneas, bastante utilizada por agricultores para alimentação animal, aproveitamento dos grãos e palhada. Já os microrganismos desempenham importante papel no solo, como decomposição de materiais orgânicos, estruturação do solo e disponibilização de nutrientes, melhorando as características físicas, químicas e biológicas deste. O objetivo do presente trabalho foi avaliar as características agrônômicas e a produtividade do milho na safra 2021/22 a diferentes inoculações e co-inoculação de bactérias. O experimento foi realizado no NEPE/UNIFUNEC em um delineamento de blocos casualizados, com 8 tratamentos sendo bactérias isoladas e a combinação de bactérias do gênero *Bacillus*, *Pseudomonas* e *Azospirillum*, em 5 blocos. As avaliações realizadas foram: estande de plantas, altura de plantas, diâmetro de caule, altura de inserção da primeira espiga, diâmetro de espiga, comprimento de espiga, número de grãos por fileiras e número de fileiras, massa de 100 grãos e produtividade. O software usado para as análises estatísticas foi o SISVAR. Os resultados significativos encontrados foram para as variáveis: altura de plantas, diâmetro de caule e número de grãos por espiga. Os tratamentos superiores para essas variáveis foram: T3 – cultura inoculada com *Pseudomonas fluorescens*; T4 – cultura inoculada com *Bacillus subtilis*; T5 – cultura inoculada com *Pseudomonas fluorescens* + *Bacillus subtilis* e T8 – cultura inoculada com *Pseudomonas fluorescens* + *Bacillus subtilis* + *Azospirillum brasilense*. A inoculação e co-inoculação de bactérias promoveram um crescimento satisfatório, podendo refletir em produção com aumento de número de grãos por espiga, em especial a associação de *Pseudomonas fluorescens* com *Bacillus subtilis*.

Palavras-chave: Fósforo no solo. Microrganismos. Agricultura sustentável. *Zea mays*.

INOCULATION AND CO-INOCULATION OF BACTERIA OF THE GENERA *BACILLUS*, *PSEUDOMONAS* AND *AZOSPIRILLUM* IN CORN CULTIVATION IN NORTHWESTERN SÃO PAULO

ABSTRACT

Corn is a species of plant of the Gramineae family that is widely used by farmers for animal feed, for its grains, and for straw. Microorganisms play an important role in the soil, such as in the decomposition of organic materials, soil structuring and availability of nutrients, improving the physical, chemical and biological characteristics of the soil. The aim of this work was to evaluate the agronomic characteristics and yield of corn in the 2021/22 harvest when treated with different bacteria inoculations and co-inoculation. The experiment was carried out at NEPE/UNIFUNEC in a randomized block design, with eight treatments consisting of isolated bacteria and combinations of bacteria of the genera *Bacillus*, *Pseudomonas* and *Azospirillum*, in 5 blocks. The following evaluations were carried out: plant stand, plant height, stem diameter, first ear insertion height, ear diameter, ear length, number of grains per row and number of rows, weight of 100 grains and yield. The software used for the statistical analyses was SISVAR. Significant results were found for the following variables: plant height, stem diameter and number of grains per ear. The best treatments for these variables were: T3 – culture inoculated with *Pseudomonas fluorescens*; T4 – culture inoculated with *Bacillus subtilis*; T5 – culture inoculated with *Pseudomonas fluorescens* + *Bacillus subtilis* and T8 – culture inoculated with *Pseudomonas fluorescens* + *Bacillus subtilis* + *Azospirillum brasilense*. The inoculation and co-inoculation of bacteria promoted satisfactory growth, which may be reflected in production with an increase in the number of grains per ear, especially the association of *Pseudomonas fluorescens* with *Bacillus subtilis*.

Keywords: Phosphorus in the soil. Microorganisms. Sustainable agriculture. *Zea mays*.

