

**INSTITUTO FEDERAL GOIANO CAMPUS CRISTALINA**  
**BACHALERADO EM AGRONOMIA**

GABRIEL BATISTA SANTIN

**EFEITO DO FÓSFORO E CEPAS DE *BACILLUS SUBTILIS* (CNPMS B2084) E  
*BACILLUS MEGATERIUM* (CNPMS B119) NA PRODUTIVIDADE E VIABILIDADE  
DE SOJA**

**CRISTALINA**

**2024**

GABRIEL BATISTA SANTIN

**EFEITO DO FÓSFORO E CEPAS DE *BACILLUS SUBTILIS* (CNPMS B2084) E  
*BACILLUS MEGATERIUM* (CNPMS B119) NA PRODUTIVIDADE E VIABILIDADE  
DE SOJA**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia no Instituto Federal Goiano – Campus Cristalina.

Orientador(a): Prof. Dr. Cássio Jardim Tavares

Coorientador(a): Profa. Dra. Geisiane Alves Rocha

**CRISTALINA**

**2024**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBI) – Instituto Federal Goiano**

S235e

Santin, Gabriel Batista.

Efeito do fósforo e cepas de *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) e *Bacillus megaterium* (CNPMS B119) na produtividade e viabilidade de soja [manuscrito] / Gabriel Batista Santin. – Cristalina, GO: IF Goiano, 2024.

23 fls. : tabs.

Orientador: Prof. Dr. Cássio Jardim Tavares.

Co-orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Geisiane Alves Rocha

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Campus Cristalina, 2024.

1. BiomaPhos. 2. Glycine max. 3. Produtividade. 4. Solubilizador de fósforo. I. Tavares, Cássio Jardim. II. Rocha, Geisiane Alves. III. Título. IV. Instituto Federal Goiano.

CDU 633.1

# TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

## IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado)            | <input type="checkbox"/> Artigo científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado)      | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação)  | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

**Gabriel Batista Santin**

Matrícula:

**2020110200240330**

Título do trabalho:

**Efeito do fósforo e cepas de Bacillus subtilis (CNPMS B2084) e Bacillus megaterium (CNPMS B119) na produtividade e viabilidade de soja**

## RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: **16 / 12 / 2024**

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

## DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Documento assinado digitalmente  
 **GABRIEL BATISTA SANTIN**  
Data: 16/12/2024 16:42:13-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Cristalina-GO**

Local

**16 / 12 / 2024**

Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente  
 **CASSIO JARDIM TAVARES**  
Data: 16/12/2024 15:40:45-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Formulário 113/2024 - GENS-CRIS/CMPCRIS/IFGOIANO

BACHARELADO EM AGRONOMIA

Efeito do fósforo e cepas de *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) e *Bacillus megaterium* (CNPMS B119) na produtividade e viabilidade de soja

Autor(a): Gabriel Batista Santin

Orientador(a): Cássio Jardim Tavares

Coorientador(a): Geisiane Alves Rocha

TITULAÇÃO: Bacharel em Agronomia

APROVADA em 13 de dezembro de 202024

Prof. Dr. Cássio Jardim Tavares

Presidente da Banca

IF Goiano – Campus Cristalina

Profa. Dra. Geisiane alves Rocha

Membro da Banca

IF Goiano – Campus Cristalina

Prof. Dr. Wilker Alves Moraes

Membro da Banca

IF Goiano – Campus Cristalina

Documento assinado eletronicamente por:

- Cassio Jardim Tavares, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 16/12/2024 15:59:12.
- Wilker Alves Moraes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 16/12/2024 16:37:07.
- Geisiane Alves Rocha, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 17/12/2024 14:48:41.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 09/12/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 660255  
Código de Autenticação: 433a1661bf



INSTITUTO FEDERAL GOIANO  
Campus Cristalina  
Rua Araguaia, Loteamento 71, SN, Setor Oeste, CRISTALINA / GO, CEP 73850-000  
(61) 3612-8500

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a deus por estar aqui hoje, a essa oportunidade que é está fazendo esse curso, sem ele nada seria possível.

Agradeço a minha família que sempre esteve comigo me apoiando e motivando nessa vida.

Agradeço ao meu amigo e colega de sala Wálif Caixeta e a todos os meus amigos que estiveram comigo na realização do curso.

Agradeço ao meu orientador professor Cássio Jardim Tavares que me orientou e ajudou muito na realização desse trabalho. Agradeço também a todos professores e colaboradores do IF que estiveram comigo ao longo dessa caminhada acadêmica.

Agradeço ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano) por fornecer a estrutura necessária para a condução da pesquisa. Este trabalho foi apoiado pelo CEBIO (FAPEG), Polo de Irrigação do Planalto de Central de Goiás, Sindicato Rural de Cristalina, Prefeitura Municipal de Cristalina, Centro de Informações Meteorológicas e Hidrológicas de Goiás (CIMEHGO), Associação de Irrigantes do Estado de Goiás (IRRIGO), Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba (CBH Paranaíba) e aos produtores rurais. Recebeu financiamento do Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional (MIDR TED nº 4781265) e Superintendência do Desenvolvimento do Centro-Oeste (SUDECO – Processo nº 59800.002147/2023-66).

**A todos o meu muito obrigado!**



**Efeito do fósforo e cepas de *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) e *Bacillus megaterium* (CNPMS B119) na produtividade e viabilidade de soja**

**Effect of phosphorus and strains of *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) and *Bacillus megaterium* (CNPMS B119) on soybean productivity and viability**

**Efecto del fósforo y cepas de *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) y *Bacillus megaterium* (CNPMS B119) sobre la productividad y viabilidad de la soja**

