



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL



ANDRÉ RICARDO SOUZA FACCHINI

**PLANTAS DE COBERTURA ANTECEDENDO A CULTURA DO FEIJÃO EM
ÁREA COM E SEM FOSFITO**

CHAPADÃO DO SUL-MS
2025

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

ANDRÉ RICARDO SOUZA FACCHINI

**PLANTAS DE COBERTURA ANTECEDENDO A CULTURA DO FEIJÃO EM
ÁREA COM E SEM FOSFATO**

Orientador: Prof. Dr. Cassiano Garcia Roque

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.

CHAPADÃO DO SUL-MS
NOVEMBRO/2025



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTOR: **André Ricardo Souza Fachini.**

ORIENTADOR: **Prof. Dr. Cassiano Garcia Roque.**

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

Prof. Dr. Cassiano Garcia Roque
Presidente da Banca Examinadora e Orientador

Prof. Dr. Everton da Silva Neiro
Membro da Banca Examinadora

Eng. Agr. Welen Lorraine Souza Silva
Membro da Banca Examinadora

Chapadão do Sul, 07 de novembro de 2025.

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Welen lorraine souza silva, Usuário Externo**, em 07/11/2025, às 14:07, 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 **Cassiano Garcia Roque, Professor do Magisterio Superior**, em 07/11/2025, às 14:11, 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.](#)

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Everton da Silva Neiro, Professor do Magisterio Superior**, em 07/11/2025, às 14:13, 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.](#)



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 **6024538** e o código CRC **F149DA04**.

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

Referência: Processo nº 23455.000799/2025-58
nº 6024538

SEI

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, pela força, sabedoria e saúde que me sustentaram ao longo desta caminhada.

Agradeço à minha família, pelo apoio incondicional, compreensão e incentivo em todos os momentos, mesmo nos mais difíceis.

Expresso minha gratidão ao meu professor e orientador, Cassiano Garcia Roque, pela dedicação, paciência, orientação e confiança, que foram fundamentais para a realização deste trabalho.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para esta conquista, deixo aqui o meu muito obrigado.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. MATERIAL E MÉTODOS	5
2.1. Descrição da área.....	5
2.2. Histórico da área.....	7
2.3. Implantação do experimento	8
2.4. Manejo Fitossanitário.....	9
2.5. Avaliações agronômicas	10
2.6. Análise estatística.....	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
4. CONCLUSÃO.....	16
5. REFERÊNCIAS	16

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
01.	Características químicas e granulométricas do solo na área experimental com e sem Fosfito anterior à semeadura do experimento nas camadas de 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m respectivamente.....	6
02.	Resumo da análise de variância para os tratamentos (com e sem fosfito) em função das variáveis analisadas.....	10

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
01.	Precipitação e temperaturas médias durante o período de condução do experimento na safra de 2024/2025 para a cultura da soja, fonte: INOVAGRI (2025).....	7
02.	Ilustração da disposição das parcelas e dos tratamentos a campo....	8
03.	Comparação de médias para Número de grãos do feijão com e sem aplicação de fosfíto.....	11
04.	Comparação de médias para Altura de Plantas (AP) do feijão com e sem aplicação de fosfíto.....	12
05	Comparação de médias para Altura de Inserção da Primeira Vagem (AI) do feijão com e sem aplicação de fosfíto.....	14
06	Comparação de médias para Número de Nós Reprodutivos (NR) do feijão com e sem aplicação de fosfíto.....	14
07	Comparação de médias para Peso de 1000 do feijão com e sem aplicação de fosfíto.....	15