* Graduando em Engenharia Agrônômica do Centro Universitário de Santa Fé do Sul-SP/BR – Unifunec, e-mail: engpro.gustavobarros@gmail.com

** Graduando em Engenharia Agrônômica do Centro Universitário de Santa Fé do Sul-SP/BR – Unifunec, e-mail: carlozfreitas10@gmail.com

*** Doutora, Docente da Universidade Estadual Paulista – Unesp - Ilha Solteira – SP/BR, e-mail: jaquecarvalho.agro@gmail.com

**** Doutor, Docente do Centro Universitário de Santa Fé do Sul-SP/BR – Unifunec, e-mail: allanhisashinakao@gmail.com

* Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Centro Universitário de Santa Fé do Sul/SP - Pibic/Unifunec



1 INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é uma planta pertencente à família das gramíneas, sendo um cultivo de importância nacional e mundial, graças as suas características como fonte de alimentação tanto humana quanto animal e matéria-prima para diversos produtos industrializados, gerando empregos e movimentando indústrias refletindo diretamente na sociedade na qual está inserido (MORAIS *et al.*, 2017).

Segundo dados da Companhia Nacional de Abastecimento - Conab (2021), a estimativa de novembro de 2021 é que o milho possui uma área de produção nacional total de 20.888,7 mil hectares e uma produtividade de 5.587 kg por hectare. Vale lembrar que o cultivo muitas vezes pode ser feito em até 3 safras durante o ano, sendo classificados como milho de 1^a, 2^a e 3^a safras.

De acordo com Harger *et al.* (2007), o cultivo de milho em território nacional tem acontecido em diversas condições de clima e solo. A produtividade da cultura depende, entre outras coisas, do adequado fornecimento de nutrientes, sendo o suprimento de P (fósforo) via adubação mineral uma prática essencial e corriqueira nos solos do Brasil.

Segundo Awasthi *et al.* (2011), o P é um dos nutrientes mais necessários às culturas, entretanto é o mais deficiente e essa condição faz com que tenha graves repercussões em níveis de desempenho e produtividade das plantas. Outra condição que dificulta o aporte químico de P é o alto custo energético e econômico, baixa eficiência (5-30%), acúmulo crônico de fosfato no meio ambiente e escassez global de rocha fosfórica (PATIÑO-TORRES; REYES, 2014). No Brasil as reservas de rochas fosfáticas são representadas por rochas ígneas, com baixo teor de fósforo e presença de contaminantes. Como consequência, devido a alta demanda e baixa produção, o país acaba sendo um grande importador de fertilizantes fosfatados e rochas fosfáticas, ficando dependente do mercado internacional e maior vulnerabilidade em relação a preços externos (BENITES, 2015).

Os solos brasileiros são carentes em fósforo, pois existe uma forte interação do P com os colóides do solo, provendo uma alta capacidade de fixação e baixa disponibilidade de P, competindo com a resposta à adubação fosfata em uma grande parcela dos solos brasileiros (OLIVEIRA *et al.*, 1982; LOPES; GUILHERME, 2007). Segundo Santos *et al.* (2015), o P encontra-se associado a importantes funções nas plantas como estar fortemente ligado a processos metabólicos e atuação na constituição do ATP, do DNA e de enzimas como a

fosforilase, sendo primordial para a vida da planta e responsável por um maior desempenho produtivo desta.

A região da rizosfera (espaço do solo influenciado pelas raízes das plantas) de algumas plantas possui microrganismos capazes de solubilizar o P, logo, estudar o comportamento desses microrganismos para melhor aquisição e aproveitamento do P pela planta é de suma importância (INUI, 2009). De acordo com Silveira e Freitas (2007), os microrganismos atuam nas reações bioquímicas, na disponibilidade de nutrientes para o desenvolvimento da planta, sendo uma relação benéfica para os cultivos agrícolas e com o uso desses microrganismos na agricultura nos contextos regionais para a melhoria da sustentabilidade agrícola mundial. De acordo com o presidente da Embrapa (2018), Mauricio Antônio Lopes, o Brasil apresenta potencial para crescer no mercado de microrganismos na agricultura por ter uma vasta diversidade biológica, a maior do planeta.

