

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL – CPCS CURSO DE BACHARELADO
EM AGRONOMIA

YASMIM ROCHA DA SILVA

**COINOCULAÇÃO DE *Bacillus* sp. E *Azospirillum brasilense* E
ADUBAÇÃO FOSFATADA NO CRESCIMENTO, NUTRIÇÃO E
PRODUTIVIDADE SUSTENTÁVEL DA SOJA**

CHAPADÃO DO SUL-MS

2026

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL – CPCS CURSO DE BACHARELADO
EM AGRONOMIA

**COINOCULAÇÃO DE *Bacillus* sp. E *Azospirillum brasilense* E
ADUBAÇÃO FOSFATADA NO CRESCIMENTO, NUTRIÇÃO E
PRODUTIVIDADE SUSTENTÁVEL DA SOJA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Universidade Federal de Mato Grosso do
Sul, como parte dos requisitos para obtenção
do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientadora: Profa. Dra. Rita de Cássia Félix Alvarez

CHAPADÃO DO SUL-MS

2026

25/06/2026, 09:59

SEI/UFMS - 6479043 - Certificado



Serviço Público Federal
Ministério da Educação
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

**CERTIFICADO DE****APROVAÇÃO AUTORA: Yasmim Rocha da Silva.****ORIENTADORA: Profa. Dra. Rita de Cássia Félix Alvarez.**

Aprovada pela Banca Examinadora como parte das exigências do Componente Curricular Não Disciplinar TCC, para obtenção do grau de BACHARELA EM AGRONOMIA, pelo curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campus de Chapadão do Sul.

Profa. Dra. Rita de Cássia Félix Alvarez
Presidente da Banca Examinadora e Orientador

Eng. Agr. Me. Erivaldo Plínio Borges da Costa Junior Membro da Banca Examinadora

Eng. Agr. Karen Weila Soares dos Santos
Membro da Banca Examinadora

Chapadão do Sul, 19 de junho de 2026.

Documento assinado eletronicamente
por **Rita de Cassia**

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Felix Alvarez, Professora do
Magistério Superior, em

19/06/2026, às 15:21, conforme
horário oficial de Mato Grosso do Sul,
com fundamento no § 3º do art. 4º do
[Decreto nº 10.543, de 13 de novembro
de 2020.](#)

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Erivaldo Plínio Borges da Costa Júnior, Usuário Externo**, em 19/06/2026, às 16:32, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Karen Weila Soares dos Santos, Usuário Externo**, em 19/06/2026, às 18:11, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

https://sei.ufms.br/sei/controlador.php?acao=procedimento_trabalhar&acao_origem=protocolo_pesquisa_rapida&id_protocolo=7352471&infra_sis... 1/2 25/06/2026, 09:59 SEI/UFMS - 6479043 - Certificado



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6479043** e o código CRC **F1DBE4E5**.

COORDENAÇÃO DE GESTÃO ACADÊMICA DO CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

Avenida Engenheiro Douglas
Ribeiro Pantaleão, nº 5167 Fone:
CEP 79560-000 - Chapadão do Sul
- MS

Agradecimentos

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me guiar, me dar força e sabedoria durante essa caminhada.

Aos meus pais, Simone Firmino da Rocha e Petterson Ferreira da Silva, por sempre me motivarem, por acreditarem em mim e sempre me darem forças e motivos para continuar.

A toda minha família, por cada incentivo, por todo apoio e investimento dedicado a mim.

Agradeço a minha orientadora Dra. Rita de Cássia Félix Alvarez que me acompanhou e orientou durante este trabalho.

Aos amigos que fiz durante essa caminhada, que tornaram esse capítulo mais fácil e leve.

LISTA DE FIGURAS

01	Dados mensais de precipitação pluviométrica e temperatura máxima e mínima do ar. Chapadão do Sul, MS, Brasil, no período de execução do experimento. Safra 2023/2024.....	04
----	---	----

LISTA DE TABELAS

01	Análise de variância para os dados de altura de planta, altura de inserção, diâmetro da haste número de entrenós, comprimento de entrenós teor de nitrogênio e índice relativo Clorofila (ICR) em função da inoculação, coinoculação e reinoculação de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Chapadão do Sul – MS, safras 2023/2024.....	06
02	Número de entrenós em função da inoculação, coinoculação e reinoculação de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Chapadão do Sul – MS, safras 2023/2024.....	07
03	Comprimento de entrenós e índice relativo de clorofila (IRC) em função de doses de fósforo. Chapadão do Sul – MS, safras 2023/2024.....	09
04	Análise de variância para os dados de massa de 100 grãos, número de vagem, número de grãos e produtividade. Chapadão do Sul – MS, safras 2023/2024.....	09
05	Número de vagem e número grãos em função de doses de fósforo. Chapadão do Sul – MS, safras 2023/2024.....	10