DOI: 10.55905/oelv22n12-142

Receipt of originals: 11/15/2024

Acceptance for publication: 12/10/2024

**Gabriel Batista Santin**

Graduando em Agronomia

Instituição: Instituto Federal Goiano - campus Cristalina

Endereço: Cristalina, Goiás, Brasil

E-mail: gabrielbatistasantin@hotmail.com.br

**Walif Caixeta**

Graduando em Agronomia

Instituição: Instituto Federal Goiano - campus Cristalina

Endereço: Cristalina, Goiás, Brasil

E-mail: walifcaixetaaa@gmail.com

**Geisiane Alves Rocha**

Doutora em Agronomia

Instituição: Instituto Federal Goiano - campus Cristalina

Endereço: Cristalina, Goiás, Brasil

E-mail: geisiane.alves@ifgoiano.edu.br

**Álvaro Henrique Candido de Souza**

Doutor em Agronomia

Instituição: Instituto Federal Goiano - campus Cristalina

Endereço: Cristalina, Goiás, Brasil

E-mail: alvaro.candido@ifgoiano.edu.br

### Cássio Jardim Tavares

Doutor em Agronomia

Instituição: Instituto Federal Goiano - campus Cristalina

Endereço: Cristalina, Goiás, Brasil

E-mail: cassio.tavares@ifgoiano.edu.br

#### RESUMO

A soja (*Glycine max*) é uma das culturas mais importantes para a economia brasileira, com o país sendo o maior produtor e exportador mundial. O fósforo é um nutriente essencial que, ao ser adicionado via adubação fosfatada, contribui para o aumento da produtividade da cultura. Este estudo avaliou o efeito de diferentes doses de fósforo associadas ao solubilizador BiomaPhos<sup>®</sup> (*Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium*) na produção de soja. O experimento foi realizado em blocos casualizados com oito tratamentos, incluindo doses de fósforo (60, 120 e 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), combinadas ou não ao BiomaPhos<sup>®</sup>, além de um controle. Foram analisadas variáveis como altura de inserção da primeira vagem, diâmetro do caule, população de plantas e rendimento de grãos. Os resultados mostraram que o tratamento com 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> promove maior rendimento absoluto (4.262,01 kg ha<sup>-1</sup>), enquanto doses intermediárias de fósforo associadas ao BiomaPhos<sup>®</sup> destacaram-se pelo custo-benefício. A dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> + BiomaPhos<sup>®</sup> apresentou o melhor retorno financeiro. Conclui-se que o BiomaPhos<sup>®</sup> pode otimizar o uso de fertilizantes fosfatados, contribuindo para uma produção agrícola mais sustentável ao reduzir a dependência de insumos químicos.

**Palavras-chave:** BiomaPhos, *Glycine max*, Produtividade, Solubilizador de Fósforo.

#### ABSTRACT

Soybean (*Glycine max*) is one of the most important crops for the Brazilian economy, being the largest producer and exporter in the world. Phosphorus is an essential nutrient that, added through phosphate fertilizers, contributes to increasing crop productivity. This study evaluated the effect of different doses of phosphorus associated with the solubilizer BiomaPhos<sup>®</sup> (*Bacillus subtilis* and *Bacillus megaterium*) on soybean production. The experiment was conducted in randomized blocks with eight treatments, including phosphorus doses (60, 120 and 180 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), combined or not with BiomaPhos<sup>®</sup>, as well as a control. Variables such as first pod insertion height, stem diameter, plant population and grain yield were analyzed. The results showed that the treatment with 180 kg ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> obtained the highest absolute yield (4,262.01 kg ha<sup>-1</sup>), while the intermediate doses of phosphorus associated with BiomaPhos<sup>®</sup> stood out for their profitability. The dose of 60 kg ha<sup>-1</sup> + BiomaPhos<sup>®</sup> showed the best economic performance. It can be concluded that BiomaPhos<sup>®</sup> can optimize the use of phosphate fertilizers, contributing to a more sustainable agricultural production by reducing dependence on chemical inputs.

**Keywords:** BiomaPhos, *Glycine max*, Productivity, Phosphorus Solubilizer.



## RESUMEN

La soja (*Glycine max*) es uno de los cultivos más importantes para la economía brasileña, siendo el país el mayor productor y exportador del mundo. El fósforo es un nutriente esencial que, añadido a través de fertilizantes fosfatados, contribuye a aumentar la productividad del cultivo. Este estudio evaluó el efecto de diferentes dosis de fósforo asociadas al solubilizante BiomaPhos® (*Bacillus subtilis* y *Bacillus megaterium*) sobre la producción de soja. El experimento se realizó en bloques al azar con ocho tratamientos, incluyendo dosis de fósforo (60, 120 y 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), combinadas o no con BiomaPhos®, así como un testigo. Se analizaron variables como la altura de inserción de la primera vaina, el diámetro del tallo, la población de plantas y el rendimiento en grano. Los resultados mostraron que el tratamiento con 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> obtuvo el mayor rendimiento absoluto (4.262,01 kg ha<sup>-1</sup>), mientras que las dosis intermedias de fósforo asociadas a BiomaPhos® destacaron por su rentabilidad. La dosis de 60 kg ha<sup>-1</sup> + BiomaPhos® mostró el mejor rendimiento económico. Se puede concluir que BiomaPhos® puede optimizar el uso de fertilizantes fosfatados, contribuyendo a una producción agrícola más sostenible al reducir la dependencia de los insumos químicos.

**Palabras clave:** BiomaPhos, *Glycine max*, Productividad, Solubilizante de Fósforo.

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max L. Merrill*) é uma das principais culturas agrícolas do Brasil, representando cerca de 57% da área total plantada com grãos no país e é a principal cultura oleaginosa no mundo. O Brasil se consolidou como o maior produtor global de soja na safra 2023-2024. Nesse período, o país alcançou uma produção de 147.382 mil toneladas em 46.029,8 mil hectares, com uma produtividade média de 3.202 kg por hectare. O estado de Mato Grosso destacou-se como o maior produtor, responsável por 27% da produção nacional. Já o estado de Goiás ocupa a quarta posição, com uma produção de 16,8 milhões de toneladas, representando 11,4% da produção total de soja no Brasil (Conab, 2024).

A produtividade da soja é influenciada por diversos fatores, entre eles os nutrientes essenciais, que desempenham um papel fundamental e estão diretamente ligados ao rendimento de grãos. Os solos brasileiros, especialmente os do Cerrado, apresentam deficiência em nutrientes, dentre eles o fósforo, o que exige correções e adubações suplementares. Além da deficiência, outro fator relacionado a esse nutriente é

que fica retido nos coloides do solo, o que o torna indisponível para as plantas, prejudicando seu aproveitamento (Wahab *et al.*, 2024).

Tradicionalmente, a melhoria do rendimento da soja tem sido alcançada por meio do uso intensivo de fertilizantes químicos e pesticidas, que aumentam a produtividade e ajudam a combater estresses bióticos e abióticos. Contudo, o emprego excessivo e não regulamentado de agroquímicos tem gerado impactos ambientais negativos, como a contaminação do solo, da água e a perda de biodiversidade. Em resposta a esses problemas, a comunidade científica tem enfatizado a necessidade de práticas agrícolas mais sustentáveis e ecológicas (Araujo *et al.*, 2021).