Bactérias do gênero *Pseudomonas* são comuns nos solos. Segundo Naz e Bano (2010), que estudaram a solubilização do fosfato, há três espécies do gênero capazes de solubilizar fosfato inorgânico por intermédio da produção de fitormônios.

Outro gênero de bactérias que também faz o papel de solubilização de fósforo no solo é o *Bacillus*, que atua melhorando tanto o desenvolvimento do sistema radicular quanto da parte aérea da planta. Oliveira *et al.* (2017), avaliando o efeito de diferentes cepas de *Bacillus* na promoção de crescimento de plântulas de milho encontraram que os produtos utilizados foram eficientes na promoção de crescimento das plântulas, quando usados os inoculantes individualmente ou combinados.

O uso de microrganismos de forma concomitante com diferentes funcionalidades (co-inoculação) tem tido destaque, graças ao efeito sinérgico, no aumento de produção em algumas culturas (FERREIRA *et al.*, 2016). Os mesmos autores avaliaram o efeito da co-inoculação de microrganismos solubilizadores de fósforo (*Bacillus* sp.), fungos micorrízicos e *Azospirillum* no cultivo de milho adubado com fontes de fósforo de diferente solubilidade. Os autores encontram que a co-inoculação com *Azospirillum*, *Bacillus* solubilizador de fosfato e fungos micorrízicos, proporcionou maior altura da planta de milho adubado com fosfato de Araxá.

Segundo Guimarães *et al.* (2021), pesquisas que visam à promoção de crescimento vegetal e produção vegetal com inoculação contendo bactérias baseadas na solubilização do fosfato no solo são mais recentes e promissoras, segundo a importância e a difícil dinâmica deste nutriente no solo. O uso dos microrganismos multifuncionais são fundamentais para a

agricultura sustentável, promovem o crescimento das plantas, melhorando o rendimento e a qualidade das culturas.

Santos *et al.* (2021) citam que o sucesso no desempenho das bactérias solubilizadoras do fosfato está influenciado por fatores como temperatura, pH e salinidade do solo. Dessa maneira, se tem importância em avaliar a eficiência em diferentes ambientes do uso de tratamentos contendo bactérias solubilizadoras de fosfato.

O objetivo do presente estudo é avaliar as características agrônômicas e produtividade das culturas do milho (2021/2022) a diferentes inoculações e co-inoculação de bactérias solubilizadoras de fósforo do gênero *Bacillus*, *Pseudomonas* e bactérias bioestimulantes de crescimento vegetal do gênero *Azospirillum* no município de Santa Fé do Sul, no Noroeste Paulista, visando potencializar o desenvolvimento da planta e o aumento da eficiência da utilização do solo pela mesma.

2 METODOLOGIA

2.1 Local do experimento, preparo da área e semeadura do milho

O presente trabalho foi desenvolvido em área de sequeiro no Núcleo de Ensino, Pesquisa e Extensão do Centro Universitário de Santa Fé do Sul –SP, sob um ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO eutrófico, abrupto, A moderado, textura arenosa/média de acordo com Oliveira *et al.* (1999), localizado entre 20°22'17" de latitude sul e 50°90'52" de longitude oeste, com altitude de 384 m. A precipitação anual média é de 1.221 mm e temperatura média anual de 24,4°C. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, classificado como tropical úmido, com inverno seco e ameno e verão quente e chuvoso.

O solo no qual foi estabelecida a pesquisa está sendo cultivado com culturas anuais há 2 anos, sendo a cultura anterior o milho safrinha. Antes da instalação dos experimentos, foram realizadas a caracterização química do solo para fins de fertilidade, utilizando-se os métodos propostos por Raij *et al.* (2001). Foram coletadas vinte amostras de solo com estrutura deformada, realizadas com o auxílio de um trado de rosca na camada de 0,00-0,20 m e, após a interpretação da análise, foram realizadas as devidas correções de fertilidade do solo.

