



**INSTITUTO FEDERAL**  
Rondônia



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia



**INSTITUTO FEDERAL**  
Rondônia  
Campus Ariquemes

**Ministério da Educação - Secretaria de Educação Profissional e  
Tecnológica**  
**Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia**  
**Campus Ariquemes**

**MICRO-ORGANISMOS SOLUBILIZADORES DE  
FÓSFORO EM ASSOCIAÇÃO A ADUBAÇÃO NO CULTIVO  
DA SOJA**

Ariquemes - RO

2024

**Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Rondônia**  
**Campus Ariquemes**

**Lorhena Vilela da Luz**

**Orientador:** Dr. Luciano dos Reis Venturoso

**Coorientadora:** Dr<sup>a</sup>. Lenita Aparecida Conus  
Venturoso

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte das exigências do curso Bacharel em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - Campus Ariquemes.

**Ariquemes - RO**

**2024**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO,  
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Luz, Lorhena Vilela da.

Micro-organismos solubilizadores de fósforo em associação a adubação  
no cultivo da soja / Lorhena Vilela da Luz, Ariquemes-RO, 2024.  
26 f. : il.

Orientador(a): Prof.Dr Luciano dos Reis Venturoso.

Coorientador(a): Prof<sup>ª</sup>.Dra Lenita Aparecida Conus Venturoso.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto  
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO,  
Ariquemes-RO, 2024.

1. Soja. 2. Bactérias solubilizadoras de fósforo. 3. Adubação fosfatada. I.  
Venturoso, Luciano dos Reis (orient.). II. Venturoso, Lenita Aparecida Conus  
(coorient.). III. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de  
Rondônia - IFRO. IV. Título.

**Bibliotecário(a) Responsável:** Renilce Silva Morais, CRB-11/906 (Campus Ariquemes)

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE  
RONDÔNIA CAMPUS ARIQUEMES**

**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO**

**Micro-organismos solubilizadores de fósforo em associação a adubação no cultivo da  
soja**

**Acadêmica:** Lorhena Vilela da Luz

**Orientador:** Dr. Luciano dos Reis Venturoso

**Coorientadora:** Dr<sup>a</sup>. Lenita Aparecida Conus Venturoso

**Conceito Atribuído:** **Aprovado**

---

Dr. Luciano dos Reis Venturoso

---

Dr<sup>a</sup>. Lenita Aparecida Conus Venturoso

---

Dr. Matheus Martins Ferreira

---

Dr. Igor Vilela Cruz

**Data da Realização:** 10/09/2024.

**Ariquemes – RO**

**2024**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho à minha família, em especial aos meus pais, José Antônio da Luz e Osnely Vilela da Silva Luz, como forma de gratidão por todo esforço e dedicação que fizeram por mim durante toda a minha vida.

Dedico também aos meus irmãos Arthur Vilela da Luz e Victor Nogueira da Luz e, aos meus parentes, amigos e ao meu noivo João Victor de Oliveira Costa que com muito amor me apoiaram e me encorajaram para que eu chegasse até o fim do curso.

## AGRADECIMENTOS

Gratidão a Deus e à Mãe Maria Santíssima por sua infinita bondade e por ter sido meu sustento até aqui.

Ao IFRO, minha instituição de ensino, agradeço pelas oportunidades de aprendizagem e crescimento acadêmico que me foram disponibilizadas ao longo desta jornada.

Aos meus orientadores, Lenita Venturoso e Luciano Venturoso, agradeço pelos conselhos, incentivos e pelo apoio durante a graduação e elaboração deste trabalho.

Aos meus colegas da faculdade Bruno Andrade, Carlos Vinicius Reis, Karine Santos e Vanessa Gretzler Monteiro, gratidão pelo apoio e colaboração, especialmente durante as atividades práticas deste trabalho. Sem a ajuda de vocês nada disso seria possível.

Às minhas amigas, Anny Povodeiuk, Erica Faria, Gleiciane Pereira e Valquíria Silva, agradeço por cada momento compartilhado e pelo apoio incondicional. A amizade e parceria de todas foram fundamentais para que eu chegasse até aqui.

Aos meus familiares e ao meu noivo João Victor, meu mais sincero obrigado por fazerem parte desta jornada e por tornarem possível a realização deste sonho.

## **Micro-organismos solubilizadores de fósforo em associação a adubação no cultivo da soja**

### **RESUMO**

Os bons resultados da inoculação com bactérias do gênero *Rhizobium* nas culturas impulsionaram o investimento e produção de inoculantes à base de outros gêneros de bactérias capazes de disponibilizar nutrientes para as plantas, tal como, o fósforo. Devido a adsorção desse nutriente no solo, se faz necessário a inoculação com micro-organismos solubilizadores, como *Bacillus subtilis* e *B. megaterium*. Diante do exposto, objetivou-se avaliar a influência de um inoculante comercial a base de bactérias solubilizadoras de fósforo em associação a diferentes formas de adubação sobre a nodulação e rendimento da cultura da soja. O experimento foi realizado no Instituto Federal de Rondônia, *Campus* Ariquemes, em delineamento de blocos casualizados com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos constaram da adubação completa, inoculação com BiomaPhos<sup>®</sup>, adubação completa + BiomaPhos<sup>®</sup> e metade da adubação + BiomaPhos<sup>®</sup>. A cultura da soja, cultivar M8644 IPRO, foi semeada em parcelas de 5 x 4 m, com oito linhas espaçadas a 0,50 m. Foi avaliado a nodulação nos estádios fenológicos V4 e R1 e os caracteres agrônômicos da cultura da soja. De modo geral observou-se que a utilização da adubação completa, adubação completa + BiomaPhos<sup>®</sup> e metade da adubação + BiomaPhos<sup>®</sup> proporcionaram desenvolvimento e rendimento semelhantes na cultura da soja, destacando-se o tratamento com metade da adubação associado ao inoculante, o qual representaria economia no custo de produção, sem prejuízos no desenvolvimento e rendimento da cultura da soja. A partir dos resultados deste experimento, conclui-se que a associação de metade da adubação com o BiomaPhos<sup>®</sup> representa uma prática de cultivo sustentável, capaz de manter elevados os indicadores de desenvolvimento e rendimento de grãos na cultura da soja. Não se recomenda a utilização do inoculante BiomaPhos<sup>®</sup> de forma isolada no cultivo da soja.