Paralelamente a essa busca por métodos mais sustentáveis, destaca-se a questão da elevada demanda por adubos fosfatados no Brasil, especialmente por ser o maior produtor de soja do mundo nos últimos anos. A dependência de fertilizantes químicos, como os adubos fosfatados, é uma preocupação, já que grande parte desse insumo é importado, o que torna o país vulnerável às oscilações do mercado e às políticas de empresas multinacionais (Sattar *et al.*, 2019). Diante desse cenário, além das pesquisas focadas em práticas mais ecológicas, há também um movimento crescente em busca de insumos e tecnologias que possam reduzir tanto o consumo quanto a dependência desses insumos importados, promovendo ao mesmo tempo o aumento da produção de grãos (Rezende *et al.*, 2021).

Nesse contexto, é importante destacar os microrganismos solubilizadores de nutrientes, que vêm se tornando uma ferramenta essencial na agricultura sustentável. Esses microrganismos estabelecem associações com as plantas, ajudando a disponibilizar nutrientes que estão retidos no solo e aumentando sua absorção. Entre os microrganismos mais relevantes, destaca-se o gênero *Bacillus*, composto por bactérias Gram-positivas com cerca de 360 espécies. Esse gênero é conhecido por apresentar uma ampla diversidade de características metabólicas e fenotípicas, o que o torna versátil em diferentes ambientes agrícolas (Oliveira-Paiva *et al.*, 2020).

Vários estudos, como o de Chowdhury *et al.* (2015), evidenciaram a capacidade das bactérias do gênero *Bacillus* em proteger as plantas através de mecanismos variados. Esses incluem a produção de compostos antimicrobianos e a promoção do crescimento

vegetal, o que contribui para o aumento da resistência das plantas contra patógenos e condições de estresse. Um exemplo prático da aplicação dessas bactérias no campo é o BiomaPhos<sup>®</sup>, um produto desenvolvido por pesquisadores da Embrapa. O BiomaPhos<sup>®</sup> utiliza cepas de *Bacillus subtilis* (CNPMS B2084) e *Bacillus megaterium* (CNPMS B119), que aumentam a eficiência e a disponibilidade de fósforo no solo. Essa tecnologia permite reduzir a dose necessária de adubos fosforados, contribuindo para uma agricultura mais eficiente e sustentável (Oliveira-Paiva *et al.*, 2020; Raymond *et al.*, 2021).

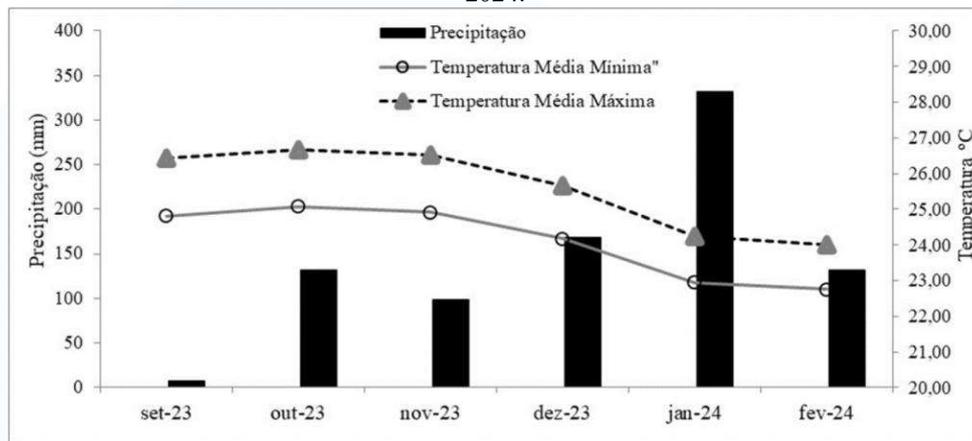
O presente trabalho tem como objetivo avaliar o comportamento de diferentes doses de fósforo associadas ao solubilizador BiomaPhos<sup>®</sup> (composto pelas cepas *Bacillus subtilis* CNPMS B2084 e *Bacillus megaterium* CNPMS B119, na concentração de  $4,0 \times 10^9$  células viáveis mL<sup>-1</sup>) na cultura da soja. Os resultados desta pesquisa podem trazer contribuições para o desenvolvimento de práticas agrícolas sustentáveis, com menor dependência de fertilizantes químicos e maior eficiência no uso de recursos, alinhando-se à crescente demanda por soluções tecnológicas que reduzam os impactos ambientais da produção agrícola.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na fazenda Terra Nova, que fica localizada no município de Cristalina, no estado de Goiás no qual possui o clima tropical de altitude (Cwa, Köppen), com as seguintes coordenadas geográficas: 17°05'54"S 47°27'18"W. Foi realizado a amostragem de solo, apresentando um solo predominante de latossolo vermelho amarelo com as seguintes características físico-químicas na camada de 0-20 cm: pH em CaCl<sub>2</sub> de 5,70; K, Ca, Mg, H+Al, SB, CTC, de 0,37; 3,40; 1,80; 2,20; 5,57; 7,77 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> respectivamente, P(resina), S, K com 64,70; 14,58; 143 mg dm<sup>-3</sup> respectivamente. B, Cu, Fe, Mn, Zn com 0,45; 1,70; 48; 7,5; 3,60 mg dm<sup>-3</sup> respectivamente. Teor de matéria orgânica em 4,2% e saturação por bases de 72%. Os teores de areia, silte e argila em 21,3; 23,5; 55,2% respectivamente. O experimento

ocorreu no período de outubro de 2023 a fevereiro de 2024, e o índice pluviométrico e as temperaturas no período estão na figura 1.

Figura 1- Índice de precipitação e temperatura registrados no período de setembro de 2023 a fevereiro de 2024.



Fonte: Sala de Situação de Agricultura Irrigada – Projeto Ametista - Estação Passo Fundo (2024).

O experimento foi conduzido em uma área de sequeiro, com histórico de plantio direto a mais de 10 anos, sendo cultivada soja no verão e milho ou sorgo na segunda safra, ficando a área em pousio após a safrinha. Após a interpretação da análise do solo foi realizado a correção do solo com calcário dolomítico na dose de 3 toneladas por hectare, e a adubação potássica também foi feita antes da semeadura na dosagem de 120 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Aplicou juntamente 20 kg ha<sup>-1</sup> de olexita 10% para a suplementação de boro na área.

A dessecação da área foi realizada 15 dias antes da semeadura, para o controle das espécies de plantas daninhas: *Euphorbia heterophylla*, *Spermacoce verticillata*, *Digitaria horizontalis*, utilizando os herbicidas: glifosato (1.222 g e.a. ha<sup>-1</sup>), flumioxazina (50 g i.a.ha<sup>-1</sup>), cletodim (96 g i. a.ha<sup>-1</sup>) e óleo mineral. Utilizou volume de aplicação de 60 litros ha<sup>-1</sup>.