Os dados obtidos da análise de solo foram: pH (CaCl₂) = 5,3; 12,0 mg dm⁻³ de P; 1,7; 19,0; 13,0; 18,0; 33,7 e 51,7 mmolc dm⁻³ de K, Ca, Mg, H+Al, SB e CTC, respectivamente; 15,0 g dm⁻³ de material orgânico e saturação por bases (V%) = 65,0.

Em seguida, foi feito o cálculo da necessidade de calagem através da equação:

$$Nc = \frac{(V2 - V1) \times CTC}{PRNT \times 10}$$

Onde:

V2 = saturação por base desejada.

V1 = saturação por base atual (análise de solo).

CTC = capacidade de troca catiônica [$Ca^{2+} + Mg^{2+} + K^{+} + (H + Al)$], em cmolc.dm⁻³.

PRNT = poder relativo de neutralização total do calcário a ser aplicado.

Obteve-se, através dos cálculos, a necessidade de calagem da área de 300kg.ha⁻¹ de calcário com PRNT de 86%.

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados (DBC), com 5 repetições e o experimento composto por 8 tratamentos:

T1 – Testemunha;

T2 – cultura inoculada com *Azospirillum brasilense*

T3 – cultura inoculada com *Pseudomonas fluorescens*

T4 – cultura inoculada com *Bacillus subtilis*

T5 – cultura inoculada com *Pseudomonas fluorescens* + *Bacillus subtilis*

T6 - cultura inoculada com *Azospirillum brasilense* + *Bacillus subtilis*

T7 - cultura inoculada com *Azospirillum brasilense* + *Pseudomonas fluorescens*

T8 – cultura inoculada com *Pseudomonas fluorescens* + *Bacillus subtilis* + *Azospirillum brasilense*

A aplicação foi via sulco de plantio com as doses recomendadas dos fabricantes para cada inoculante (*Pseudomonas fluorescens*: 400 ml/ha (1x10⁹ ufc/ml); *Bacillus subtilis*: 500 ml/ha (1x10⁹ ufc/ml) e *Azospirillum brasilense*: 400 ml/ha (1x10⁸ ufc/ml)).

Cada parcela experimental foi constituída por 6 linhas de 10 m com espaçamento de 0,5 m de cada cultura, perfazendo uma área de parcela de 3 x 10 m (30 m²).

Antes da semeadura das culturas foi realizada a preparação da área de plantio, sendo feita uma dessecação da área com herbicida glifosato (1,56 kg i.a. ha⁻¹), carfentrazona etílica (20 g i.a. ha⁻¹) e haloxifope-p-metílico (60 g i.a. ha⁻¹) para o controle de plantas daninhas remanescentes na área.

As sementes de milho utilizadas foram o híbrido simples de milho com tecnologia Viptera 3 submetidas ao tratamento de sementes com fungicidas (Carbendazim + tiram) e inseticidas (Bifentrina), já a inoculação foi realizada via sulco de plantio.

A semeadura do milho foi realizada no dia 01 de dezembro de 2021, em sistema plantio direto, com espaçamento entre linhas de 0,5 m, com 3 plantas por metro linear, totalizando uma população de 60 mil plantas ha⁻¹. Com adubação de semeadura de 300 kg ha⁻¹ do formulado 8-28-16 (N-P-K).

Figura 1 – Semeadura do milho, 2021.



Fonte: Dos próprios autores.

Após a semeadura, esperou-se a germinação das sementes para que fossem estaqueadas as parcelas do experimento para identificação dos tratamentos.

Figura 2 – Estaqueamento da área, 2021.



Fonte: Dos próprios autores.

Foi realizada a adubação nitrogenada 23 dias após o plantio, a cultura encontrava-se entre os estádios vegetativos V4 e V5, a dosagem utilizada foi 100 kg de N por hectare.

Durante o desenvolvimento da cultura, foram feitas 2 aplicações de herbicidas para controle de plantas daninhas sendo que, na primeira, foi utilizado glifosato (2,5 Kg p.c. h-1) e, na segunda, foi utilizado clorimuron com jato dirigido. Também foram realizadas 3 aplicações de inseticidas: 2 aplicações para controle da lagarta do cartucho e cigarrinha (Metomil e Imidacloprido) e 1 aplicação especificamente para controle da cigarrinha e foi feita uma aplicação preventiva de fungicida.