**Palavras-chave:** *Bacillus subtilis*. *Bacillus megaterium*. *Glycine max*.

## **Effect of mycorrhizal inoculation and cover crops on agronomic characteristics of soybean**

### **ABSTRACT**

The good results of inoculation with bacteria of the genus *Rhizobium* in crops have boosted investment and production of inoculants based on other genera of bacteria capable of making nutrients available to plants, such as phosphorus. Due to the adsorption of this nutrient in the soil, inoculation with solubilizing microorganisms, such as *Bacillus subtilis* and *B. megaterium*, is necessary. In view of the above, the objective of this study was to evaluate the influence of a commercial inoculant based on phosphorus-solubilizing bacteria in association with different forms of fertilization on the nodulation and yield of soybean crops. The experiment was carried out at the Instituto Federal de Rondônia, Ariquemes Campus, in a randomized block design with four treatments and six replicates. The treatments consisted of full fertilization, inoculation with BiomaPhos<sup>®</sup>, full fertilization + BiomaPhos<sup>®</sup>, and half fertilization + BiomaPhos<sup>®</sup>. Soybean cultivar M8644 IPRO was sown in 5 x 4 m plots with eight rows spaced 0.50 m apart. Nodulation was evaluated at the V4 and R1 phenological stages, as well as the agronomic characteristics of the soybean crop. In general, it was observed that the use of full fertilization, full fertilization + BiomaPhos<sup>®</sup>, and half fertilization + BiomaPhos<sup>®</sup> provided similar development and yield in the soybean crop, with emphasis on the treatment with half fertilization associated with the inoculant, which would represent savings in production costs, without compromising the development and yield of the soybean crop. Based on the results of this experiment, it is concluded that the association of half fertilization with BiomaPhos<sup>®</sup> is a sustainable production practice, capable of maintaining high grain development and yield indicators in soybean crops. The use of the BiomaPhos<sup>®</sup> inoculant alone is not recommended in soybean cultivation.

**Keywords:** *Bacillus subtilis*. *Bacillus megaterium*. *Glycine max*.



## INTRODUÇÃO

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merrill] vem ganhando espaço em todo o cenário mundial, tornando-se o principal produto do setor agrícola no Brasil. O grão foi responsável por promover grande movimentação de capital, principalmente em função do fornecimento de proteínas e por ser fonte de alimentação para humanos e animais. No âmbito nacional, os principais subprodutos são o farelo de soja e o óleo (SEIXAS et al., 2020).

Na safra 23/24, a produção nacional atingiu 147,3 milhões de toneladas, registrando-se redução de 4,7% em relação à safra anterior. No entanto, houve aumento da área plantada, que chegou a 46,0 milhões de hectares. Em função das condições climáticas adversas, a produtividade apresentou decréscimo de 8,7% em relação à safra anterior, com média de 3.202 kg.ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2024).

O estado de Rondônia vem acompanhando esse crescimento da produção de soja no país. No final da década de noventa, a cultura ganhou espaço entre as principais atividades econômicas, sendo elas, mineração, exploração madeireira e pecuária extensiva. Isso ocorreu principalmente em virtude da viabilidade do transporte de cargas na hidrovía Madeira Amazonas (PEREIRA e KAHIL, 2010). A produção de soja no estado na safra 23/24 foi de 2,28 milhões de toneladas, com uma produtividade de 3.547 kg.ha<sup>-1</sup> e área plantada de 643,2 mil hectares (CONAB, 2024).

A manutenção da produtividade elevada e da resistência da lavoura às adversidades climáticas e outras intempéries, requerem o fornecimento adequado e a disponibilidade de nutrientes para as plantas. A cultura da soja demonstrou ser altamente exigente em fertilidade, sendo responsável por demandar mais de 40% dos fertilizantes aplicados no país. A dependência de fertilizantes importados tem elevado os custos de produção e expõe a agricultura brasileira às flutuações do mercado externo, diminuindo sua competitividade (ALMEIDA e VOLOTÃO, 2020).

O emprego de estratégias que visam reduzir a dependência de fertilizantes tem aumentado na agricultura brasileira, como o desenvolvimento de inoculantes contendo micro-organismos, conhecidos como rizóbio, eficazes na fixação do nitrogênio atmosférico para as plantas (MARCHETTI e BARP, 2015). Os resultados positivos da inoculação com bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, impulsionaram o investimento e a produção de inoculantes com outros gêneros de bactérias, capazes de ampliar a disponibilidade de diversos nutrientes para as plantas, tal como, o fósforo. Esse elemento desempenha papel crucial no desenvolvimento das plantas, incluindo a fotossíntese, produção de trifosfato de adenosina (ATP), divisão celular,

respiração, composição de ácidos nucleicos, genes, cromossomos, fosfoproteínas, coenzimas e fosfolipídios (GRANT et al., 2001), além de favorecer o processo de nodulação e fixação biológica de nitrogênio (OLIVEIRA-PAIVA et al., 2021).

A maioria dos solos agricultáveis possuem grandes reservas de fósforo, principalmente os acumulados de fertilizações. No entanto, em regiões tropicais, onde predominam solos altamente intemperizados, como os Latossolos do estado de Rondônia, há uma alta concentração de alumínio e acidez. Essas condições favorecem a fixação dos íons fosfatos nos coloides minerais do solo, além de promoverem a formação de fosfatos de ferro e alumínio. Em solos com pH neutro ou alcalino, o fósforo se liga ao cálcio, formando fosfatos de cálcio. Esses processos tornam o fósforo indisponível, limitando sua absorção pelas plantas (SWAIN et al., 2012; GUEDES et al., 2016; RIBEIRO et al., 2018).

O fósforo apresenta baixa mobilidade no solo, fato que dificulta sua absorção pelas plantas. As bactérias solubilizadoras de fósforo estão entre os micro-organismos capazes de tornar esse elemento mais próximo das plantas e, naturalmente, estão presentes no solo. No entanto, a concentração desses micro-organismos na rizosfera das plantas tem sido baixa, e a quantidade de fósforo solubilizado por elas não atende à exigência nutricional das culturas (RODRÍGUEZ e FRAGA, 1999). A prática da inoculação, seja por meio do tratamento de semente ou da aplicação via sulco de plantio, pode se tornar uma opção para a remediação do problema, sendo uma alternativa sustentável, especialmente em solos que apresentam baixos teores de fósforo (SOUZA JÚNIOR et al., 2024).

Diversos gêneros bacterianos apresentam a capacidade de desempenhar essa função, incluindo *Pseudomonas*, *Bacillus* e *Azospirillum* (NAUTIYAL, 1999; TURAN et al., 2012). Micro-organismos do gênero *Bacillus* têm demonstrado eficiência na solubilização do fósforo devido à sua estabilidade no ambiente, especialmente pela capacidade de formar endósporos. Essa característica lhes permite se adaptar a condições extremas, como variações de temperatura, pH ou exposição a produtos tóxicos (BAHADIR et al., 2018). Possuem ainda, a capacidade de acelerar o crescimento das plantas, tanto isoladamente quanto em associação com outros micro-organismos benéficos do solo (KIM et al., 1997), por meio da produção de hormônios como as auxinas, giberelinas e citocininas (RAWAT et al., 2021).

Dentre as espécies de bactérias, *Bacillus subtilis* e *B. megaterium* demonstraram a capacidade de realizar essa solubilização (SCHWAAB e AGUIAR, 2019). Em 2019, foi desenvolvido um inoculante que utilizou essas bactérias em sua composição. A estirpe de *Bacillus megaterium* (CNPMS B119), oriunda da região rizosférica do milho, demonstrou ser capaz de solubilizar fosfatos de cálcio, rocha e produzir fosfatase. A estirpe de *B. subtilis*

(CNPMS B 2084), endofítica, oriunda da folha do milho, foi capaz de solubilizar fosfatos de cálcio e ferro, além de produzir altos teores de ácido glucônico e enzima fitase (OLIVEIRA-PAIVA et al., 2020).