RESUMO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é de grande importância socioeconômica e nutricional no Brasil, sendo a principal fonte de proteína vegetal. Apesar dos avanços tecnológicos, o cultivo ainda enfrenta desafios de sustentabilidade, como degradação do solo e mudanças climáticas. O uso de plantas de cobertura e de fontes de fósforo, incluindo fosfitos — considerando que o fósforo é um dos nutrientes mais limitantes à produção —, destaca-se como prática conservacionista que melhora a fertilidade e a qualidade do solo, favorece o sequestro de carbono e aumenta o rendimento do feijoeiro e das culturas subsequentes. Este estudo visou avaliar os efeitos de diferentes espécies de plantas de cobertura e da aplicação de fosfito sobre o crescimento e a produtividade do feijoeiro. O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus de Chapadão do Sul em um Latossolo Vermelho Amarelo de textura argilosa, os tratamentos consistiram em diferentes coberturas de solo e adubação com e sem fosfito. Os resultados demonstraram que a aplicação de fosfito não proporcionou benefícios agrônômicos ao cultivo do feijão, podendo inclusive ter limitado o desempenho das plantas em diferentes fases de desenvolvimento, apenas o Peso de 1000 grãos obteve um resultado positivo com a aplicação de fosfito. São necessários mais estudos para entender como o fosfito se comporta no metabolismo das plantas e como interage com outros nutrientes, especialmente o fósforo. Além disso, as pesquisas sobre as plantas de cobertura devem ser estendidas para que se possam obter efeitos positivos.

PALAVRAS-CHAVE: feijoeiro, adubação verde, produtividade.

ABSTRACT

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is of great socioeconomic and nutritional importance in Brazil, being the main source of vegetable protein. Despite technological advances, its cultivation still faces sustainability challenges, such as soil degradation and climate change. The use of cover crops and phosphorus sources, including phosphites, considering that phosphorus is one of the most limiting nutrients for production—stands out as a conservation practice that improves soil fertility and quality, favors carbon sequestration, and increases the yield of common beans and subsequent crops. This study aimed to evaluate the effects of different cover crop species and phosphite application on the growth and productivity of common beans. The experiment was conducted at the Federal University of Mato Grosso do Sul, Chapadão do Sul campus, in a clayey Red-Yellow Latosol. The treatments consisted of different soil covers and fertilization with and without phosphite. The results demonstrated that the application of phosphite did not provide agronomic benefits to bean cultivation and may even have limited plant performance at different stages of development; only the 1000-grain weight showed a positive result with phosphite application. Further studies are needed to understand how phosphite behaves in plant metabolism and how it interacts with other nutrients, especially phosphorus. In addition, research on cover crops should be expanded to obtain positive effects.

KEYWORDS: beans, green manure, productivity.

1. INTRODUÇÃO

Presente na mesa de setenta por cento da população brasileira, o feijão tem grande contribuição para a segurança alimentar dado a sua composição orgânica (Wander, 2018). Além de seu valor nutricional, a cultura do feijão possui notável importância social e econômica, sendo uma fonte de renda crucial para a agricultura familiar e gerando empregos no campo.

O Brasil está entre os maiores produtores, consumidores e importadores mundiais de feijão.). Segundo Heinemann *et al.*, (2023), a produção anual se aproxima de três milhões de toneladas, destinada majoritariamente ao consumo interno. Apesar da produção crescente com aumento de 30% em termos de produtividade, impulsionada por avanços tecnológicos, a área de plantio tem diminuído 39%, e a cadeia produtiva enfrenta desafios (NOTÍCIAS AGRÍCOLAS, 2024) e alguns fatores podem influenciar negativamente o rendimento do feijoeiro, como fatores climáticos (temperatura), de solo e de manejo.

Do ponto de vista agrônomo, o feijoeiro é uma cultura de ciclo curto, geralmente entre 60 e 100 dias, pode ser cultivado em três safras durante o ano, sendo a primeira a safra “das águas” (verão); a segunda, safra “da seca”; e a terceira chamada de safra de inverno. (MAPA, 2018), o que permite sua inserção em sistemas de cultivo intensivos. No entanto, é uma planta exigente quanto às condições edafoclimáticas e sensível ao déficit hídrico, o que a torna vulnerável (Ferreira; Lobo Junior, 2025). O manejo da cultura enfrenta desafios fitossanitários significativos, como a incidência de doenças fúngicas (antracnose, mofo-branco, ferrugem), bacterianas e o ataque de pragas como a mosca-branca, que podem comprometer severamente a produtividade.

A busca por práticas de manejo que otimizem o desenvolvimento da planta e a eficiência no uso de recursos é, portanto, fundamental para a sustentabilidade do cultivo. Nesse contexto, o uso de plantas de cobertura surge como uma estratégia agrícola sustentável e promissora. Cultivadas principalmente nos períodos de entressafra, essas plantas, também conhecidas como adubos verdes, são fundamentais no sistema de plantio direto, protegendo o solo contra a erosão e a lixiviação de nutrientes (Lima filho *et al.*, 2023).