2.1 Avaliações realizadas

Quando a cultura do milho estava na maturidade fisiológica (estádio R6), foram realizadas as seguintes avaliações:

- Estande de plantas: utilizou-se de trena para contabilizar o número de plantas viáveis nas parcelas de cada tratamento. Foram esticados 3 metros da trena na entrelinha da parcela e contabilizou-se o total de plantas de cada fileira. Depois, foram somados os valores da contagem e divididos pela distância total de 6 metros lineares e, desse modo, a densidade populacional de cada parcela.

- Altura de plantas: definida como sendo a distância (m) do nível do solo ao ápice do pendão do milho; Altura de inserção da espiga: definida como sendo a distância (m) do nível do solo até a inserção da espiga principal;

- Diâmetro basal do colmo: utilizando-se um paquímetro manual para medição, tomando como base o segundo entrenó da planta;

- Massa de 100 grãos: determinada em balança de precisão (0,01g) a 13% de umidade (base úmida – b.u.);

- Produtividade de grãos: determinada por meio da coleta das espigas das plantas contidas em 5 metros das 4 linhas úteis de cada parcela. Após a trilhagem, os grãos serão quantificados e os dados transformados em kg ha⁻¹ a 13% (base úmida).

- Posteriormente, foram coletadas 10 espigas de milho na ocasião da colheita para as seguintes avaliações: Comprimento da espiga (despalhada): determinado do ápice até a base da espiga; Diâmetro da espiga (despalhada); Número de fileiras por espiga: obtido em função da relação do número de fileiras de grãos em cada espiga; Número de grãos por fileira da espiga: determinado em função da relação entre o número de grãos em cada fileira da espiga; Número

de grãos por espiga: obtido a partir da contagem do número de grãos em cada espiga de milho, de cada unidade experimental.

Todos os resultados serão tabelados e submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$). Quando houve diferenças significativas, foi realizado o teste de Snott-Knott ao nível de 5%. O software estatístico a ser utilizado para realização das análises será o SISVAR[®] (FERREIRA, 2014).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes às características biométricas e de produção analisados são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Análise de variância para: Altura (ALT), diâmetro da planta (DIA); altura de inserção da espiga (ALT_E); diâmetro da espiga (DIA_E); comprimento da espiga (COMP_E); estande de plantas (ESTAN); grãos por espiga (G_ESP); massa de 100 sementes (M_100) e produtividade (PROD). Santa Fé do Sul, 2022.

TRAT	ALT (m)	DIA (mm)	ALT_E (m)	DIA_E (mm)	COMP_E (cm)	ESTAN (un)	G_ESP (un)	M_100 (g)	PROD (kg/ha)
T1	1,36 B	15,28 B	0,67	28,28	11,79	2,4	407,52 B	8,92	1486,67
T2	1,52 B	17,44 A	0,73	28,08	12,22	2,93	425,60 B	9,95	1658,00
T3	1,60 A	18,84 A	0,84	28,8	12,62	2,57	467,92 A	10,16	1692,67
T4	1,64 A	17,64 A	0,79	29,24	12,66	2,53	462,96 A	10,14	1690,67
T5	1,69 A	17,08 A	0,81	29,6	12,6	2,3	466,64 A	10,2	1699,33
T6	1,50 B	15,40 B	0,7	27,76	11,34	3,03	395,36 B	9,28	1546,00
T7	1,58 A	17,36 A	0,82	27,8	11,71	2,76	420,40 B	9,14	1523,67
T8	1,72 A	19,44 A	0,83	28,16	12,02	2,93	439,72 A	9,31	1551,33
Teste F	3,56**	2,97*	1,90 ^{ns}	1,34 ^{ns}	1,38 ^{ns}	1,07 ^{ns}	2,52*	0,87 ^{ns}	0,87 ^{ns}
Média	1,58	17,31	0,77	28,47	12,12	2,68	435,77	9,64	1606,04
CV	8,62	10,91	13,57	4,6	7,68	21,85	9,07	13,09	13,09

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Snott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. **:significativo ($p < 0,01$); *: significativo ($p < 0,05$); ns: Não significativo; CV (%): Coeficiente de variação. Fonte: Dos próprios autores.