A cultivar utilizada foi a CZ 36b96 I2X, uma cultivar com alto teto produtivo, adaptada a região, cultivar precoce com GM de 6,9, possui hábito de crescimento indeterminado e possui a tecnologia intacta2 xtend.

A semeadura foi realizada com o auxílio de uma semeadora Stara modelo estrela



26 acoplada a um trator case Steiger 420. A semeadura da cultivar CZ 36b96 I2X foi realizada no dia 27/10/2023, utilizando uma população de 13 plantas por metro linear na profundidade de 5 centímetros e espaçamento entre linhas de 45 centímetros. Com o sulco aberto foi feita a pulverização de 750 ml ha<sup>-1</sup> de *Bradyrhizobium japonicum* (5,0 x 10<sup>9</sup> UFC ml<sup>-1</sup>), 100 ml ha<sup>-1</sup> de *Azospirillum brasilense* (2x10<sup>8</sup> UFC ml<sup>-1</sup>), 50 gramas ha<sup>-1</sup> de *Bacillus amyloliquefaciens* (1x10<sup>10</sup> UFC g<sup>-1</sup>) e 100 ml ha<sup>-1</sup> de *Thichoderma hazianum* (2,0x10<sup>8</sup> CV ML<sup>-1</sup>).

Após a emergência das plantas no estágio fenológico V3 foi feita uma aplicação pós-emergência visando o controle de plantas daninhas, usando glifosato (1.222 g e.a ha<sup>-1</sup>), cletodim (96 g i.a ha<sup>-1</sup>) e de óleo mineral. Além disso, Lambda-Cialotrina (25 g i.a ha<sup>-1</sup>) e Diflubenzuron (78 g i.a ha<sup>-1</sup>), com volume de aplicação de 60 litros ha<sup>-1</sup>. Foi realizado três aplicações visando o controle de pragas (*Spodoptera frugiperda*, *Bemisia tabaci*, *Dichelops furcatus*, *Euschistus heros*, *Diabrotica speciosa*, *Caliothrips brasiliensis* e doenças (*Phakopsora pachyrhizi*, *Corynespora cassicola*, *Microsphaera difusa*, *Peronospora manshurica*, *Cercospora sojina*, *Colletotrichum truncatum*) e adubação foliar, sendo elas com volume de aplicação de 60 litros ha<sup>-1</sup>. A primeira no estágio V7, a segunda em R2 e a terceira em R5, aplicando Picosxistrobina (54 g i.a ha<sup>-1</sup>), Ciproconazol (24 g i.a ha<sup>-1</sup>), Clorotalonil (720 g i.a ha<sup>-1</sup>), Imidacloprido (100 g i.a ha<sup>-1</sup>), 1,5 g ha<sup>-1</sup> de Co, 30 g ha<sup>-1</sup> de Mo, 2,7 g ha<sup>-1</sup> de Ni, 15 g ha<sup>-1</sup> de Zn, 45 g ha<sup>-1</sup> de Mn. Em R8, na maturidade fisiológica, foi realizado a dessecação em pré colheira utilizando Diquat (1.148 g i.a ha<sup>-1</sup>), Carfentrazone (20 g i.a ha<sup>-1</sup>), e óleo mineral (796 g i.a ha<sup>-1</sup>).

O delineamento utilizado foi o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. o experimento teve 8 tratamentos, sendo T1 a testemunha sem aplicação de fósforo, T2 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, T3 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, T4 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, T5 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + BiomaPhos<sup>®</sup>, T6 120 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + BiomaPhos<sup>®</sup>, T7 180 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + BiomaPhos<sup>®</sup>, T8 BiomaPhos<sup>®</sup>. As parcelas foram constituídas por 4 linhas de cultivo com 5 metros de comprimento.

Antes da colheita foi mensurado a altura de plantas, altura de inserção de primeira vargem e o diâmetro do caule. Após colheita, foi separado aleatoriamente 5 plantas por unidade experimental onde determinou o número de vagens por planta, o número de grãos

por vagem e a massa de cem grãos. Após a debulha e separação dos grãos de toda as plantas da parcela determinou o rendimento de grãos. A massa sem grãos e o rendimento de grãos foram corrigidos para 13% b.u.

Os dados, foram submetidos a análise de variância, e quando significativos ( $p < 0,005$ ), as médias comparadas pelo teste de média para os dados qualitativos e análise de regressão para dados quantitativos, utilizando o software Sisvar.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo dos tratamentos, no número de vagens por planta, massa de cem grãos e rendimentos de grãos. Demais variáveis mensuradas não foram influenciadas pelas doses de fósforo associados ou não com o uso de solubilizador (Tabela 1).

Tabela 1. Quadrados médios e níveis de significância para as variáveis avaliadas na soja de acordo com a fonte de variação.

FV <sup>1/</sup>	G L	Quadrado Médio									
		AIV	AP	DC	PP	MCG	NVP	NGV	RG	IC	TA
Adu- ba- ção	7	4,4 <sup>ns</sup>	14,8 <sup>n</sup> <sub>s</sub>	0,22 <sub>ns</sub>	2975849 01 <sup>ns</sup>	3,89 <sup>**</sup>	28,13 <sub>*</sub>	0,007 <sub>ns</sub>	1594241,1 <sub>**</sub>	0,02 <sub>ns</sub>	0,01 <sub>ns</sub>
Bloc o	3	14,4 <sub>ns</sub>	55,9 <sup>n</sup> <sub>s</sub>	0,33 <sub>ns</sub>	6929043 71 <sup>ns</sup>	2,49 <sup>ns</sup>	6,41 <sup>n</sup> <sub>s</sub>	0,055 <sub>ns</sub>	601850,9 <sub>ns</sub>	0,01 <sub>ns</sub>	0,19 <sub>ns</sub>
Erro	21	7,17	8,6	0,35	2613136 35	0,74	15,45	0,022	490476,0	0,04	0,01
CV		20,0 7	2,70	7,77	6,86	4,41	9,66	5,38	19,24	21,2 0	0,55
Média		13,3 4	108, 5	7,59	235763, 8	19,58	40,70	2,77	3640,67	0,99	12,8 2

<sup>1/</sup> FV = fonte de variação, GL = grau de liberdade, AIV = altura de inserção primeira vagem (mm), AP = altura de plantas (mm), DC = diâmetro do caule (mm), PP = população de plantas (plantas.ha<sup>-1</sup>), MCG = massa de cem grãos (g), NVP = número de vagens por planta, NGV = número de grãos por vagem, RG = rendimento de grãos (kg.ha<sup>-1</sup>), IC = índice de colheita, TA = teor de água grão (% b.u), CV = coeficiente de variação. ns, \*, \*\* = não significativo, significativo a 5 e 1%, respectivamente pelo teste de F.