Seus benefícios são amplos e incluem a melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, como o aumento do teor de matéria orgânica, a descompactação promovida pelo sistema radicular e a regulação da temperatura do solo.

Além disso, a palhada formada pelas plantas de cobertura atua como uma barreira física, suprimindo a germinação e o desenvolvimento de plantas daninhas, e pode interromper o ciclo de pragas e doenças (Lima filho *et al.*, 2023).

Um dos efeitos mais notáveis das plantas de cobertura é sua capacidade de influenciar a ciclagem de nutrientes. Gramíneas, como as braquiárias, são eficientes na produção de biomassa, enquanto leguminosas, como as crotalárias, fixam biologicamente o nitrogênio atmosférico, disponibilizando-o para a cultura sucessora e reduzindo a necessidade de fertilizantes sintéticos. A combinação de várias espécies (mix de plantas) pode aumentar esses benefícios (Toledo *et al.*, 2019). Pesquisas sugerem que a palhada de braquiárias pode elevar a altura e a quantidade de vagens do feijoeiro. Algumas espécies de cobertura também exercem efeitos alelopáticos, liberando compostos que podem tanto inibir quanto promover o crescimento da cultura principal. A escolha correta da planta de cobertura, considerando seus efeitos na supressão de plantas daninhas, no fornecimento de nutrientes e na melhoria geral do solo, é, portanto, um fator decisivo para otimizar os aspectos agrônômicos e a produtividade do feijoeiro (Toledo *et al.*, 2019).

Dentre os fatores que interferem na produtividade do feijoeiro, a disponibilidade de nutrientes é uma das mais limitantes. Quando olhamos do ponto de vista dos nutrientes, o fósforo (P) é um dos mais críticos, sendo frequentemente deficiente em solos tropicais e subtropicais, o que impacta diretamente o crescimento e a produtividade das plantas (Oliveira *et al.*, 2014).

Nesse contexto, o uso de fosfito (Phi), um sal do ácido fosforoso (H_3PO_3), tem emergido como uma alternativa promissora para otimizar a nutrição e a proteção das plantas. Diferente do fosfato (Pi), que é a forma de fósforo prontamente assimilável e utilizada pelas plantas em processos metabólicos, o fosfito possui uma valência de P menor (+3) em comparação com o fosfato (+5) (Thao *et al.*, 2009). Essa diferença estrutural confere ao fosfito propriedades únicas, permitindo que atue não apenas como uma fonte de fósforo, mas também como um bioestimulante e um indutor de resistência a patógenos (Gómez-Merino *et al.*, 2015).

A importância do fosfito na agricultura moderna reside em sua capacidade de influenciar múltiplos aspectos fisiológicos e bioquímicos das plantas. Como fonte de fósforo, o fosfito pode ser absorvido pelas raízes e folhas, sendo translocado via xilema e floema. Embora sua conversão direta em fosfato dentro da planta seja limitada, especialmente em condições de alta disponibilidade de fosfato, o fosfito pode ser oxidado a fosfato por microrganismos do solo, tornando-o indiretamente disponível para a planta

(McDonald *et al.*, 2001)

Além de seu papel nutricional, os benefícios mais notáveis do fosfito estão relacionados à sua ação como bioestimulante e indutor de resistência. Estudos demonstram que o fosfito pode promover o crescimento vegetal, aumentar a tolerância a estresses ambientais (como seca e salinidade) e melhorar a qualidade dos frutos (Li *et al.*, 2025).

O uso de fosfito na cultura do feijão pode contribuir significativamente para a sustentabilidade e a rentabilidade da produção. Além disso, a melhoria na eficiência do uso de nutrientes e a promoção do crescimento podem levar a um aumento da produtividade e da qualidade dos grãos, mesmo em solos com baixa disponibilidade de fósforo (Contento *et al.*, 2021).

Conforme Ávila *et al.*, (2013) a aplicação de fosfito requer um manejo cuidadoso. A dose, o método e a época de aplicação, bem como a cultivar de feijão e as condições edafoclimáticas, podem influenciar a resposta da planta. Alguns estudos indicam que altas concentrações de fosfito ou sua aplicação em condições específicas podem, em alguns casos, inibir o crescimento ou a produtividade, sugerindo a necessidade de otimização das práticas de manejo. A interação entre os nutrientes, por exemplo, é complexa, e a presença de fosfito pode, por vezes, interferir na absorção e utilização do fosfato (Áraujo *et al.*, 2013).