Os dados obtidos na análise mostraram-se significativos para os seguintes requisitos: altura, diâmetro e grãos por espiga. Para altura, destaque para o tratamento 8 (cultura inoculada com *Pseudomonas fluorescens* + *Bacillus subtilis* + *Azospirillum brasilense*) que teve um

crescimento superior aos demais tratamentos. O mesmo ocorreu em relação ao diâmetro de caule, onde houve um engrossamento de caule maior, essa diferença foi 2,13 mm superior à medida analisada, o que proporcionou uma melhor sustentação para a planta.

Os microrganismos como *Azospirillum*, *Pseudomonas sp* e *Bacillus* podem estimular o crescimento e diminuir o estresse nas plantas por meio da produção de auxina (AIA), giberelina, citocinina entre outros hormônios (KHOSHRU *et al.*, 2020; LOPES *et al.*, 2021).

Cândido *et al.* (2022), estudando o residual de co-inoculação de bactérias promotoras de crescimento para a cultura do milho encontraram que a co-inoculação com *Azospirillum brasilense* na soja promoveu melhorias na fisiologia do milho cultivado em sucessão, sendo uma alternativa para proporcionar plantas com maior potencial de tolerância a estresses e gerar plantas com maior potencial produtivo.

Em relação à geração de grãos (grãos por espiga), os tratamentos 3, 5, 4 e 8 mostraram-se significativos, destacando os tratamentos 3, 4 e 5 (T3 – cultura inoculada com *Pseudomonas fluorescens*; T4 – cultura inoculada com *Bacillus subtilis*; T5 – cultura inoculada com *Pseudomonas fluorescens* + *Bacillus subtilis*) com uma produção de grãos por espiga em torne de 7,4% maior que a média.

Araújo (2008) avaliou inoculação de *B. subtilis* em sementes das culturas do milho, soja e algodão. O autor notou que, com relação ao desenvolvimento das plantas, representado pela produção de matéria seca, observou-se que o milho foi a única cultura que respondeu à inoculação de *B. subtilis*.

Os demais resultados não foram significativos, o que mostrou que, estatisticamente, são iguais.

Dalcin (2021) avaliou a inoculação de *B. Megaterium* e *B. subtilis* com doses de P na cultura do milho. Notou-se que a ela apresentou viabilidade econômica com 0% da dose de P, entretanto, a dose 100% de P não foi viável. A inoculação via semente com *P. fluorescens*, sem adição de P, produziu 87% de eficiência agrônômica relativa (CHAVES, 2013).

Martins (2020) avaliou a eficiência dos *Bacillus megaterium* e *Pseudomonas fluorescens* aplicados no sulco de plantio e como tratamento de semente em plantas de milho. O autor observou que estes aplicadas diretamente na semente geraram resultados significativos para diâmetro do colmo, altura da planta, largura da folha, peso da espiga, n° de grãos da espiga, matéria fresca da planta. Ele cita que inoculação de bactérias do gênero *Pseudomonas* e *Bacillus* auxilia na solubilização de P presente na rizosfera promovendo maior disponibilidade de nutrientes para as plantas, promovendo maior vigor e arranque inicial, acarretando aumento da

produtividade de plantas de milho, o que ocorre pela somatória dos fatores relacionados com a absorção, nutrição, acúmulo e aproveitamento de água, índice de clorofila foliar e componentes produtivos, parte aérea, área foliar, massa da raiz e massa de grão.

A co-inoculação resulta em melhores ganhos em produtividade se comparada à técnica de inoculação somente.