Fonte: Autores (2024)

A altura de inserção da primeira vagem (AIV) não apresentou variações entre os tratamentos (Tabela 1). O valor médio para essa variável ficou em 13,34 cm. Entre os tratamentos com adição de BiomaPhos<sup>®</sup>, o valor mais elevado foi com 60 kg ha<sup>-1</sup> de

fósforo + BiomaPhos<sup>®</sup> (14,64 cm) (Tabela 2). O tratamento com 180 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo + BiomaPhos<sup>®</sup> apresentou um valor inferior (11,85 cm), o que sugere que o aumento na dose de fósforo não resultou em maiores alturas de inserção da primeira vagem. Essa variável, portanto, não parece estar diretamente ligada à eficiência do uso de fósforo ou BiomaPhos<sup>®</sup>.

Tabela 2. Altura de inserção de primeira vagem (AIV), altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), população de plantas (PP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de cem grãos (MCG), rendimento de grãos (RG), índice de colheita (IC) e teor de água nos grãos de soja cultivar CZ 36b96 12X cultivado em diferentes manejos de adubação fosfatada.

Adubação Fosfatada	AIV (cm) <sup>1/</sup>	AP (cm)	DC (mm)	PP	NGV	IC	TA
0	14,67	105,86	7,07	241975,28	2,72	0,96	12,84
60	13,95	106,65	7,70	230555,53	2,74	1,13	12,83
120	12,05	109,45	7,70	224999,98	2,73	1,07	12,56
180	13,32	109,30	7,60	249999,97	2,82	0,94	12,67
60 + BiomaPhos <sup>®</sup>	14,64	106,57	7,52	228395,04	2,76	0,99	12,73
120 + BiomaPhos <sup>®</sup>	13,20	109,10	7,70	229629,60	2,77	0,93	12,66
180 + BiomaPhos <sup>®</sup>	11,85	111,20	7,85	238888,86	2,84	0,95	12,45
BiomaPhos <sup>®</sup>	13,05	110,15	7,65	241666,64	2,76	0,91	12,76

<sup>1/</sup>Valores médios das variáveis analisados, não significativo pelo teste F a 5% de probabilidade.

Fonte: Autores (2024)

Estudos indicam que a altura de inserção da primeira vagem na soja não é significativamente influenciada pela adubação fosfatada. Por exemplo, pesquisa realizada na microrregião do Alto Médio Gurguéia, Piauí, avaliando doses de fósforo de 0 a 140 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, encontrou uma média de AIV de 10,64 cm, sem variações significativas entre as doses aplicadas (Alcântara Neto *et al.*, 2010). Esses resultados corroboram a observação de que a AIV não apresentou variações significativas entre os tratamentos no experimento.

A altura de plantas variou entre 105,86 cm (sem fósforo) e 111,20 cm (180 kg/ha + BiomaPhos<sup>®</sup>), com média de 108 cm, contudo sem diferenças estatísticas entre os tratamentos (Tabela 2). O diâmetro do caule variou entre 7,07 mm (tratamento sem fósforo) e 7,85 mm (180 kg ha<sup>-1</sup> + BiomaPhos<sup>®</sup>), com média de 7,59 mm. Diâmetros de coleto superiores pode refletir uma maior capacidade da planta em sustentar maior produção de grãos, embora o diâmetro do caule não tenha se mostrado diretamente relacionado ao rendimento de grãos.

A população de plantas média ficou em 235763,86 plantas por hectare. Essa variável é influenciada principalmente por características relacionadas a vigor das sementes, palatabilidade ou presença de pragas do que relacionado a fator nutricional, dessa forma, a falta de diferença entre os tratamentos já era esperado.

O número de grãos por vagem variou de 2,72 (tratamento sem fósforo) a 2,84 (180 kg ha<sup>-1</sup>+ BiomaPhos<sup>®</sup>). Embora a variação não tenha sido significativa, o maior valor foi observado com a aplicação de 180 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo associado ao BiomaPhos<sup>®</sup>, sugerindo uma ligeira melhora na eficiência reprodutiva da planta (Tabela 2). A média ficou em 2,77 grãos por vagem.

O índice de colheita variou de 0,91 a 1,13 entre os tratamentos, sem diferenças significativas. Isso sugere que a proporção de biomassa destinada aos grãos em relação à biomassa total das plantas foi relativamente constante, independentemente da dose de fósforo ou do uso do BiomaPhos<sup>®</sup>. O teor de água dos grãos também não apresentou variações significativas, variando de 12,45% a 12,84%. Essa estabilidade indica que o teor de água não foi influenciado pelos diferentes tratamentos aplicados.

O número de vagens por planta foi influenciado pelos tratamentos, sendo que o tratamento com 180 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo + BiomaPhos<sup>®</sup> apresentou maior número de vagens (44,25) em relação ao tratamento sem aplicação de fósforo ou com aplicação de 60 Kg de fósforo e aplicação do solubilizador isolado, não diferindo dos demais tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3. Número de vagens por planta (NVP), massa de cem grãos (MCG), rendimento de grãos (RG) de soja CZ 36b96 I2X cultivado em diferentes manejos de adubação fosfatada.

Adubação Fosfatada	NVP	MCG	RG	Incremento (kg.ha <sup>-1</sup> )	Rendimento Financeiro (R\$.ha <sup>-1</sup> )	Custo Adubação (R\$.ha <sup>-1</sup> )	Diferença
0	36.00 c	17.59 c	2511.65 c	-	4604,692	0	0
60	37.75 bc	18.97 b	3506.28 abc	994,63	6428,18	398,08	1425,41
120	40.75 ab	19.46 ab	3577.06 ab	1065,41	6557,943	796,15	1157,10
180	42.70 ab	20.51 a	4262.01 a	1750,36	7813,685	1194,23	2014,76
60 + Bioma-Phos <sup>®</sup>	41.65 ab	19.76 ab	3956.91ab	1445,26	7254,335	522,58	2127,07
120 + Bioma-Phos <sup>®</sup>	42.00 ab	20.18 ab	4136.742 a	1625,09	7584,023	920,65	2058,68