A relação entre micro-organismos solubilizadores de fósforo e plantas, bem como sua capacidade de sobrevivência e estabelecimento na rizosfera, ainda não foi totalmente compreendida (VAN VEEN et al., 1997; RICHARDSON, 2001). Porém, tem sido observado que essa relação sofre influência dos fatores edáficos e ambientais (OROZCO-MOSQUEDA et al., 2018), e que as plantas e as bactérias fazem uma relação simbiótica, na qual a planta possibilita a multiplicação das bactérias em sua rizosfera, fornecendo carboidratos e em contrapartida as bactérias melhoram o sistema radicular das plantas, favorecendo o aumento da captação de nutrientes (GOLDSTEIN., 1995; SILVA et al., 2008).

De acordo com BIOMA (2022), o inoculante pode atuar na planta desde os primeiros estádios de desenvolvimento. No início da formação do sistema radicular, as plantas inoculadas com o produto têm suas raízes colonizadas pelas bactérias, iniciando-se o processo de produção de ácidos orgânicos, que irão atuar no solo ao entorno da rizosfera, solubilizando o fósforo. A produção de ácidos orgânicos tem sido o principal mecanismo dessa solubilização, estando entre os produzidos os ácidos, glicólico, fórmico, 2-cetoglucônico, cítrico, oxálico, láctico, isovalérico, succínico e acético (SAEID et al., 2018). Os ácidos orgânicos e a liberação de prótons são capazes de acidificar o meio na qual estão sendo inseridos e esse processo impede a adsorção do fósforo, uma vez que, contribui para a ligação das hidroxilas presentes no solo com os óxidos, possibilitando assim a disponibilidade do fósforo na solução (BISSANI et al., 2004).

A solubilização pode ocorrer ainda, por meio da produção de enzimas fosfatases. Essas enzimas fazem a quebra de fosfatos orgânicos da matéria orgânica permitindo assim a mineralização desses compostos e conseqüentemente a absorção pelas raízes das plantas. Outro processo de solubilização seria a excreção de sideróforos, compostos metabólicos que fazem a quelatção dos íons metálicos com o ferro insolúvel, formando complexos que tornam os fosfatos disponíveis (BATISTA et al., 2018; KALAYU, 2019; RAWAT et al., 2021).

Em um experimento conduzido pela Embrapa, a aplicação desse produto no cultivo da soja durante a safra 20/21, abrangendo 415 unidades distribuídas em 212 municípios nos nove principais estados produtores (BA, GO, MS, MT, PA, PR, RS, SC, SP), resultou em um aumento de 10% na produtividade da soja nas áreas inoculadas, em comparação com as áreas não inoculadas. Esse incremento foi atribuído ao aumento do fósforo inorgânico disponível para as plantas (OLIVEIRA-PAIVA et al., 2021). Na aveia branca, a inoculação via tratamento de

sementes com bactérias *B. subtilis* e *B. megaterium* resultou no aumento de 37% na produtividade de grãos, que passou de 1.198 kg.ha<sup>-1</sup>, para 1.645 kg.ha<sup>-1</sup> (SANTOS et al., 2021).

Considerando o nível de importância do fósforo para a soja, assim como os problemas ambientais causados pelo uso excessivo de fertilizantes fosfatados, como a contaminação de cursos d'água e a eutrofização (ALORI et al., 2017), além do fato de que a maioria desses fertilizantes são provenientes de fontes não renováveis e demandam grande quantidade de energia para extração e processamento, torna-se necessário a busca por alternativas sustentáveis na produção agrícola. Deste modo, o emprego de práticas como o uso de micro-organismos solubilizadores de fósforo torna-se uma alternativa capaz de gerar maior sustentabilidade no cultivo, além de favorecer o fornecimento de fósforo para as plantas (KHAN et al., 2010). Portanto, o uso do inoculante à base das bactérias *B. megaterium* e *B. subtilis* apresenta-se como uma alternativa viável na busca por produções sustentáveis e aumento do rendimento das culturas, uma vez que as bactérias são conhecidas pelos seus efeitos positivos na solubilização de fosfatos e promoção de crescimento das plantas (GUIMARÃES et al., 2023).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar a influência de um inoculante comercial a base de bactérias solubilizadoras de fósforo em associação a diferentes formas de adubação sobre a nodulação e rendimento da cultura da soja.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na área experimental do Instituto Federal de Rondônia, *Campus* Ariquemes. A área localiza-se em latitude 9° 55' 12" S, longitude 62° 56' 59" O e altitude de 128 metros. O clima de Rondônia, do tipo equatorial quente úmido, tem apresentado três meses do ano seco e precipitação que varia entre 1300 a 2600 mm/ano (FRANCA, 2015). Em Ariquemes, de acordo com a classificação de Köppen e Geiger, predomina-se o clima do tipo Aw, tropical chuvoso, com média anual de pluviosidade de 1.928 mm. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico (LUMBRERAS et al., 2019).

A análise de solo da área foi realizada na profundidade de 0-20 cm, apresentando os seguintes níveis de fertilidade: pH (5,4); P (5,9 mg.dm<sup>-3</sup>); Ca (1,4 cmolc.dm<sup>-3</sup>); K (0,19 cmolc.dm<sup>-3</sup>); Mg (0,5 cmolc.dm<sup>-3</sup>); Al (0,3 cmolc.dm<sup>-3</sup>); H (3,9 cmolc.dm<sup>-3</sup>); M.O. (23 g.dm<sup>-3</sup>) e saturação de bases de 33%. A textura do solo apresentou as quantidades de 566 g.kg<sup>-1</sup> de argila, 95 g.kg<sup>-1</sup> de silte e 339 g.kg<sup>-1</sup> de areia. A calagem foi realizada a fim de elevar a saturação por bases a 60%, utilizando-se calcário dolomítico, PRNT de 75%, 3 meses antes do cultivo. Para o preparo do solo foram realizadas uma aração seguida de duas gradagens.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos constaram de adubação completa, adubação completa + BiomaPhos<sup>®</sup>, metade da adubação + BiomaPhos<sup>®</sup> e a utilização do produto BiomaPhos<sup>®</sup> sem adubação. A adubação ocorreu no sulco de plantio, por ocasião da semeadura da cultura da soja, utilizando-se como adubação completa a quantidade de 444,4 kg.ha<sup>-1</sup> de superfosfato simples e 206,9 kg.ha<sup>-1</sup> de cloreto de potássio. Essas doses foram aplicadas com o objetivo de atingir uma produtividade de 3000 kg.ha<sup>-1</sup> (RIBEIRO et al., 1999). O produto BiomaPhos<sup>®</sup> foi fornecido via tratamento de sementes, na dose de 120 mL do produto para cada 60.000 sementes.