SUMÁRIO

Lista de Figuras	vi
Lista de Tabela	vii
Resumo	1
Abstract	2
Introdução.....	3
Materiais e Métodos	4
Resultados e Discussões	6
Conclusão	10
Declaração de uso de inteligência artificial generativa	11
Referências Bibliográficas	12

COINOCULAÇÃO DE *Bacillus sp.* e *Azospirillum brasilense* E ADUBAÇÃO FOSFATADA NO CRESCIMENTO, NUTRIÇÃO E PRODUTIVIDADE SUSTENTÁVEL DA SOJA

ResumoA soja é uma das principais culturas agrícolas do Brasil, e a busca por alternativas sustentáveis para aumentar sua eficiência produtiva tem impulsionado o uso de microrganismos promotores de crescimento vegetal associados ao manejo nutricional. O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da coinoculação de bactérias promotoras de crescimento vegetal associadas a diferentes doses de fósforo sobre o crescimento, nutrição e produtividade da soja. O experimento foi conduzido em campo, na safra 2023/2024, em Chapadão do Sul-MS, utilizando delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos biológicos e quatro níveis de adubação fosfatada (0, 50, 75 e 100% da dose recomendada). Foram avaliadas características agronômicas, teor de nitrogênio foliar, índice relativo de clorofila e componentes de produção. Os resultados demonstraram que os tratamentos biológicos influenciaram significativamente o número de entrenós, com destaque para a coinoculação com *Bacillus licheniformis*. As doses de fósforo promoveram alterações no comprimento dos entrenós, índice relativo de clorofila, número de vagens e número de grãos por planta. Entretanto, não foram observados efeitos significativos sobre o teor de nitrogênio foliar e a produtividade de grãos. Conclui-se que a coinoculação de bactérias promotoras de crescimento vegetal e a adubação fosfatada modificaram características morfofisiológicas e componentes produtivos da soja, porém sem reflexos significativos na produtividade final nas condições estudadas, evidenciando a necessidade de novos estudos para aprimorar a integração dessas tecnologias em sistemas sustentáveis de produção.

Palavras-chave: soja; coinoculação; *Azospirillum brasilense*; *Bacillus licheniformis*; fósforo; bactérias promotoras de crescimento vegetal.

COINOCULATION OF *Bacillus* sp. AND *Azospirillum brasilense* AND PHOSPHATE FERTILIZATION ON GROWTH, NUTRITION AND SUSTAINABLE PRODUCTIVITY OF SOYBEAN

Abstract

Soybean is one of the main agricultural crops in Brazil, and the search for sustainable alternatives to increase its productive efficiency has driven the use of plant growth-promoting microorganisms associated with nutritional management. The present study aimed to evaluate the effects of coinoculation of plant growth-promoting bacteria associated with different phosphorus doses on soybean growth, nutrition and productivity. The experiment was conducted in the field during the 2023/2024 crop season in Chapadão do Sul, Mato Grosso do Sul state, using a randomized complete block design with five biological treatments and four phosphate fertilization levels (0, 50, 75 and 100% of the recommended dose). Agronomic characteristics, leaf nitrogen content, relative chlorophyll index and yield components were evaluated. The results showed that biological treatments significantly influenced the number of internodes, with emphasis on coinoculation with *Bacillus licheniformis*. Phosphorus doses promoted changes in internode length, relative chlorophyll index, number of pods and number of grains per plant. However, no significant effects were observed on leaf nitrogen content and grain yield. It is concluded that the coinoculation of plant growth-promoting bacteria and phosphate fertilization modified morphophysiological characteristics and productive components of soybean, but without significant effects on final yield under the studied conditions, highlighting the need for further studies to improve the integration of these technologies in sustainable production systems.

Keywords: soybean; coinoculation; *Azospirillum brasilense*; *Bacillus licheniformis*; phosphorus; plant growth-promoting bacteria.

Introdução

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) consolidou-se como a principal commodity do agronegócio brasileiro, caracterizando o Brasil como o maior produtor e exportador mundial da oleaginosa, com área cultivada de 48,7 milhões de hectares e produção de 180,1 milhões de toneladas na safra 2025/2026 (CONAB, 2026). A sustentação desse protagonismo produtivo está diretamente associada a avanços tecnológicos no manejo da nutrição mineral, com destaque para a Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) mediada por bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, tecnologia capaz de suprir até 94% das necessidades nitrogenadas da cultura, representando economia anual estimada em US\$ 3,2 bilhões em fertilizantes nitrogenados (GONZAGA et al., 2020). Paralelamente, o desempenho de bactérias promotoras do crescimento em função do uso de fertilizantes químicos tem sido objeto de estudo para otimizar a produtividade (BRUINSMA et al., 2024).