4 CONCLUSÃO

Como conclusão, a inoculação e co-inoculação de bactérias promoveram um crescimento satisfatório, podendo refletir em produção com aumento de número de grãos por espiga, em especial, a associação de *Pseudomonas fluorescens* com *Bacillus subtilis*.

REFERÊNCIAS

- AWASTHI, R.; TEWARI, R.; NAYYAR, H. Synergy between plants and P-solubilizing microbes in soils: effects on growth and physiology of crops. **International Research Journal of Microbiology**, v. 2, n. 12, p. 484-503. 2011. Disponível em: <https://www.interestjournals.org/articles/synergy-between-plants-and-psolubilizing-microbes-in-soils-effects-on-growth-and-physiology-of-crops.pdf>.
- BENITES, V. de M. A importância da pesquisa na avaliação da eficiência das tecnologias em fertilizantes fosfatados no Brasil. **Boletim informativo da SBCS**. 2015. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1031679/1/2015101.pdf>.
- CÂNDIDO, A. C. T. F. *et. al.* Efeito residual da coinoculação com *Azospirillum brasilense* na soja e adubação nitrogenada no teor foliar de macronutrientes em milho, **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 15, n. 2, p. 279-294, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2022v15n2e8651>.
- CHAVES, D.P; ZUCARELI, C; OLIVEIRA JUNIOR, A. Fontes de fósforo associadas à inoculação com *Pseudomonas fluorescens* no desenvolvimento e produtividade do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, p. 57-72. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n1p57>.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. 2021. **Acompanhamento da safra brasileira. Grãos. Safra 2021/2022 – 2º levantamento**. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/gaos/boletim-da-safra-de-gaos/item/download/45079_de757ede046dc53c3af977d1fa1997d5.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109–112, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>.
- DALCIN, G. **Uso de *Bacillus megaterium* e *B. subtilis* e adubação fosfatada na produtividade do milho**. Cerro Largo, 2021. 41 f. (Graduação em Agronomia). Universidade

Federal da Fronteira Sul - UFS, Cerro Largo, RS, 2021. Disponível em:
<https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/5794>.

EMBRAPA. **Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira.** – Brasília, DF: Embrapa, 2018. 212 p. Disponível em:
<https://www.embrapa.br/documents/10180/9543845/Vis%C3%A3o+2030+-+o+futuro+da+agricultura+brasileira/2a9a0f27-0ead-991a-8cbf-af8e89d62829?version=1.1>.

FERREIRA, F. N. *et al.* Avaliação do crescimento de milho co-inoculado com microrganismos solubilizadores de fósforo, fungos micorrízicos e *Azospirillum*. *In: XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO*, 31., 2016, Bento Gonçalves. Milho e sorgo: inovações, mercados e segurança alimentar: **Anais...** Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2016. Disponível em:
<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1054104>.

GUIMARÃES, V. F.; KLEIN, J.; KLEIN, D. K. Promoção de crescimento e solubilização de fosfato na cultura da soja: coinoculação de sementes com *Bradyrhizobium japonicum* e *Pseudomonas fluorescens*. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 11, e366101120078, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.20078>.
<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/20078/17577>.

HARGER, N. *et al.* Avaliação de fontes e doses de fósforo no crescimento inicial do milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v.28, n.1, p.39-44, 2007. Disponível em:
<https://doi.org/10.5433/1679-0359.2007v28n1p39>.

INUI, R. N. **Isolamento e identificação de bactérias solubilizadoras de fósforo e produtoras de auxinas em solo com cana-de-açúcar.** 2009. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal-SP/BR. 2009. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/92654>.

KHOSHRU, B. *et al.* Current scenario and future prospects of plant growth - promoting rhizobacteria: an economic valuable resource for the agriculture revival under stressful conditions. **Journal of Plant Nutrition**, v. 43, n. 20, p. 3062-3092. 2020. Disponível em:
<https://doi.org/10.1080/01904167.2020.1799004>.