O cultivo de plantas de cobertura antecedendo o feijoeiro, em conjunto com a aplicação de fosfito, resulta em um efeito sinérgico que melhora significativamente o desempenho agrônômico da cultura, em comparação com o cultivo sem essas práticas. Deste modo o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico do feijoeiro com e sem aplicação de fosfito em sucessão de plantas de cobertura.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição da área

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal de Mato do Grosso do Sul, município de Chapadão do Sul, estado de Mato Grosso do Sul, por uma safra, com as coordenadas geográficas 18°46'13,4" s e 52°37'19,8" w e altitude de 819 m. O clima da região segundo a classificação de Koppen é tipo AW, com concentrações maiores de chuva no verão e o inverno submetido a períodos de seca, com precipitação média anual de 1.850 mm e umidade relativa média anual de 64,8%,

apresenta temperatura média anual variando de 13°C a 28°C (MATO GROSSO DO SUL, 2020).

Os dados pluviométricos durante a condução dos experimentos constam na Figura 1. Observa-se que as chuvas ocorreram de forma irregular ao longo do período, com picos esporádicos de precipitação mais intensa, chegando a valores próximos de 70–80 mm em dias isolados. No entanto, a maior parte do período apresentou chuvas diárias baixas, muitas vezes inferiores a 10 mm.

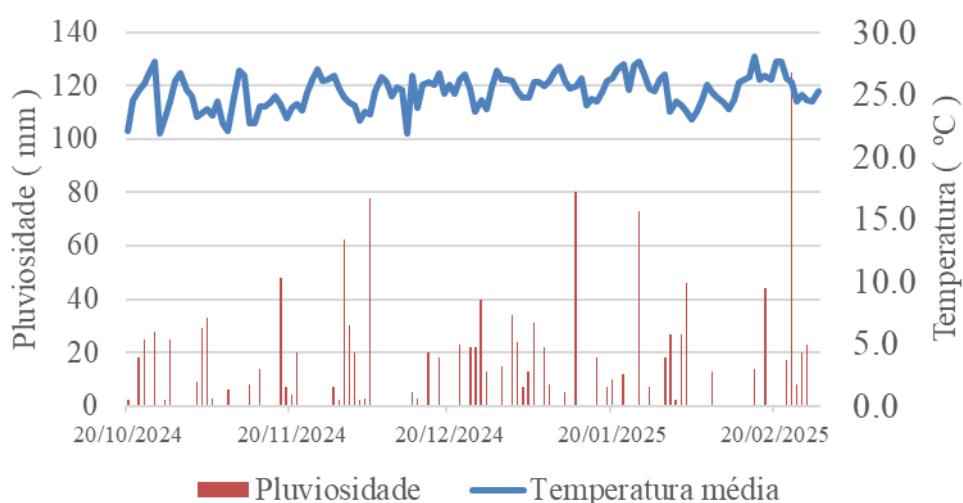


Figura 1. Precipitação e temperaturas médias durante o período de condução do experimento na safra de 2024/2025 para a cultura da soja, fonte: INOVAGRI, (2025).

Estima-se que a precipitação acumulada no período esteja em torno de 450–500 mm. A linha azul demonstra relativa estabilidade, com temperaturas médias diárias variando entre aproximadamente 24 °C e 28 °C, com poucos desvios. A média geral para o período é próxima de 26 °C. A exigência hídrica normal do feijão fica na faixa de 300 a 500 mm de água bem distribuída ao longo do ciclo, com maior sensibilidade à falta de água nas fases de florescimento e enchimento de vagens, sendo a pluviosidade incidente ao longo do ciclo da cultura suficiente.

O solo da área experimental utilizada para a condução do experimento classificado como Latossolo Vermelho Amarelo (Santos *et al.*, 2018) de textura argilosa, com composição granulométrica de 49,5% de argila, 48% de areia e 2,5% de silte. A coleta de solo para análise foi realizada em 10/05/2024. A caracterização química do solo foi realizada nas profundidades de 0,0–0,20 e 0,20–0,40 m (Tabela 1).