As sementes foram tratadas com fungicida à base de Fludioxonil + Metalaxil-M na dose de 100 mL/100 kg de sementes. As sementes foram colocadas em um saco plástico, adicionando-se o fungicida, na dose e calda recomendadas, sendo a embalagem agitada por um minuto. Posteriormente, as sementes foram deixadas secando na sombra, por um período de 30 minutos. Depois de secas, ocorreu a inoculação das sementes, inoculantes BiomaPhos<sup>®</sup> constituído das cepas BRM 119 (*Bacillus megaterium*) e BRM 2084 (*B. subtilis*) e BiomaBrady contendo as cepas SEMIA 5079 e SEMIA 5080, bactéria *Bradyrhizobium japonicum*, na dose de 500 mL.ha<sup>-1</sup>.

A cultura foi semeada no dia 25 de janeiro de 2022, em parcelas apresentando dimensões de 5 m de comprimento por 4 m de largura, contendo oito linhas espaçadas entre si por 0,50 m. Foi considerada como área útil, 4 linhas centrais, descartando-se 0,5 m de cada extremidade, perfazendo 8 m<sup>2</sup>. Foi utilizada a cultivar M8644 IPRO, com população final de 222.222 plantas por hectare.

O manejo fitossanitário das pragas foi realizado conforme a ocorrência das mesmas. Para o controle de plantas daninhas, como corda de viola (*Ipomoea* spp.), capim pé-de-galinha (*Eleusine indica*), capim colchão (*Digitaria horizontalise*) e picão preto (*Bidens pilosa*), foi realizada a pulverização de dois herbicidas à base de glifosato, sendo a primeira na concentração de 577 g.L<sup>-1</sup> e a segunda de 480 g.L<sup>-1</sup>, com doses de 1140 e 960 g.ha<sup>-1</sup> do ingrediente ativo, respectivamente, e calda de 200 L.ha<sup>-1</sup>. Para o controle de insetos-pragas, como percevejo verde (*Nezara viridula*), percevejo verde-pequeno (*Piezodorus guildinii*), percevejo marrom (*Euschistus heros*), vaquinha (*Diabrotica speciosa*), mosca branca (*Bemisia tabaci*) e tripes (*Caliothrips brasiliensis*) foram realizadas três pulverizações, sendo a primeira a base de dinotefuram (84 g.L<sup>-1</sup>) + lambda-cialotrina (48 g.L<sup>-1</sup>) com dose de 42 + 24 g.ha<sup>-1</sup>; a segunda à base de Tiametoxam (141 g.L<sup>-1</sup>) + lambda-cialotrina (106 g.L<sup>-1</sup>) na dose de 28,2 + 21,2 g.ha<sup>-1</sup> do ingrediente ativo; e a terceira a base de sulfoxaflor (100 g.L<sup>-1</sup>) + lambda-cialotrina (150 g.L<sup>-1</sup>) na dose de 20 + 30 g.ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Para todas as pulverizações foram utilizados um volume de 200 L de calda. Para a prevenção da ocorrência de doenças foram realizadas duas pulverizações de fungicida à base de mancozebe (750 g.L<sup>-1</sup>) na dose de 1500 g.ha<sup>-1</sup> de ingrediente ativo, e calda de 200 L, em um intervalo de 10 dias.

As avaliações na cultura da soja ocorreram nos estádios fenológicos V4 e R1, quantificando o número de nódulos, massa seca de nódulos, ciclo fenológico, altura de plantas, população de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de sementes por vagem, massa de cem grãos e o rendimento de grãos.

O ciclo fenológico foi mensurado por meio da anotação das datas de florescimento pleno e maturação de cada parcela. Para o período vegetativo considerou-se o intervalo de dias entre a emergência e o florescimento pleno, enquanto o período reprodutivo, o intervalo entre florescimento e maturação da parcela. Foi considerado como florescimento pleno, o momento em que mais de 50% das plantas apresentaram pelo menos uma flor aberta em qualquer nó da haste principal em cada parcela. Por ocasião do florescimento foi mensurada a altura de plantas, medindo-se cinco plantas representativas da parcela, do colo à extremidade final da haste principal. Este mesmo procedimento foi realizado por ocasião da maturação da parcela.

No estágio fenológico V4 e no florescimento pleno, foi realizada a coleta de cinco plantas para a determinação do número de nódulos, sendo que em V4 a coleta ocorreu na segunda linha da parcela, e no florescimento na sétima linha. Depois de coletados e contados, os nódulos foram acondicionados em latas de alumínio e colocados em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 60°C até atingirem massa constante. Posteriormente os nódulos foram pesados em balança analítica para determinação da massa seca de nódulos.

A colheita foi iniciada em abril de 2022, sendo realizada manualmente na área útil da parcela. A população de plantas foi quantificada a partir da contagem do número de plantas colhidas, extrapolando os valores para plantas.ha<sup>-1</sup>. Em cada parcela foram separadas dez plantas representativas para mensuração da altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta e o número de sementes por vagem. Todas as plantas da área útil foram trilhadas, em trilhadora Vencedora Maqtron, modelo B-150, sendo o rendimento de grãos contabilizado em kg.ha<sup>-1</sup>, padronizando a umidade para 13%. A determinação do grau de umidade foi realizada em três subamostras, em estufa a 105°C por 24 horas (BRASIL, 2009).

Os dados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância, com o uso do software SISVAR.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou efeito significativo para os caracteres coletados no florescimento pleno da cultura da soja, número e massa de nódulos, altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios do número de nódulos (NNOD) e massa seca de nódulos por planta (MSNOD), altura de plantas (AP) e altura de inserção da primeira vagem (AIPV) coletadas no florescimento pleno de plantas de soja inoculada com bactérias solubilizadoras de fósforo em associação a diferentes formas de adubação.

Tratamentos	NNOD	MSNOD (g)	AP (cm)	IPV (cm)
BiomaPhos <sup>®</sup>	23,3 b	0,09 b	40,1 b	12,50 a
Adubação completa	76,7 a	0,23 a	41,5 ab	9,02 b
Adubação completa + BiomaPhos <sup>®</sup>	56,8 ab	0,19 a	42,7 a	8,10 b
Metade adubação + BiomaPhos <sup>®</sup>	74,8 a	0,24 a	40,0 b	9,53 b
CV (%)	21,34	28,97	3,46	5,01

\* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para a variável número de nódulos foi observado maiores médias com a utilização da adubação completa e metade da adubação + BiomaPhos<sup>®</sup>, comparado ao uso do BiomaPhos<sup>®</sup>, porém, estes não apresentaram diferença significativa do tratamento adubação completa + BiomaPhos<sup>®</sup>. Para a variável massa de nódulos, todos os tratamentos obtiveram médias superiores ao tratamento BiomaPhos<sup>®</sup>. A nodulação encontrada no experimento foi superior aos valores considerados ideais para a cultura da soja no florescimento, os quais segundo Hungria et al. (2001), seria de 15 a 30 nódulos e massa seca de 0,1 a 0,2 g por planta, para uma produtividade esperada de 3000 kg.ha<sup>-1</sup>.