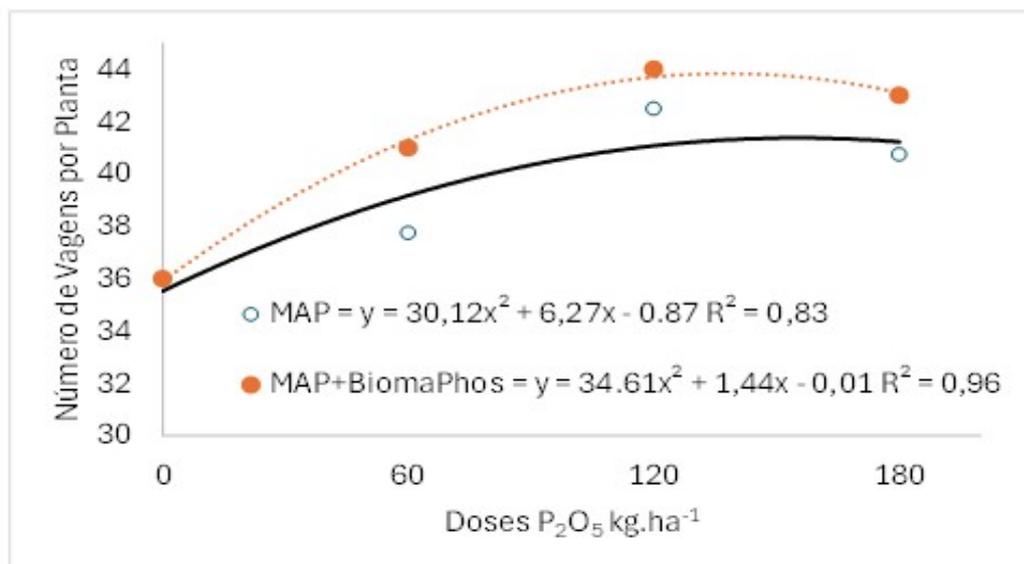
180 + Bioma-Phos®	44.25 a	20.69 a	4201.88 a	1690,23	7703,447	1318,73	1780,02
BiomaPhos®	40.70 bc	19.10 b	2972.83 bc	461,18	5450,188	124,50	721,00

\* Médias seguidas por letras diferentes nas colunas são estatisticamente diferentes pelo teste de LSD a 5% de significância.

Fonte: Autores (2024)

A resposta da variável em relação as doses de fósforo, associadas ou não ao solubilizador, apresenta uma resposta quadrática, mostrando que a alta disponibilidade de fósforo pode afetar o desenvolvimento da cultura, fator que pode estar ligado a interação dos nutrientes e que comprova a lei dos incrementos decrescentes (Figura 2).

Figura 2. Número de vagens por planta em função de doses fósforo no solo, associados ou não com microrganismos solubilizadores de fósforo, em soja.



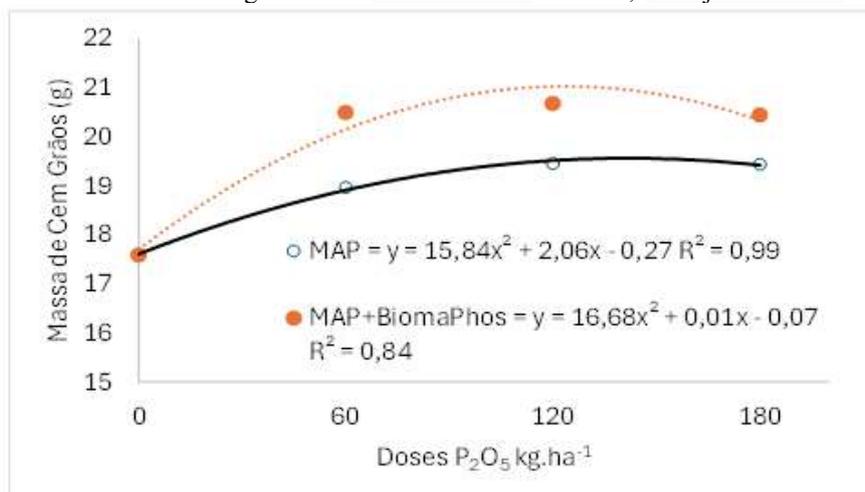
Fonte: Autores (2024)

A massa de cem grãos e o rendimento de grãos apresentou também um ajuste quadrático para resposta em relação as doses de fósforo associado ou não ao solubilizador de fósforo (Figura 3 e 4). Para a massa de cem grãos, os tratamentos com 180 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo + BiomaPhos® (20,69 g) e 180 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo sem BiomaPhos® (20,51 g) apresentaram maior massa de que os tratamentos sem aplicação de fósforo, que o tratamento com 60 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e BiomaPhos isolado. Doses superiores a 180 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,

já é observado através do ajuste do modelo que a tendência de redução na variável. A associação do BiomaPhos<sup>®</sup> com o fósforo também contribuiu para o aumento da massa dos grãos, especialmente em doses intermediárias de fósforo. A maior massa de cem grãos indica que os tratamentos com fósforo, especialmente quando combinados ao BiomaPhos<sup>®</sup>, proporcionaram um melhor desenvolvimento dos grãos, tornando-os mais pesados e, possivelmente, de maior qualidade.

A massa de cem grãos pode ser influenciada pela disponibilidade de fósforo no solo. Em um estudo conduzido em Rondônia, observou-se que doses crescentes de fósforo resultaram em aumentos na massa de cem grãos, indicando uma resposta positiva da soja à adubação fosfatada. Essa relação positiva entre fósforo e MCG pode explicar os resultados significativos encontrados em seu experimento para essa variável (Valadao Júnior *et al.*, 2008).

Figura 3. Massa de cem grãos em função de doses fósforo no solo, associados ou não com microrganismos solubilizadores de fósforo, em soja.



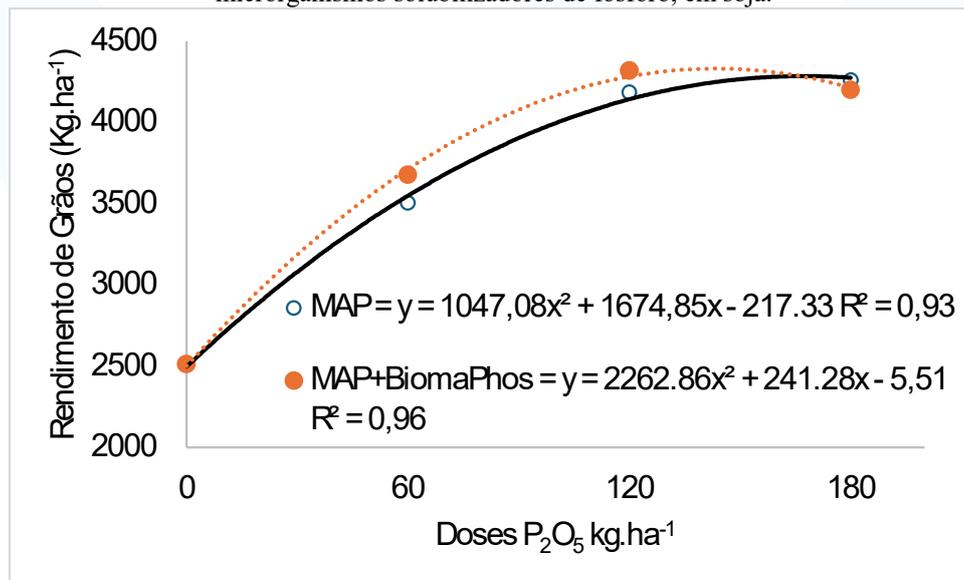
Fonte: Autores (2024)