Tabela 1. Características químicas e granulométricas do solo nas áreas experimentais com e sem Fosfito anterior à semeadura do experimento nas camadas de 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m respectivamente.

Prof	P	M.O	P	K	Ca	Mg	Al	H+A l	SB	t	T	V
(m)	Resina mg/dm ₃	g dm ⁻³	Melich mg/dm ₃	-----cmol _c dm ⁻³ -----								%
Com aplicação de Fosfito (Phi)												
0,0- 0,20	31,13	30,59	23,35	0,35	3,81	0,84	0,06	4,72	5,00	5,06	9,72	51,44
0,20- 0,4	15,49	21,10	4,83	0,15	2,27	0,59	0,09	5,03	3,01	3,1	8,04	37,44
Sem aplicação de fosfito (Phi)												
0,0- 0,20	27,94	28,90	16,59	0,30	3,74	0,75	0,07	4,68	4,79	4,86	9,47	50,58
0,20- 0,4	8,50	21,10	3,72	0,15	2,32	0,58	0,09	5,03	3,05	3,14	8,08	37,75
Prof	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na	Argila	Sil te	Areia	pH	
(m)	-----			mg/dm ⁻³	-----			-----	g/dm ³	-----	CaCl ²	
												-
Com aplicação de Fosfito (Phi)												
0,0- 0,20	6,40	0,39	1,21	53,68	15,57	5,24	4,44	495	25	480	5,2	
0,20- 0,4	14,49	0,28	0,99	64,05	6,64	2,44	2,72	520	25	455	4,8	
Sem aplicação de fosfito (Phi)												
0,0- 0,20	6,71	0,37	1,38	53,03	14,18	5,51	6,18	495	25	480	5,2	
0,20- 0,4	3,83	0,28	1,01	65,44	7,19	2,82	3,83	520	25	455	4,8	

Os teores de fósforo, avaliados pelos métodos de Mehlich e resina, apresentaram classificação alta na camada superficial (0,0–0,20 m) e baixa (Mehlich) ou adequada (resina) na camada de 0,20–0,40 m, tanto nos tratamentos com aplicação de fosfito quanto nos tratamentos sem fosfito. Os níveis de potássio foram considerados altos na camada de 0,0–0,20 m e adequados em 0,20–0,40 m para ambos os tratamentos. Em relação aos micronutrientes, o boro apresentou teores médios nas duas profundidades em todas as condições. Já os teores de cobre, ferro, manganês e zinco, determinados por Mehlich, foram classificados como altos nas duas camadas, independentemente da aplicação de fosfito.

2.2. Histórico da área

Em setembro de 2021 foi realizado o preparo convencional de solo para incorporação de calcário visando elevar a saturação de bases para 50% (utilizando calcário com PRNT 90%). Logo após a área foi dividida em duas áreas: área I, com aplicação fosfato natural (Phi) contendo as concentrações de 8,23, 11,43, 0,46 e 36,78 %

de P_2O_5 total, CaO total, MgO total e SiO_2 , respectivamente, na dose de 2000 kg/ha^{-1} baseado na recomendação do fabricante e na Area II sem aplicação de Phi. Em agosto de 2022 foi se realizada novamente aplicação de Phi na dose de 2000 kg/ha^{-1} a lanço superficial baseado na recomendação da empresa.

Em 25/02/2023 foi realizada pré semeadura do *Stylosanthes spp.*(E) a lanço e logo após foi realizada a semeadura do milho em linhas (híbrido 30R520VYH) consorciado com plantas de cobertura em áreas com aplicação de Fosfito (Phi) e em áreas sem aplicação de Fosfito (Phi). Os tratamentos consistiram de milho solteiro; milho com *Urochloa brizantha* cv. Piatã (P); milho com *Stylosanthes spp.*(E); milho com *Urochloa Ruzizienses* (R); milho com *Urochloa Ruzizienses* (R) e *Stylosanthes spp.* (E); e milho com *Urochloa brizantha* cv. Piatã (P) e *Stylosanthes spp.* A colheita do milho ocorreu em 28/07/2023, permanecendo as plantas de cobertura na área, as quais foram dessecadas em fevereiro de 2024. No início de março de 2024 foram semeadas novamente as plantas de cobertura, nas mesmas parcelas com as dimensões de $14 \times 6 \text{ m}$ (84 m^2) e manejadas até o mês de outubro, quando houve a dessecação. Em 2 de novembro de 2024 foi semeado o Feijão avaliado neste trabalho, sobre as parcelas das plantas de coberturas.