Muitos nutrientes desempenham papel significativo na produção e funcionamento dos nódulos, entre eles, o fósforo encontra-se entre os principais (SILVA et al., 2010). A nitrogenase, enzima chave do processo de fixação biológica de nitrogênio necessita de ATP



para seu funcionamento (COSTA, 2023), sendo assim, doses adequadas de fósforo aumentam o número e a massa dos nódulos nas raízes das plantas (GUIMARÃES e KLEIN, 2023).

Guimarães et al. (2023) avaliaram a eficiência agronômica do inoculante a base de *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* (BiomaPhos<sup>®</sup>) associada a diferentes níveis de adubação fosfatada na cultura da soja. O experimento foi conduzido em quatro locais do estado do Paraná (Palotina, São Miguel do Iguçu, Cascavel e Toledo), sendo verificado que os tratamentos contendo 50% da dose da adubação fosfatada e inoculação com 150 e 200 mL/50 kg de sementes proporcionaram resultados semelhantes à utilização de 100% da dose de adubação fosfatada sem inoculação, tanto para o número de nódulos, quanto sua massa por planta. Os resultados foram semelhantes aos verificados na presente pesquisa, demonstrando o potencial do inoculante em manter elevada a nodulação, mesmo com metade da dose de fósforo.

Para a altura de plantas foi constatado que a adubação completa + BiomaPhos<sup>®</sup> proporcionou resultados superiores em relação à metade da adubação + BiomaPhos<sup>®</sup> e o uso do inoculante de forma isolada. Vale destacar que o crescimento inicial das plantas nas parcelas onde se utilizou apenas o BiomaPhos<sup>®</sup> foi influenciado pela maior densidade de plantas emergidas, a qual resultou no estiolamento das mesmas. Esse fato possibilitou plantas com altura semelhante aos demais tratamentos, exceção à adubação completa + BiomaPhos<sup>®</sup>, todavia, foi verificado que o aparecimento das vagens ocorreu em maior altura, quando comparado aos demais tratamentos.

De acordo com Silva et al. (2018) o fósforo influencia positivamente no crescimento inicial das plantas de soja, destacando que seu fornecimento em doses satisfatórias permite o crescimento adequado das plantas. Em solos com baixos níveis de P, o uso de micro-organismos solubilizadores de fósforo pode ser uma alternativa para auxiliar as plantas na busca por esse nutriente, visto que as bactérias solubilizadoras de P podem promover o crescimento das raízes e parte aérea das plantas por meio da produção de fitohormônios como as auxinas, citocininas e giberelinas, os quais estimulam o sistema radicular e melhoram a captação de nutrientes, promovendo o crescimento da parte aérea das plantas (GLICK, 2012).

Avaliando a associação de bactérias solubilizadoras de P (*B. subtilis* e *B. megaterium*) com doses de adubos fosfatados de alta (superfosfato simples) e baixa solubilidade (fosfato natural reativo Bayóvar, fosfato natural Catalão, fosfato natural Araxá) e um tratamento controle (sem adição de P) na cultura do milho, Ferreira et al. (2023) observaram que o superfosfato simples associado ou não às bactérias solubilizadoras de P apresentaram as maiores médias de altura de plantas, assim como o tratamento FNR Bayóvar. Na presença das bactérias o FN Araxá se igualou ao superfosfato simples e FNR Bayóvar. O superfosfato

simples se destacou pelo fato de ser uma fonte de alta solubilidade, tornando-se rapidamente disponível às plantas. Enquanto as fontes de baixa solubilidade como FN Araxá, se igualou ao superfosfato simples devido à ação das bactérias solubilizadoras, que possuem a capacidade de solubilizar o fósforo contido em fertilizantes de baixa solubilidade, favorecendo assim, o desenvolvimento das plantas. Silva et al. (2022) relataram crescimento de plantas de milho, 9% superior na associação de P e inoculação com *B. subtilis* (cepa UFT-09), quando comparado aos não inoculados.

Foi observado efeito significativo para os seguintes caracteres mensurados na colheita da cultura da soja, população de plantas, número de vagens por planta, massa de cem grãos e o rendimento de grãos (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios da população de plantas (POP), número de vagens/planta (NVP), número de sementes/vagem (NSV), massa de cem grãos (M100) e o rendimento de grãos (REND) de plantas de soja inoculada com bactérias solubilizadoras de fósforo em associação a diferentes formas de adubação.

Tratamentos	POP (pl.ha <sup>-1</sup> )	NVP	NSV <sup>NS</sup>	M100 (g)	REND (kg.ha <sup>-1</sup> )
BiomaPhos <sup>®</sup>	250.833 a	58,9 b	2,19	13,3 b	3823,3 b
Adubação completa	221.458 b	101,5 a	2,39	12,9 b	5179,4 a
Adubação completa + BiomaPhos <sup>®</sup>	207.916 b	103,1 a	2,27	13,9 a	4964,3 a
Metade adubação + BiomaPhos <sup>®</sup>	226.666 b	105,2 a	2,28	13,4 ab	5176,2 a
CV (%)	5,35	4,95	5,03	2,33	6,70

\* Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. <sup>NS</sup>: Não significativo.

Foi verificado maior população de plantas no tratamento BiomaPhos<sup>®</sup>. A presença de micro-organismos solubilizadores de fósforo pode promover o crescimento radicular, seja pelo aumento da área superficial, crescimento de pelos radiculares e raízes laterais ou por meio da produção de fitohormônios e outros compostos (PASCUTTI et al., 2024). Essa capacidade das bactérias pode ter melhorado o vigor das plantas de soja nos estádios iniciais, favorecendo o desenvolvimento das plantas e proporcionando maior estande na área.

Com relação aos componentes do rendimento verificou-se menor quantidade de vagens/planta no tratamento BiomaPhos<sup>®</sup>. Resultados diferentes foram observados no experimento realizado por Silvestrini et al. (2023), os quais utilizaram cinco doses de adubação fosfatada (0, 25, 50, 75 e 100%) em associação aos micro-organismos *Bacillus subtilis* e *B. megaterium*, e não observaram influência dos tratamentos nos componentes de rendimento da soja, como o número de vagens.

A disponibilidade de fósforo influencia diretamente os componentes de produção da soja, como número de vagens por planta, número de sementes por vagem e peso de grãos (ANDRADE et al., 2023). O nutriente sendo responsável pela síntese de fosfolipídios, DNA e RNA, pode afetar diretamente o pegamento floral e desenvolvimento de vagens (SILVA et al., 2023), sendo assim, o fornecimento adequado e uma relação equilibrada dos nutrientes, especialmente em culturas anuais como a soja, tornou-se essencial para o aproveitamento adequado dos nutrientes e produção satisfatória (SFREDO, 2008).