O fósforo (P) figura como o nutriente mais limitante nos solos do Cerrado brasileiro, onde apenas 10% a 25% do fertilizante fosfatado aplicado está disponível às plantas em razão dos fenômenos de adsorção e precipitação com alumínio e ferro (MENDES et al., 2022). Nesse contexto, o uso de bactérias promotoras de crescimento vegetal, como *Azospirillum brasilense*, e de bactérias solubilizadoras de fósforo (BSP), como *Bacillus subtilis* e *Bacillus megaterium*, emerge como estratégia biotecnológica promissora para ampliar a eficiência nutricional e os tetos produtivos da sojicultura de forma sustentável.

Diversas pesquisas têm investigado os efeitos isolados e combinados desses microrganismos na cultura da soja. Gonzaga et al. (2020) destacam que bactérias do gênero *Azospirillum* estimulam o crescimento vegetal por meio da síntese de fitohormônios, promovendo expansão do sistema radicular, maior absorção de água e minerais e melhoria nos parâmetros fotossintéticos. As BSP, por sua vez, atuam pela exsudação de ácidos orgânicos e atividade de enzimas que liberam o P imobilizado no solo (MENDES et al., 2022). Estudos recentes indicam que isolados de *B. megaterium* e *B. subtilis* são eficientes em promover o crescimento e disponibilizar fósforo para a soja (GUIMARÃES et al., 2023).

Contudo, os resultados disponíveis são inconsistentes: a coinoculação pode variar conforme a concentração do inóculo e as condições edafoclimáticas (GONZAGA et al., 2020), ao passo que o efeito das BSP é mais expressivo sob estresse hídrico e nutricional (MENDES et al., 2022). Em alguns casos específicos, a aplicação de doses de *Bacillus megaterium* não resultou em incremento significativo na produtividade da cultura (OLIVEIRA et al., 2025). Por outro lado, estratégias de manejo indicam que a inoculação com *Azospirillum brasilense* pode compensar reduções de até 25% na adubação fosfatada recomendada sem prejuízos ao rendimento de grãos (SANDINI et al., 2024).

Diante das lacunas identificadas na literatura, o presente estudo justifica-se pela necessidade de sistematizar os consórcios biológicos nessa cultura. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos

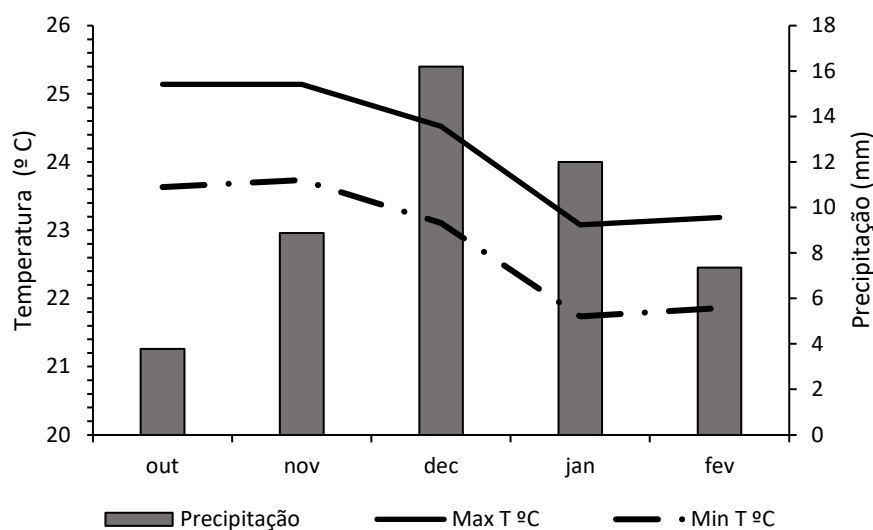
da coinoculação de *Bradyrhizobium* com *Azospirillum brasilense* associada ao uso de BSP e à adubação fosfatada sobre o crescimento, a nutrição e a produtividade da soja.