LOPES, M. J. S.; DIAS-FILHO, M. B.; GURGEL, E. S. C. Successful plant growth - promoting microbes: inoculation methods and abiotic factors. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 5, artigo n. 606454, p. 1-13. Disponível em:
<https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.606454>.

LOPES, A. S.; GUILHERME, L. R. G. Fertilidade do Solo e Produtividade Agrícola. *In: NOVAIS, R. F. et al. (ed.) Fertilidade do solo.* Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – SBCS, Viçosa - MG, 2007. 1017p. Disponível em:
<https://docs.ufpr.br/~nutricaoeplantas/fertisolo.pdf>.

MARTINS, D.N. **Comparação entre o *Bacillus Megaterium* e *Pseudomonas Fluorescens* no Desenvolvimento e Reprodução da Cultura do Milho.** Varginha-MG, 2020. 21 f. (Graduação em Agronomia). Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas – FEPESMIG. Varginha-MG, 2020. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/1453>.

MORAIS, G.P. *et al.* Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* na cultura do milho. **Revista Agropecuária Técnica**, v.38, n.3, p.109-116, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.25066/agrotec.v38i3.29919>.

NAZ, I.; BANO, A. Biochemical, molecular characterization and growth promoting effects of phosphate solubilizing *Pseudomonas* sp. isolated from weeds grown in salt range of Pakistan. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 334, n. 1, p. 199-207, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11104-010-0372-8>.

OLIVEIRA, A.J., LOURENÇO, S., GOEDERT, W.J. **Adubação fosfatada no Brasil**. Brasília, DF. EMBRAPA-DID, 1982. 326 p. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/busca?b=ad&id=1154&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22OLIVEIRA,%20A.%20J.%20de%22&qFacets=autoria:%22OLIVEIRA,%20A.%20J.%20de%22&sort=&paginaacao=t&paginaAtual=1>.

OLIVEIRA, J. B. *et al.* Mapa pedológico do Estado de São Paulo: legenda expandida. Campinas: IAC; Rio de Janeiro: EMBRAPA – SOLOS, **Mapa pedológico do Estado de São Paulo: Legenda Expandida**, São Paulo, p. 64, 1999. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164919/1/Mapa-pedologico-do-Estado-de-SP-legenda-expandida-1999-Embrapa-Solos.pdf>.

OLIVEIRA, R. S. *et al.* Efeito de bioinoculantes pré-comerciais formulados com diferentes cepas de *Bacillus* na promoção de crescimento de plântulas de milho. *In*: IV Simpósio de Microbiologia da UFMG. Metabolismo Microbianos: Saúde, Ambiente e Biotecnologia. 2017, Belo Horizonte – MG: **Anais...** Embrapa Milho e Sorgo. 2017. n. 190. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/166187/1/Efeito-bioinoculantes.pdf>.

PATIÑO-TORRES, C. O., REYES, O. E. S. Los microorganismos solubilizadores de fósforo (MSF): una alternativa biotecnológica para una agricultura sostenible. **Entramado**, v. 10, n. 2, p. 288-297, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.org.co/pdf/entra/v10n2/v10n2a18.pdf>.

RAIJ *et al.* **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo, 285 p, 2001. Disponível em: http://lab.iac.sp.gov.br/Publicacao/Raij_et_al_2001_Metod_Anal_IAC.pdf.

SANTOS, A.C.M. *et al.* Adubação fosfatada com fertilizante Basiduo® na cultura da soja no oeste da Bahia. **Journal of Bioenergy and Food Science**, v.2, n.3, p.82-90, 2015. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.18067/jbfs.v2i3.25>.

SANTOS; M.G.P. *et al.* Inoculação de culturas anuais com bactérias solubilizadoras do fósforo. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 2, n. 4, p. 4. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.51189/rema/2409>.

SILVEIRA, A. P.D.; FREITAS, S. S. (Ed). **Microbiota do solo e Qualidade Ambiental**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo, 2007. p. 22. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/defesa/livros/MICROBIOTA%20DO%20SOLO%20E%20QUALIDADE%20AMBIENTAL.pdf>.