Em relação ao rendimento de grãos é possível observar uma correlação positiva entre as variáveis número de vagens por planta, massa de cem grãos e rendimento de grãos, ou seja, o comportamento dessas variáveis em relação aos tratamentos testados é similar. O rendimento de grãos variou de 2.511,65 kg ha<sup>-1</sup> (tratamento sem adubação fosfatada) a 4.262,01 kg ha<sup>-1</sup> (tratamento com 180 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo), comprovando a

importância desse nutriente para o desenvolvimento da cultura. Os tratamentos com 180 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo (4.262,01 kg ha<sup>-1</sup>), 180 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo + BiomaPhos<sup>®</sup> (4.201,88 kg ha<sup>-1</sup>) e o tratamento com 120 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo + BiomaPhos<sup>®</sup> apresentaram rendimentos de grãos superiores aos tratamentos sem adubação, 60 kg de fósforo e Biomaphos. Embora o tratamento com 180 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo isolado tenha proporcionado o maior rendimento, o BiomaPhos<sup>®</sup> associado a doses intermediárias, como 120 kg/ ha<sup>-1</sup>, também apresentou um bom desempenho, com rendimento de 4.136,74 kg ha<sup>-1</sup>.

Com base nos resultados podemos ver que o fosforo é um nutriente que agrega em produtividade no cultivo da soja, mas podemos ver que isso ocorre até certos níveis, doses mais altas de fósforo não aumentou o rendimento de grãos. A figura 4, apresenta a curva de rendimento de grãos em razão da dose de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na qual percebe-se que a dose ótima é em torno de 120 kg ha<sup>-1</sup>, considerando o nível do nutriente no solo e nas condições estudadas. Quando se fala em custo também notou-se que doses acima da ideal, apesar de aumentar um pouco a produtividade, o retorno econômico não acompanha devido ao aumento do custo (Tabela 3).

Figura 4. Rendimento de grãos em função de doses fósforo no solo, associados ou não com microrganismos solubilizadores de fósforo, em soja.



Fonte: Autores (2024)

O incremento de rendimento, que é a diferença entre o rendimento de grãos e o tratamento controle (sem fósforo), variou de 461,18 kg ha<sup>-1</sup> (tratamento com BiomaPhos<sup>®</sup> isolado) a 1.750,36 kg ha<sup>-1</sup> (180 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo). Esse resultado sugere que a aplicação de fósforo em doses mais altas gerou o maior incremento de rendimento, sendo esse resultado potencializado pela associação com o BiomaPhos<sup>®</sup>.

O rendimento financeiro foi calculado com base no preço do produto e no rendimento de grãos. Os valores variaram de R\$ 4.604,69 ha<sup>-1</sup> (tratamento sem fósforo) a R\$ 7.813,68 ha<sup>-1</sup> (tratamento com 180 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo). O tratamento com 180 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo obteve o maior rendimento financeiro, seguido pelos tratamentos com 180 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo + BiomaPhos<sup>®</sup> (R\$ 7.703,44 ha<sup>-1</sup>) e 120 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo + BiomaPhos<sup>®</sup> (R\$ 7.584,02 ha<sup>-1</sup>).

O custo da adubação variou entre R\$ 124,50 ha<sup>-1</sup> (tratamento com BiomaPhos<sup>®</sup> isolado) e R\$ 1.318,73 ha<sup>-1</sup> (tratamento com 180 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo + BiomaPhos<sup>®</sup>). O tratamento com 180 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo apresentou o maior custo de adubação (R\$ 1.194,23 ha<sup>-1</sup>), sendo esse valor elevado pelo custo da dose alta de fósforo.

A diferença financeira entre o rendimento e o custo da adubação foi um dos indicadores mais importantes. O tratamento que apresentou a maior diferença foi o tratamento com 60 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo + BiomaPhos<sup>®</sup> (R\$ 2.127,07 ha<sup>-1</sup>), o que sugere que, embora o tratamento com 180 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo tenha gerado o maior rendimento, doses mais baixas associadas ao BiomaPhos<sup>®</sup> resultaram em maior retorno econômico. Isso ocorre porque o custo da adubação para doses mais altas de fósforo supera os benefícios marginais de rendimento, enquanto doses intermediárias com BiomaPhos<sup>®</sup> mantêm um equilíbrio entre custo e benefício.

Os resultados indicam que a adubação fosfatada, especialmente quando associada ao BiomaPhos<sup>®</sup>, promove melhorias significativas no rendimento de grãos, no número de vagens por planta e na massa de cem grãos. O tratamento com 180 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo apresentou o maior rendimento absoluto de grãos, enquanto o tratamento com 60 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo + BiomaPhos<sup>®</sup> proporcionou a maior diferença financeira, sugerindo ser a opção mais vantajosa em termos de custo-benefício.



A utilização de doses intermediárias de fósforo associadas ao BiomaPhos<sup>®</sup> também se mostrou eficiente, oferecendo uma combinação que resultou em bons rendimentos de grãos e um retorno financeiro interessante. O tratamento com BiomaPhos<sup>®</sup> isolado, embora tenha gerado um aumento de produtividade em relação à testemunha (sem adubação), teve um desempenho inferior aos tratamentos com fósforo, demonstrando que o fósforo ainda é um nutriente essencial para maximizar a produtividade na cultura da soja.

Esses resultados corroboram com o trabalho de Silva *et al.* (2024) que também encontraram melhoria na disponibilidade de fósforo em associação com microrganismos solubilizadores de fósforo (PSM), seja pela ação direta na solubilização ou mineralização do nutriente do solo seja pela promoção de enraizamento favorecendo a absorção pela planta. Segundo esses autores, a aplicação de microrganismos, como *Bacillus* e *Pseudomonas*, melhora a absorção de fósforo pelas plantas e aumenta o rendimento de grãos sendo possível a redução de fertilizantes químicos, o que está alinhado com os achados, especialmente nas doses mais baixas de fósforo combinadas com BiomaPhos<sup>®</sup>.