Material e métodos

O experimento foi conduzido em condições de campo, instalado na safra 2023/24, com a cultura da soja, na área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, MS, situadas nas coordenadas 18°46'17,7''S e 52°37'27,7''W; com altitude de 813m. O solo da área foi identificado como sendo Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2013). Antes da instalação do experimento foi realizada a coleta de solo nas camadas de 0,00 – 0,10 m e de 0,20 – 0,40 m, e realizada a análise química segundo método proposto por Raij *et al.* (2001). Os valores encontrados foram: P(mel): 21,9 e 5,1 (mg dm⁻³); M.O. = 26,4 e 19,8 g dm⁻³; K = 0,25 e 0,21 mg dm⁻³, Ca, Mg e SB = 3,20 e 1,60; 0,90 e 0,40; 4,35 e 2,21 cmolc dm⁻³, pH (CaCl₂) = 5,0 e 4,7, Al = 0,07 e 0,09 cmolc dm⁻³; H+Al = 4,1 e 4,7 cmolc dm⁻³, S = 5,8 e 20,9 mg dm⁻³ e V = 51,5 e 32,0%, respectivamente.

O clima característico da região, segundo classificação de Köppen, é tropical úmido (Aw), com estação chuvosa no verão e seca no inverno, e precipitação média anual de 1.850 mm, com temperaturas anuais variando de 13°C a 28°C. Os dados médios de precipitação pluviométrica e temperatura do ar, durante a condução do experimento, estão apresentados na Figura 1.

Figura 1. Dados mensais de precipitação pluviométrica e temperatura máxima e mínima do ar. Chapadão do Sul, MS, Brasil, no período de execução do experimento. Safra 2023/2024.



O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, em faixa com cinco tratamentos e três repetições, totalizando 60 parcelas. Os tratamentos foram: T1 – *Bradyrhizobium*

japonicum inoculado no tratamento de sementes (68 mL em 34 kg semente); T2 – *Azospirillum brasilense* + *Pseudomonas fluoescens*, coinoculado em tratamento de semente (0,9 mL – 1680 sementes); T3 – *Bacillus licheniformis*, coinoculação em tratamento de semente (2,8 mL – 1680 sementes); T4 - *Azospirillum brasilense*, coinoculado em tratamento de semente (0,63 mL – 0,318 kg) e T5 - *Azospirillum brasilense* coinoculado em tratamento de semente e reinoculado em estádio V5 e V6 com *Pseudomonas fluoescens* + *Azospirillum brasilense* + *Bacillus licheniformis* (0,9 ml + 2,8 mL).

O solo foi preparado convencionalmente, por meio de uma aração e duas gradagens, uma na incorporação do calcário (1750 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico 90%) 60 dias antes do plantio e uma gradagem, dois dias antes da implantação da cultura. Os tratamentos foram submetidos a diferentes dosagens de fósforos, sendo 0%; 50%; 75% e 100% da dose de fósforo recomendada. Para a adubação do experimento foi utilizado o super simples na base (sulco de semeadura), sendo as doses distribuídas conforme os tratamentos de 100, 75, 50 e 0%, onde 2,4 kg ha⁻¹ (100%), 1,8 kg ha⁻¹ (75%), 1,2 kg ha⁻¹ (50%) e sem super simples. Adubação de cobertura em todas as áreas com KCL 8,04 kg ha⁻¹ a lanço em superfície.

As parcelas foram constituídas por cinco linhas de 5,0 m de comprimento espaçadas de 0,45 m entre si. A área útil foi constituída por três linhas centrais de cada parcela, perfazendo 6,75 m². A cultivar utilizada foi a 98R30CF conkesta. As sementes foram tratadas com o fungicida Carboxina + Tiram, nas doses de 200 g do i.a. L⁻¹ e 200 g do i.a. L⁻¹, respectivamente; e o inseticida imidacloprido, na dose de 150 g do i.a. L⁻¹.

O produto comercial utilizado como fonte de *B. japonicum* foi o inoculante Masterfix®, estirpes SEMIA 5019 e SEMIA 5079 (5 x 10⁹) de células viáveis por g ou mL). A fonte de *A. brasilense* foi utilizado o inoculante Masterfix Gramíneas®, que contém estirpes Abv5 e Abv6 (2 x 10⁸ células viáveis por mL). O produto comercial utilizado como fonte de *Azospirillum brasilense* + *Pseudomonas fluoescens* CCTBO3 foi o Biofree, com garantia de 1 x 10⁸ UFC mL⁻¹. A fonte de *Bacillus licheniformis* foi o produto comercial Bioprince, com garantia de 1x10⁸ UFC/mL e *Bacillus licheniformis* CCTB07.

As inoculações e coinoculações dos tratamentos foram realizadas na semeadura das mesmas em menos de 24 horas de forma manual. Para a aplicação foliar foi utilizado o pulverizador costal elétrico, com pressão constante de 0,4 mpa, uma vazão de 0,35 L min⁻¹, equipado com lança contendo dois bicos, trabalhando a uma altura de 10 cm do alvo e velocidade de 1,0 m segundo, atingindo uma faixa aplicada de 10 cm de largura, propiciando volume de calda de 100 L ha⁻¹.