O baixo desempenho do inoculante BiomaPhos<sup>®</sup> utilizado de forma isolada pode estar associado às limitações na ação das bactérias solubilizadoras quando o solo não apresenta quantidade satisfatória de nutrientes, afetando, portanto, a disponibilidade destes nutrientes às plantas. Entre os fatores limitante destacam-se a quantidade de P solubilizado pelas bactérias, o qual pode não ser suficiente para as plantas, sendo todo utilizado pelas próprias bactérias, ou ainda, a solubilização realizada pelas bactérias pode não estar sendo captada pelas raízes das plantas (MENDES e REIS JUNIOR, 2003).

Para a massa de cem grãos as maiores médias foram verificadas na adubação completa + BiomaPhos<sup>®</sup>, apresentando superioridade em relação ao BiomaPhos<sup>®</sup> e adubação completa, sendo semelhante ao tratamento metade da adubação + BiomaPhos<sup>®</sup>. A associação da adubação completa com o inoculante, pode ter permitido às bactérias atuarem na rizosfera da planta, favorecendo o crescimento de raízes e, contribuindo para a maior captação dos nutrientes, no caso, incrementando a adubação fosfatada utilizada.

O fósforo é um nutriente de extrema importância para o desenvolvimento inicial das plantas, mas esse fato não o torna dispensável nos demais estádios do ciclo da cultura da soja. Cerca de 70% do fósforo acumulado durante o seu ciclo tem sido utilizado nos estádios finais, desde a formação de vagens até o enchimento de grãos (YAMADA, 2000). Em algumas cultivares de soja, o teor desse nutriente nos grãos no período da colheita pode chegar a ser o triplo do teor presente nas folhas (FAGERIA, 2001), e deste modo, de extrema importância para a massa de cem grãos, já que, sua absorção em níveis adequados garante a realização das

funções metabólicas normais pelas plantas, influenciando diretamente na qualidade de grãos no final do ciclo da cultura (DECHEN e NACHTIGALL, 2007).

Diferentemente desse experimento, Giovelli e Tabaldi, (2022), ao avaliarem o efeito de diferentes níveis de P e a inoculação via tratamento de semente com as bactérias *B. megaterium* e *B. subtilis* em dois tipos de solos distintos no crescimento e desenvolvimento de plantas de soja, observaram que apenas a inoculação não apresentou efeito significativo sobre as variáveis número de grãos por planta, produção de grãos por planta e peso de grãos. Silva et al. (2023), ao avaliarem os efeitos da associação da adubação fosfatada com micro-organismos, sendo os tratamentos, sem adubação fosfatada, 30 e 60 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> associadas a inoculantes com bactérias solubilizadoras de fósforo (testemunha, *Pseudomonas fluorescens* + *Azospirillum brasilense*, *Bacillus subtilis* + *Bacillus megaterium* e Bioproduto On farm), verificaram que o uso das bactérias não influenciou nos componentes de produção da soja, como peso de grãos e produtividade.

Com relação ao rendimento de grãos foi constatado maiores médias para a adubação completa, metade da adubação + BiomaPhos<sup>®</sup> e adubação completa + BiomaPhos<sup>®</sup>. Guimarães et al. (2021), na cultura do milho, observaram que na dose de 100 mL de inoculante contendo as bactérias *B. megaterium* e *B. subtilis*, por 60.000 sementes associado a metade da dose de fósforo, resultou em produtividade semelhante ao tratamento com a dose de fósforo recomendada para a cultura sem a inoculação, e foi estatisticamente superior ao controle.

Avaliando o efeito da inoculação via tratamento de sementes na dose de 150 mL para 50 kg de sementes com diferentes micro-organismos na produtividade da cultura da soja, como *Bradyrhizobium*; *Azospirillum*; *B. megaterium* e *B. subtilis*; *Bradyrhizobium* + *Azospirillum*; *Bradyrhizobium* + *B. megaterium* e *B. subtilis*; *Bradyrhizobium* + *Azospirillum* + *B. megaterium* e *B. subtilis*; *Bradyrhizobium* + *B. megaterium* e *B. subtilis*; *Azospirillum* + *B. megaterium* e *B. subtilis*, Schwaab e Aguiar, (2019) concluíram que a associação dos micro-organismos *Azospirillum* + *B. megaterium* e *B. subtilis*, foi a que resultou na maior produtividade de grãos de soja, 4.520,1 kg.ha<sup>-1</sup>.

O uso do inoculante demonstrou eficácia quando associado à adubação, destacando-se principalmente o tratamento com metade da adubação na base associado ao inoculante, o qual representaria economia no custo de produção, sem prejuízos no desenvolvimento e rendimento da cultura da soja. Além disso, o uso do inoculante pode reduzir os impactos ambientais, por ser ambientalmente seguro e pode complementar os fertilizantes químicos sintéticos, favorecendo uma agricultura mais sustentável (OLIVEIRA-PAIVA et al., 2020).

A utilização do inoculante BiomaPhos<sup>®</sup>, de forma isolada, apresentou desempenho inferior aos demais tratamentos para o rendimento de grãos. Enfatiza-se que a eficiência de um inoculante solubilizador de fósforo pode ser negativamente influenciada por diversos fatores, tais como, a competição com as bactérias nativas, condições desfavoráveis no solo onde estão habitando, ou ainda, a quantidade de fósforo solubilizado que pode ser insuficiente para os micro-organismos e as plantas (RENGEL e MARSCHNER, 2005).

O efeito das bactérias solubilizadoras sobre a solubilização do fósforo ainda não foi completamente elucidada, no entanto, apesar do pouco conhecimento de sua utilização, sabe-se que a aplicação das bactérias solubilizadoras tem contribuído para a redução de doses de adubos fosfatados (SILVA et al., 2022).

## CONCLUSÕES

A partir dos resultados deste experimento, conclui-se que a associação de metade da adubação com o BiomaPhos<sup>®</sup> representa uma prática de cultivo sustentável, capaz de manter elevados os indicadores de desenvolvimento e rendimento de grãos na cultura da soja.