Alori *et al.* (2017) também indicam que microrganismos como *Bacillus* são eficazes na solubilização de fósforo em solos com baixa disponibilidade, como os do Cerrado. O uso desses microrganismos aumenta a disponibilidade de fósforo e, conseqüentemente, melhora o crescimento das plantas e a produção de grãos. Os autores observaram que a aplicação de PSM pode ser eficiente quando combinada com doses intermediárias de fósforo, o que corrobora os resultados do seu estudo, onde a associação de BiomaPhos<sup>®</sup> com 120 kg ha<sup>-1</sup> de P resultou em bons incrementos de rendimento, atingindo 4.136,74 kg ha<sup>-1</sup>.

Por outro lado, os resultados obtidos com doses mais altas de fósforo, como no tratamento com 180 kg ha<sup>-1</sup>, que resultou no maior rendimento de grãos (4.262,01 kg ha<sup>-1</sup>), sugerem que o aumento da dose de fósforo pode gerar incrementos na produtividade até certo ponto. Esse achado é corroborado por um estudo de Pawar *et al.* (2018), que aumentos de produtividade na cultura da soja até 130 kg e depois estabiliza. O estudo também afirma que a aplicação de doses excessivas de fósforo pode resultar em desperdício de insumo, sem retorno econômico proporcional.

## 4 CONCLUSÕES

Os tratamentos com doses elevadas de fósforo, com ou sem BiomaPhos<sup>®</sup>, apresentaram o maior rendimento absoluto de grãos, sugerindo que o aumento na dose de fósforo continua promovendo incrementos na produtividade e sendo viável até certo ponto.

O tratamento com baixa dosagem de fósforo associado ou BiomaPhos<sup>®</sup>, obteve maior retorno financeiro em termos de custo-benefício.

O uso de doses menores e intermediárias de fósforo, combinado ao BiomaPhos<sup>®</sup>, foi capaz de manter bons rendimentos com um menor custo, contribuindo para uma agricultura mais eficiente e sustentável, alinhada à redução do uso de fertilizantes químicos e à melhoria da eficiência no uso de recursos.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano (IF Goiano), Centro de Referência em Produção Sustentável e Irrigação, FAPEG (Macroprojeto CEBIO) por fornecer a estrutura necessária para a condução da pesquisa. Aos parceiros Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba (CBH Paranaíba), Ministério da Integração e Desenvolvimento Regional (MIDR TED n° 4781265) e Superintendência do Desenvolvimento do Centro-Oeste (SUDECO – Processo n° 59800.002147/2023-66).

## REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA NETO, F.; SOUZA, N.O.S.; BEZERRA, A.A.C.B. Adubação fosfatada na cultura da soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 266-271, 2010.

ALORI, E.T.; GLICK, B.R.; BABALOLA, O.O. Microbial phosphorus solubilization and its potential for use in sustainable agriculture. **Frontiers in microbiology**, v. 8, p. 971, 2017.

ARAÚJO, F.F.; BONIFÁCIO, A.; BAVARESCO, L.G.; MENDES, L.W.; ARAÚJO, A. S.F. *Bacillus subtilis* changes the root architecture of soybean grown on nutrient-poor substrate. **Rhizosphere**, v. 18, article 100348, 2021.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Levantamento de safra de grãos 2024. Disponível em: [file:///C:/Users/gabri/Downloads/E-book\\_BoletimZdeZSafrasZ-Z12Zlevantamento%20\(3\).pdf](file:///C:/Users/gabri/Downloads/E-book_BoletimZdeZSafrasZ-Z12Zlevantamento%20(3).pdf). Acesso em: set. 2024.

CHOWDHURY, S.P. HARTMAN, A.; GAO, X.W.; BORRIS, G.R. Biocontrol mechanism by root-associated *Bacillus amyloliquefaciens* FZB42—a review. **Frontiers in microbiology**, v. 6, p. 780, 2015.

OLIVEIRA-PAIVA, C.A.; COTA, L.V.; MARRIEL, I.E.; GOMES, E.A.; SOUSA, S.M. de; LANA, U.G.P.; SANTOS, F.C. dos; PINTO JÚNIOR, A.S.; ALVES, V.M.C. Viabilidade técnica e econômica do Biomaphos® (*Bacillus subtilis* CNPMS B2084 e *Bacillus megaterium* CNPMS B119) nas culturas de milho e soja. Sete Lagoas: **Embrapa Milho e Sorgo**, 2020. 20 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 210).

PAWAR, S.D.; KARANJIKAR, P.N.; TAKANKHAR, V.G. Effect of phosphorus and biofertilizers on growth and yield of soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) under rainfed condition. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v. 7, n. 5, p. 396-398, 2018.

RAYMOND, N.S.; GÓMEZ-MUÑOZ, B.; VAN DER BOM, F.J.T.; NYBROE, O.; JENSEN, L.S.; MÜLLER-STÖVER, D.S.; OBERSON, A.; RICHARDSON, A.E. Phosphate-solubilising microorganisms for improved crop productivity: a critical assessment. **New Phytologist**, v. 229, n. 3, p. 1268-1277, 2021.

REZENDE, C. C.; SILVA, M. A.; FRASCA, L. L. de M.; FARIA, D. R.; FILIPPI, M. C. C. de LANNA, A. C.; NASCENTE, A. S. Microrganismos multifuncionais: utilização na agricultura. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e50810212725, 27 fev. 2021.



SATTAR, A.; NAVEEDA, M.; ALIA, M.; ZAHIRA, Z.; NADEEMB, S.; YASEENA, M.; MEENAC, V. S.; FAROOQD, M.; SINGHE, R.; RAHMANF, M.; MEENA, H.N. Perspectives of potassium solubilizing microbes in sustainable food production system: a review. **Applied Soil Ecology**, v. 133, p. 146-159, 2019.

SILVA, L.I.; PEREIRA, M.C; CARVALHO, A.M.X.; BUTTRÓS, V.H; PASQUAL, M.; DÓRIA, J. Phosphorus-solubilizing microorganisms: a key to sustainable agriculture. **Agriculture**, v. 13, n. 2, p. 462, 2024.

VALADAO JÚNIOR, D.D.; BERGAMIN, A.C.; REIS V.L.; SCHLINDWEIN, J.A. Adubação fosfatada na cultura da soja em rondônia. **Scientia agraria**, v. 9, n. 3, p. 369-375, 2008.

WAHAB, A.; BATOOL, F.; MUHAMMAD, M.; ZAMAN, W. Unveiling the complex molecular dynamics of arbuscular mycorrhizae: A comprehensive exploration and future perspectives in harnessing phosphate-solubilizing microorganisms for sustainable progress. **Environmental and Experimental Botany**, v. 219, p. 105633, 2024.