A avaliação do Índice Relativo de Clorofila foi realizada no dia vinte e um de dezembro de 2023, no horário das 10h às 11h, com auxílio de um medidor eletrônico de Índice Relativo de

Clorofila, clorofiLOG CFL1030. Realizaram-se quatro avaliações por repetição, tomadas do folíolo central do último trifólio completamente desenvolvido, de plantas aleatórias.

Foi realizada no estágio fenológico R2 (florescimento pleno) coleta de três trifólios por parcela, sendo coletada a terceira folha a partir do ápice na haste principal, com pecíolo, (PRADO, 2020). Em seguida, as folhas coletadas foram lavadas com água corrente, solução de detergente neutro 0,1%, solução de e por fim, água destilada (PRADO, 2020). Posteriormente, secas em estufa à $65 \pm 5^\circ\text{C}$ com ventilação forçada por 72 h e, após a secagem, moídas em moinho tipo Wiley. Foi realizada análise química do tecido vegetal, seguindo a metodologia proposta por (SILVA e Queiroz, 2002) e determinado os teores dos macronutrientes: nitrogênio (N), expressos em mg Kg^{-1} de matéria seca.

Antes da colheita, foram amostradas cinco plantas em sequência por parcela, determinando-se a altura de inserção da primeira vagem, número total de vagens, número de grãos por planta e massa de 100 grãos. A colheita da soja foi efetuada manualmente no estágio fenológico R8 (maturação fisiológica), em seguida, foi realizada a trilha das parcelas. A massa de 100 grãos e a produtividade de grãos, foram corrigidas para 13% de umidade em base úmida e a produtividade de grãos expressa em kg ha^{-1} .

Os dados das avaliações foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Resultados e Discussões

A Tabela 1 revela efeito significativo de fonte de variação Faixa P para comprimento de entrenós e índice relativo de clorofila, enquanto o fator Tratamento influenciou significativamente apenas o número de entrenós. Para as demais variáveis avaliadas, não foram observadas diferenças significativas pelo teste F. Não foi verificada interação significativa Faixa P x Tratamento para nenhuma variável, indicando ausência de efeito conjunto entre os fatores estudados.

Tabela 1. Análise de variância para os dados de altura de planta, altura de inserção, diâmetro da haste número de entrenós, comprimento de entrenós teor de nitrogênio e índice relativo Clorofila (IRC) em função da inoculação, coinoculação e reinoculação de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Chapadão do Sul – MS, safras 2023/2024.

F.V.	G.L	Alt Plan	Alt Ins	Diâm Hast	Num entrenós	Comp. entrenós	Teor N	IRC (u.cm^{-2})
Bloco	2	13,61	0,29	7,18	0,11	0,07	104,34	4,60
Faixa P	3	32,18	0,71	6,63	1,12	6.37*	76,73	38.35*
Erro a	6	29,48	0,69	11,30	2,36	0,40	28,95	5,54
Tratamento	4	4,36	0,64	1,44	2.22*	0,14	19,45	3,57
Erro b	8	9,68	0,70	1,23	0,32	0,53	71,83	2,72
Faixa P*Tratamento	12	4,52	0,32	1,32	0,50	0,18	45,10	1,54

Erro c	24	8,07	0,57	1,47	0,98	0,20	52,58	3,04
CV 1 (%)	-	8,41	10,81	37,14	10,58	15,44	9,54	5,90
CV 2 (%)	-	4,82	10,90	12,28	3,92	17,68	15,03	4,14
CV 3 (%)	-	4,4	9,87	13,40	6,84	10,82	12,86	4,37

FV - Fonte de variação; GL – Graus de liberdade; CV - Coeficiente de variação; *, - Significativo e ns, não significativo em $P \leq 0,05$ e $P \leq 0,01$, respectivamente, pelo teste F.

Conforme apresentado na Tabela 2, o tratamento Bioprince – coin (Ts) apresentou a maior média, com 15,08 entrenós, diferindo estatisticamente dos tratamentos Brady - ino (Ts) e Biofree + Bioprince – Rein., que apresentaram médias de 14,17 e 14,08 entrenós, respectivamente. Os tratamentos Biofree – coin (Ts) e Azo – Coin (Ts) apresentaram comportamento intermediário, não diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. Esses resultados sugerem que a coinoculação com Bioprince (*Bacillus licheniformis*) pode favorecer o desenvolvimento vegetativo das plantas, expresso pelo aumento do número de entrenós, embora esse efeito não tenha sido consistente para todos os tratamentos com bactérias promotoras de crescimento vegetal.