Não se recomenda a utilização do inoculante BiomaPhos<sup>®</sup> de forma isolada no cultivo da soja.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J. P.; VOLOTÃO, R. A. **Produção nacional de fertilizantes**. Secretaria Estadual de Assuntos Estratégicos, PR: 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/planalto/pt-br/assuntos/assuntos-estrategicos/estudos-estrategicos-2/estudo-producao-nacional-fertilizantes>>. Acesso em: 01 mar. 2022.
- ALORI, E. T.; GLIC, B. R.; BABALOLA, O. O. Microbial phosphorus solubilization and its potential for use in sustainable agriculture. **Frontiers In Microbiology**, v.8, n.971, p.1-8, 2017.
- ANDRADE, C. N.; VITT, J. J.; SOUZA, M. B.; OLIVEIRA, G. R.; ROSA, E. D. F. F.; ALANO, R. D. J. M. Inoculação de rizobactérias benéficas associada a doses de fósforo e a influência na nodulação da cultura da soja. **Anais da Mostra Nacional de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar**, Luzerna, v.1, n.16, p.1-7, 2023.
- BAHADIR, P. S.; LIAQAT, F.; ELTEM, R. Plant growth promoting properties of phosphate solubilizing *Bacillus* species isolated from the Aegean Region of Turkey. **Turkish Journal of Botany**, v.42, n.2, p.183-196, 2018.
- BATISTA, F. C.; FERNANDES, T. A.; ABREU, C. S.; OLIVEIRA, M. C.; RIBEIRO, V. P.; GOMES, E. A.; LANA, U. G. P.; MARRIEL, I. E.; PAIVA, C. A. O. **Potencial de microrganismos rizosféricos e endofíticos de milho em solubilizar o fosfato de ferro e produzir sideróforos**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018. 23p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 166).
- BIOMA. **Solubilizador de fósforo**. (2022). Disponível em: <<https://bioma.ind.br/produutos/biomaphos/>>. Acesso em: 10 set. 2022.
- BISSANI, C. A.; GIANELLO, C.; TEDESCO, M. J.; CAMARGO, F. A. O. **Fertilidade dos solos e manejo da adubação das culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2004. 328p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- CONAB. **Tabela de dados - produção e balanço de oferta e demanda de grãos**. (2024). Disponível em: <<https://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 06 ago. 2024.
- COSTA, M. M. M. N. **Fixação biológica de nitrogênio: uma revisão**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2023. 36p. (Documentos, 293).
- DECHEN, A. R.; NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ-V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. Cap. III. p.91-132.
- FAGERIA, N. K. Resposta de arroz de terras altas, feijão, milho e soja à saturação por base em solo de cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.5, n.3, p.416-424, 2001.

FERREIRA, C. B.; FRANÇA, C. C. R.; SÁ, J. M.; COSTA, R. Q.; BARBOSA, G. M.; NUNES, H. B. Crescimento de milho em função da aplicação de fertilizantes fosfatados associados a bactérias solubilizadoras de fósforo. **Revista Sociedade e Ambiente**, v.4, n.3, p.56-66, 2023.

FRANCA, R. R. Climatologia das chuvas em Rondônia–período 1981-2011. **Revista Geografias**, v.11, n.1, p.44-58, 2015.

GIOVELLI, J.; TABALDI, L. A. Níveis de fósforo e inoculação de sementes por *Bacillus megaterium* (CNPMS B119) e *Bacillus subtilis* (CNPMS B 2084) no crescimento e desenvolvimento de plantas de soja. **Ensaio e Ciência: Ciências Biológicas, Agrárias e da Saúde**, v.26, n.4, p.451-458, 2022.

GLICK, B. R. Plant growth-promoting bacteria: mechanisms and applications. **Scientifica**, v.2012, n.9, p.1-15, 2012.

GOLDSTEIN, A. H. Recent progress in understanding the molecular genetics and biochemistry of calcium phosphate solubilization by gram-negative bacteria. **Biological Agriculture & Horticulture**, v.12, n.2, p.185-193.1995.

GRANT, C. A.; D. N. FLATEN.; D. J. TOMASIEWICZ.; S. C. SHEPPARD. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta**. Piracicaba: Instituto da potassa e do fosfato. 2001. 5p. (Informações agronômicas, 95).

GUEDES, R. S.; MELO, L. C. A.; VERGÜTZ, L.; RODRÍGUEZ-VILA, A.; COVELO, E. F.; FERNANDES, A. R. Adsorption and desorption kinetics and phosphorus hysteresis in highly weathered soil by stirred flow chamber experiments. **Soil and Tillage Research**, v.100, n.162, p.46-54, 2016.

GUIMARÃES, V. F.; KLEIN, J. Inoculante líquido contendo *Bacillus megaterium* e *B. subtilis* é eficiente em promover crescimento e disponibilizar fósforo para a para soja. **Desarrollo Local Sostenible**, Curitiba, v.16, n.46, p. 2029-2060, 2023.

GUIMARÃES, V. F.; KLEIN, J.; KLEIN, D. K. Promoção de crescimento e solubilização de fósforo, por *Bacillus megaterium* e *B. subtilis*, via inoculação de sementes, associado à fertilização fosfatada, na cultura da soja. **Observatório de La Economía Latinoamericana**, v.21, n.9, p.11516-11551, 2023.

GUIMARÃES, V. F.; KLEIN, J.; SILVA, A. S. L.; KLEIN, D. K. Eficiência de inoculante contendo *Bacillus megaterium* (B119) e *Bacillus subtilis* (B2084) para a cultura do milho, associado à fertilização fosfatada. **Research, Society and Development**, v.10, n.12, p.1-28, 2021.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja/Embrapa Cerrados, 2001. 48p. (Circular Técnica, 35).

KALAYU, G. Phosphate solubilizing microorganisms: promising approach as biofertilizers. **International Journal of Agronomy**, v.2019, n.1, p.1-7, 2019.



- KHAN, M. S.; ZAIDI, A.; AHMED, M.; OVES, M.; WANI, P. A. Plant growth promotion by phosphate solubilizing fungi -current perspective. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v.56, n. 1, p. 73-98, 2010.
- KIM, K. Y.; JORDAN, D.; McDONALD, G. A. Effect of phosphate solubilizing bacteria and vesicular-arbuscular mycorrhizae on tomato growth and soil microbial activity. **Biology and Fertility of Soils**, v.26, n.2, p.79-87, 1997.
- LUMBRERAS, J. F.; WADT, P. G. S.; OLIVEIRA, V. A.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, L. M.; BURITY, K. T. L.; DELARME LINDA-HONORÉ, E. A.; PEREIRA, M. G. **Guia de campo da XII Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos: RCC de Rondônia**. Brasília: Embrapa solos, 2019. 393p.
- MARCHETTI, M. M.; BARP, E. A. Efeito rizosfera: a importância de bactérias fixadoras de nitrogênio para o solo/planta - Revisão. **IGNIS Periódico Científico de Arquitetura e Urbanismo Engenharias e Tecnologia de Informação**, Caçador, v.4, n.1, p.61-71, 2015.
- MENDES, I. C.; REIS JÚNIOR, F. B. **Microrganismos e disponibilidade de fósforo (P) nos solos: uma análise crítica**. Planaltina: Embrapa Cerrado, 2003. 24p. (Documentos, 85).
- NAUTIYAL, C. S. An efficient microbiological growth medium for screening phosphate solubilizing microorganisms. **FEMS Microbiology Letters**, Índia, v.170, n.436, p.265-270, 1999.
- OLIVEIRA-PAIVA, C. A.; COTA, L. V.; MARRIEL, I. E.; ALVES, V. M. C.; GOMES, E. A.; SOUSA, S. M.; SANTOS, F. C.; SOUSA, F. F.; LANDAU, E. C.; PINTO JUNIOR, A. S.; LANA, U. G. P. **Validação da recomendação para o uso do inoculante Bioma Phos® (*Bacillus subtilis* CNPMS B2084 e *Bacillus megaterium* CNPMS B119) na cultura de soja**. Sete Lagoas: Embrapa, 2021. 19p. (Circular técnica, 279).
- OLIVEIRA-PAIVA, C. A.; MARRIEL, I. E.; GOMES, E. A.; COTA, L. V.; SANTOS, F. C.; SOUSA, S. M.; LANA, U. G. P.; OLIVEIRA, M. C.; MATTOS, B. B.; ALVES, V. M. C.; RIBEIRO, V. P.; VASCO JÚNIOR, R. **Recomendação agrônômica de cepas de *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) e *Bacillus megaterium* (CNPMS B119) na cultura do milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 18p. (Circular Técnica, 260).
- OROZCO-MOSQUEDA, M. D. C.; ROCHA-GRANADOS, M. D. C.; BERNARD R.; GLICK, B. R.; SANTOYO, G. Microbiome engineering to improve biocontrol and plant growth-promoting mechanisms. **Microbiological Research**. v.208, n.1, p.25-31, 2018.
- PASCUTTI, M. C. D.; SILVESTRE, R. D. S. F.; ORTIZ, T. A. O papel dos microrganismos na agricultura sustentável: uma revisão. **Desarrollo Local Sostenible**, Curitiba, v.17, n.52, p.1-18, 2024.
- PEREIRA, M. F. V.; KAHIL, S. P. A lógica corporativa do uso do território em Rondônia: o agronegócio da soja na região de Vilhena. **Campo-território: Revista de Geografia Agrária**, v.5, n.10, p.288-311. 2010.

RAWAT, P. S.; SHANKHDHAR, D.; SHANKHDHAR, S. C. Phosphate-solubilizing microorganisms: mechanism and their role in phosphate solubilization and uptake. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v.21, n.1, p.49-68, 2021

RENGEL, Z.; MARSCHNER, P. Nutrient availability and management in the rhizosphere: exploiting genotypic differences. **New Phytologist**, v.168, n.2, p.305-312, 2005.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Eds.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Viçosa: UFV, 1999. 359p.

RIBEIRO, V. P.; MARRIEL, I. E.; SOUSA, S. M.; LANA, U. G. P.; MATTOS, B. B.; OLIVEIRA, C. A.; GOMES, E. A. Endophytic *Bacillus* strains enhance pearl millet growth and nutrient uptake under low-P. **Brazilian Journal of Microbiology**, v.49, n.1, p.40-46, 2018.

RICHARDSON, A. E. Prospects for using soil microorganisms to improve the acquisition of phosphorus by plants. **Functional Plant Biology**, v.28, n.9, p.897-906, 2001.

RODRÍGUEZ, H.; FRAGA, R. Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. **Biotechnology advances**, Cuba, v.17, n.4-5, p.319-339, 1999.

SAEID, A.; PROCHOWNIK, E.; DOBROWOLSKA-IWANIEK, J. Phosphorus solubilization by *Bacillus* species. **Molecules**, v.23, n.11, p.1-18, 2018.

SANTOS, A. F.; CORRÊA, B. O.; KLEIN, J.; BONO, J. A. M.; PEREIRA, L. C.; GUIMARÃES, V. F.; FERREIRA, M. B. Biometria e estado nutricional da cultura da aveia branca (*Avena sativa* L.) sob inoculação com *Bacillus subtilis* e *B. megaterium*. **Research, Society and Development**, v.10, n.5, p.1-14, 2021.

SCHWAAB, E. F.; AGUIAR, C. G. Interação de inoculantes nitrogenados com *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis* em soja. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, ed. especial, n.12, p.24-32, 2019.

SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. C. **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2020. 348p. (Sistemas de produção, 17).

SFREDO, G. D. **Soja no Brasil: calagem, adubação e nutrição mineral**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 148p. (Documentos, 305).

SILVA, C. D. R.; LUZ, J. H. S.; ANDRADE, J. G.; OLIVEIRA, H. P.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; SIEBENEICHLER, S. Inoculação de bactérias solubilizadores de fosfato no milho: reduzir ou não a adubação fosfatada? Insight dos primeiros estádios vegetativos. **Agri-Environmental Sciences**, Palmas, v.8, Ed especial, p.1-10, 2022.

SILVA, E. F. L.; ARAÚJO, A. S. F.; SANTOS, V. B.; NUNES, L. A. P. L.; CARNEIRO, R. F. V. Fixação biológica do N<sub>2</sub> em feijão-caupi sob diferentes doses e fontes de fósforo solúvel. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.26, n.3, p.394-402, 2010.

SILVA, J.; MAZON, A.; MACHADO, J.; ALMEIDA, A.; GONÇALVES, V. Desenvolvimento de plantas de soja submetidas a diferentes doses de fósforo aplicadas ao solo. **Congrega Urcamp**, v.15, n.15, p.1067-1076, 2018.

SILVA, J. R. C.; SOUZA, R. M. D.; ZACARONE, A. B.; SILVA, L. H. C. P. D.; CASTRO, A. M. D. S. Bactérias endofíticas no controle e inibição *in vitro* de *Pseudomonas syringae* pv. *tomato*, agente da pinta bacteriana do tomateiro. **Ciência e agrotecnologia**, v.32, n.4, p.1062-1072, 2008.

SILVA, M. T.; BOIAGO, N. P.; SANTOS, B. M. Diferentes bactérias solubilizadoras de nutrientes e fertilização fosfatada em soja. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v. Mercado e pesquisa, p.10-25, 2023.

SILVESTRINI, G. R.; ROSA, E. J.; CORRÊA, H. C.; MAGRO, T.; SILVESTRE, W. P., PAULETTI, G. F.; CONTE, E. D. Potential use of phosphate-solubilizing bacteria in soybean culture. **AgriEngineering**, v.5, n.3, p.1544-1554, 2023.

SOUZA JÚNIOR, I. T.; JARDINI, D. C.; BEZERRA, C. E.; NUNES, G. N. Prospecção de bactérias solubilizadoras de fósforo, promotoras de crescimento de plantas de soja e biocontroladoras do fungo *Sclerotinia sclerotiorum*. **Connection line - Revista Eletrônica do UNIVAG**, v.31, n.31, p.185-202, 2024.

SWAIN, M. R.; LAXMINARAYANA, K.; RAY, R. C. Phosphorus solubilization by thermotolerant *Bacillus subtilis* isolated from cow dung microflora. **Agricultural Research**, v.1, n.3, p.273-279, 2012.

TURAN, M.; GULLUCE, M.; VON WIRÉN, N.; SAHIN, F.; Yield promotion and phosphorus solubilization by plant growth-promoting rhizobacteria in extensive wheat production in Turkey. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v.175, n.6, p.818-826. 2012.

VAN VEEN, J. A.; VAN OVERBEEK, L. S.; VAN ELSAS, J. D. Fate and activity of microorganisms introduced into soil. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v.61, n.2, p.121-135, 1997.

YAMADA, T. Nutrição e adubação para soja de alta produtividade no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE ROTAÇÃO SOJA/MILHO NO PLANTIO DIRETO, 1, 2000, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Potafos, 2000. 71p.

ZUCARELI, C.; BARZAN, R. R.; 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**, Viçosa, v.65, n.2, p.189-195, 2018.