Tabela 2. Número de entrenós em função da inoculação, coinoculação e reinoculação de bactérias promotoras de crescimento vegetal. Chapadão do Sul – MS, safras 2023/2024.

Tratamento	Entrenós
Brady - ino (Ts)	14,17 b
Biofree – coin (Ts)	14,42 ab
Bioprince – coin (Ts)	15,08 a
Azo – Coin (Ts)	14,83 ab
Biofree + Bioprince – Rein.	14,08 b

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Resultados semelhantes foram identificados por BRUINSMA *et al* (2024), onde a principal contribuição de *Bacillus licheniformis* é participar de um consórcio de bactérias promotoras de crescimento vegetal contribuindo indiretamente para maior eficiência nutricional, pois favorece a solubilização e disponibilidade de P no solo e pode auxiliar na melhoria da eficiência de uso de fertilizantes químicos. Em adição é importante destacar que o inoculante pode funcionar melhor quando o solo oferece condições para a bactéria sobreviver, colonizar a raiz e expressar seus mecanismos de promoção de crescimento. Devido a isso, devemos levar em consideração o teor de argila e CTC do solo, que são de grande relevância: pois ajudam a manter água e nutrientes no sistema, favorecendo tanto a planta quanto os microrganismos.

Os dados apresentados na Tabela 3, mostram que as doses de fósforo influenciaram significativamente o comprimento de entrenós e o índice relativo de clorofila. Para o comprimento

de entrenós, as maiores médias foram observadas nas doses 0 e 50, com 4,77 e 4,60, respectivamente, enquanto as doses 75 e 100 apresentaram menores valores, com 3,77 e 3,41. Para o índice relativo de clorofila, verificou-se aumento dos valores com a elevação das doses de fósforo, sendo a menor média observada na dose 0, com 37,87, e a maior na dose 100, com 41,60. Esses resultados indicam que o aumento da disponibilidade de fósforo promoveu incremento no IRC, mas reduziu o comprimento de entrenós nas condições avaliadas. O fósforo influencia o índice de clorofila ao garantir a integridade dos processos energéticos da planta, permitindo que ela mantenha um aparato fotossintético mais robusto e produtivo (SANDINI et. Al., 2024; OLIVEIRA et al., 2025). A ideia de que o fósforo reduziria o crescimento longitudinal (entrenós) não encontra amparo nos dados obtidos, que sugerem um estímulo ao crescimento vertical da planta (MENDES et. al., 2022; GUIMARÃES et al., 2023). Na condução do experimento foi adotado a dosagem 0% de fósforo, sendo essa a dosagem referente ao fósforo disponível no solo, conforme mostra a Tabela 1, diante da análise de solo o mesmo encontrasse em nível adequado para a cultura utilizada, de acordo com (Souza e Lobato, 2004).

Tal efeito pode ser explicado devido a planta ter uma exigência a ser cumprida é o que aconteceu quando se utilizou a dosagem 0%, em que o mesmo encontra-se adequado para a cultura e ao utilizar outras dosagens a cima e/ou abaixo estamos disponibilizando algo além do necessário, bem como, em doses baixas acarreta em sintomas de deficiência de P, como mostra o trabalho realizado por (GRANT, 2001), no qual em experimento com dosagens de fósforo chegou nos seguintes resultados, diminuição na altura da planta, atraso na emergência das folhas e redução na brotação e desenvolvimento de raízes secundárias, na produção de matéria seca e na produção de sementes.

A resposta a adubação de fósforo depende, dentre outros fatores, da disponibilidade do mesmo no solo e de condições climáticas, falta de chuva dificulta a absorção do mesmo, um ponto que pode ser considerado para não termos respostas satisfatórias com as outra dosagens, tendo em vista que a maior parte do P no solo se move até as raízes da planta mais por difusão que por fluxo de massa.

Como o movimento do P do solo por difusão até as raízes é restrito, a difusão geralmente é considerada como o fator mais limitante na absorção de P pelas plantas. Ou seja, a falta de chuva pode ter contribuído, fazendo com que aquele fósforo colocado a lanço não chegasse de forma efetiva a planta, o que implica nos resultados obtidos com diferentes dosagens.

Tabela 3. Comprimento de entrenós e índice relativo de clorofila (IRC) em função de doses de fósforo. Chapadão do Sul – MS, safras 2023/2024.

Faixa de P	Comp. entrenós	ICR (u.cm ⁻²)
0	4,77 a	37,87 b
50	4,60 a	39,38 ab

75	3,77 b	40,53 ab
100	3,41 b	41,60 a

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Conforme apresentado na Tabela 4, houve efeito significativo das faixas de fósforo para o número de vagens e o número de grãos, indicando influência da adubação fosfatada sobre esses componentes de produção. No entanto, não houve efeito significativo para massa de 100 grãos e produtividade. O fator tratamento, referente à inoculação, coinoculação e reinoculação com bactérias promotoras de crescimento vegetal, não influenciou significativamente nenhuma das variáveis avaliadas. Da mesma forma, a interação Faixa P × Tratamento não foi significativa, demonstrando ausência de resposta conjunta entre a adubação fosfatada e os tratamentos biológicos.

Tabela 4. Análise de variância para os dados de massa de 100 grãos, número de vagem, número de grãos e produtividade. Chapadão do Sul – MS, safras 2023/2024.

F.V.	G.L	100 grãos	N. vagem	N. Grãos	Produtividade
Bloco	2	0,49	328,12	2438,2	153876
FaixaP	3	0,53	554,18*	5781,2*	1193132
Erro a	6	0,27	110,16	717,5	1312240
Tratamento	4	0,33	445,06	2519,7	834028
Erro b	8	0,65	234,6	1243,3	907768
faixaP*Tratamento	12	0,42	497,91	1783,9	1191940
Erro c	24	0,47	744,25	3417	1455299
CV 1 (%)		3,65	7,12	8,59	22,23
CV 2 (%)		5,65	10,40	11,31	18,49
CV 3 (%)		4,81	18,52	18,76	23,41

FV - Fonte de variação; GL – Graus de liberdade; CV - Coeficiente de variação; *, - Significativo e ns, não significativo em $P \leq 0,05$ e $P \leq 0,01$, respectivamente, pelo teste F.

As doses de fósforo influenciaram significativamente o número de vagens e o número de grãos (Tabela 5). Para o número de vagens, a maior média foi observada na ausência de aplicação de fósforo, com 153,27 vagens, diferindo da dose 50, que apresentou a menor média, com 138,80 vagens. As doses 75 e 100 apresentaram valores intermediários, com 148,27 e 148,73 vagens, respectivamente, não diferindo estatisticamente das demais doses. Para o número de grãos, verificou-se comportamento semelhante, com maior média na dose 0, correspondente a 337,67 grãos, e menor média na dose 50, com 290,80 grãos. As doses 75 e 100 também apresentaram desempenho intermediário. Esses resultados sugerem que as faixas de fósforo alteraram componentes produtivos, como número de vagens e número de grãos, mas sem efeito estatisticamente significativo sobre a produtividade final nas condições avaliadas. As literaturas disponíveis (MENDES et. al., 2022; GUIMARÃES et al., 2023; SANDINI et. Al., 2024; OLIVEIRA et al., 2025) sugerem que a disponibilidade de fósforo geralmente promove aumentos significativos tanto nos componentes

produtivos quanto na produtividade final, e não apenas nos componentes de forma isolada. Tal explicação se dá pelo fato de a planta já atingir sua exigência de fósforo, haja em vista que a 0% o mesmo encontra-se em níveis adequados suprindo a necessidade inicial ou por uma possível incompatibilidade das cepas utilizadas com a cultivar de soja utilizada (98R30CF conkesta), como observado também por Oliveira et al., 2025.

Tabela 5. Número de vagem e número grãos em função de doses de fósforo. Chapadão do Sul – MS, safras 2023/2024.

Faixa P	Num. vagem	Num. grãos
0	153,27 a	337,67 a
50	138,8 b	290,80 b
75	148,27 ab	312,80 ab
100	148,73 ab	305,07 ab

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Conclusão

Os consórcios biológicos e a adubação fosfatada estudados alteraram o número e o comprimento de entrenós, o índice relativo de clorofila, o número de vagens e o número de grãos por planta, mas sem reflexo significativo no teor de N e produtividade de grãos da soja.

Os estudos indicam a necessidade de novos estudos para aprimorar o uso de inoculantes associados ao manejo fosfatado em sistemas sustentáveis de produção.

DECLARAÇÃO DE USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA

Declaramos que, durante a elaboração do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado “Coinoculação de *Bacillus sp.* e *Azospirillum brasilense* e adubação fosfatada no crescimento, nutrição e produtividade sustentável da soja”, foram utilizadas ferramentas de Inteligência Artificial Generativa como apoio acadêmico, conforme detalhado a seguir:

Ferramenta	Empresa responsável	Versão ou data de acesso	Finalidade detalhada	Seção do trabalho em que foi aplicada
Consensus	Consensus AI Inc.	Acessado em maio de 2026	Utilizado para encontrar e explorar artigos científicos relevantes relacionados ao tema do trabalho, contribuindo para o levantamento inicial de evidências científicas e organização da revisão bibliográfica.	Introdução com revisão de literatura
ChatGPT	OpenAI	GPT-5.5 Thinking, acessado em maio de 2026	Utilizado para refinamento do tema, apoio à construção da hipótese de pesquisa e auxílio à redação acadêmica, com posterior revisão crítica pelos autores.	Introdução, resultados e discussão, conclusão e referências bibliográficas
Claude	Anthropic	Claude Sonnet 4.6, acessado em maio de 2026	Utilizado para síntese de artigos científicos e análise crítica do texto, auxiliando na organização das ideias, interpretação textual e aprimoramento da argumentação acadêmica.	Introdução, resultados e discussão, conclusão e referências bibliográficas

Os autores declaram que revisaram integralmente o conteúdo produzido com apoio das ferramentas de Inteligência Artificial Generativa, verificaram a adequação científica, técnica e ética das informações utilizadas, e assumem total responsabilidade pela versão final do trabalho, incluindo sua originalidade, precisão, integridade acadêmica, interpretação dos resultados, citações e referências bibliográficas.

Referências Bibliográficas

BRUINSMA, G. M. W.; CARVALHO, I. R.; SANGIOVO, J. P.; PRADEBON, L. C.; WATANABE, L. F. M.; MEIRELES, L. G.; SILVA, T. A. da. **Desempenho de bactérias promovendores do crescimento da soja em função de fertilizantes químicos.** CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES, [S. l.], v. 17, n. 7, p. e8306, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.7-151. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/8306>. Acesso em: 29 maio. 2026.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2025/26, 8º levantamento.** Brasília: Conab, maio 2026. v. 13, n. 8. ISSN 2318-6852. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 22 jun. 2026.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3ª ed. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 306 p. 2013.

GONZAGA, T. O. D.; SILVA FILHO, A. S.; SILVA, V. L. **Bradyrhizobium and azospirillum interaction in soybean cultivars (Glycine Max (L.) Merrill) and their effects on productivity.** Scientific Electronic Archives, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 60–66, 2020. DOI: 10.36560/1312020864.

GRANT, C. A; FLATEN, D. N. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta.** In: Informações Agronômicas, 95, Piracicaba, setembro 2001. POTAFÓS, p.1-5.

GUIMARÃES, Vanessa Faria; KLEIN, Jaqueline; FIORI-TUTIDA, Angela Cristina Garcia; SILVA, Carlos Henrique da; BENETT, Katia Seidel; BENETT, Cleiton Gredson Sabin. **Promoção de crescimento e solubilização de fósforo por *Bacillus megaterium* e *Bacillus subtilis*, via inoculação de sementes, associado à adubação fosfatada, na cultura da soja.** *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, Curitiba, v. 21, n. 9, p. 11516-11551, 2023.

MENDES, Wesly Dias; MANDUCA SOBRINHO, Carlos Aires; MARTINS, Warlyton Silva; MURAIISHI, Cid Tacaoca; SOUZA, Murilo Pereira de; ADAMS, Guilherme Santos; SILVA, Ildiran Miranda da; OLIVEIRA, Amanda Gomes de; PEREIRA, Deusdelia Dias; CARVALHO, Lucas Costa de. **Efeito de bactérias solubilizadoras de fósforo na cultura da soja no Brasil: revisão de literatura.** *Research, Society and Development*, Vargem Grande Paulista, v. 11, n. 16, e65111637828, 2022. DOI: 10.33448/rsd-v11i16.37828.

OLIVEIRA, J. L. de; COSTA, L. L.; MORAES, E. R. de. **Desempenho da soja e disponibilidade de fósforo remanescente em resposta à aplicação de *Bacillus megaterium*.** *Caderno Pedagógico*, [S. l.], v. 22, n. 8, p. e17374, 2025. DOI: 10.54033/cadpedv22n8-185. Disponível em: <https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/17374>. Acesso em: 23 jun. 2026.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. 2. ed. São Paulo: Editora Unesp, 2020. 416 p.

SANDINI, Itacir Eloi; GATO, Isabela Martins Bueno; SANDINI, Anthony Hasegawa; NAKATANI, André Shigueyoshi. **O *Azospirillum brasilense* pode compensar parte da adubação fosfatada na cultura da soja através da promoção de crescimento vegetal?** *Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana*, Curitiba, v. 22, n. 2, p. 14974-14998, 2024. DOI: 10.55905/oelv22n2-126.

SILVA D, QUEIROZ A D. 2002. **Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. 3rd Edn. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2ª ed. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.