2.3.Implantação do experimento

Na implementação da cultura do feijão, semeado no dia 02 de novembro, foi utilizada a cultivar de feijão-comum BRS Estilo, no espaçamento de 0,50 m entre linhas, com população de 318 mil sementes por hectare. As sementes foram tratadas seguindo as recomendações de 4 mL/Kg de sementes para ambos os produtos utilizados BioEnergy, No-Nema e Tricho-Turbo, além de grafite agrícola.

O delineamento experimental adotado foi o de parcela subdividida, em que a parcela foi considerada a aplicação com e sem fosfito, e a subparcela as parcelas das plantas de cobertura. Foram realizadas quatro repetições dentro de cada manejo de adubação. O croqui da área experimental está na Figura 2.

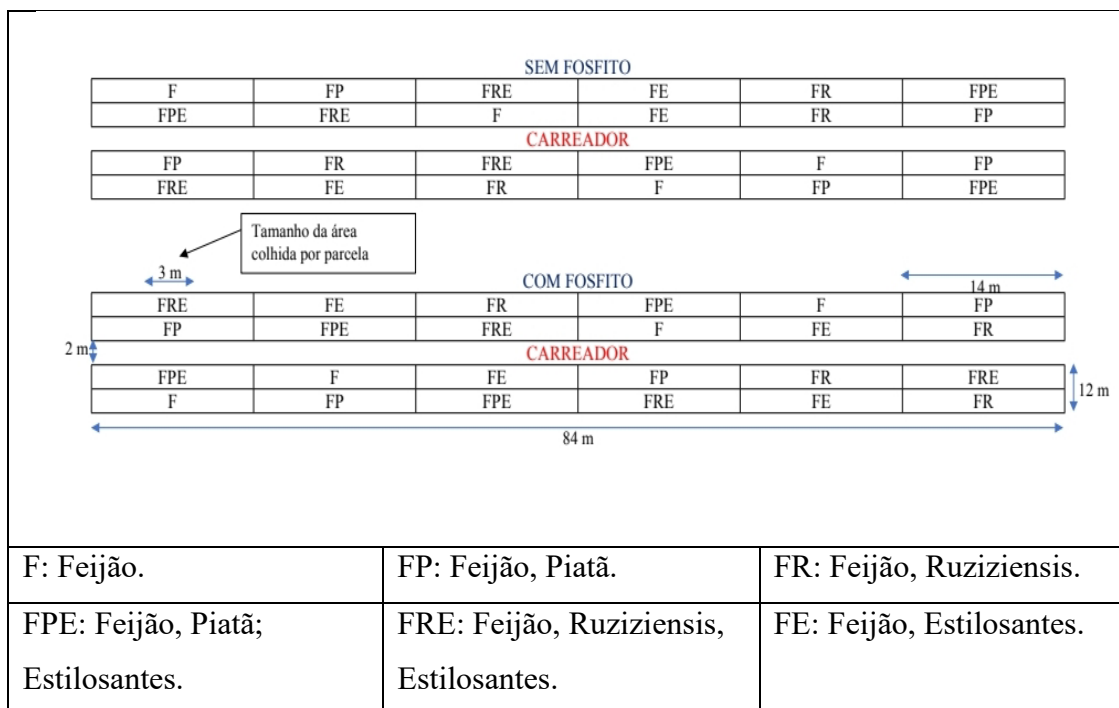


Figura 2. Ilustração da disposição das parcelas e dos tratamentos a campo.

A adubação de base foi composta pela aplicação de 20 kg/ha⁻¹ de nitrogênio (N), 30 kg/ha⁻¹ de P₂O₅ e 70 kg/ha⁻¹ de K₂O. Para o fornecimento do nitrogênio inicial, utilizou-se 44,44 kg ha⁻¹ de ureia com teor de 46% de N. O fósforo foi aplicado na forma de superfosfato simples (SS), com 18% de P₂O₅, sendo utilizados 166,66 kg/ha⁻¹, apenas nas parcelas sem aplicação de fosfito. Já o potássio foi fornecido por 93,33 kg/ha⁻¹ de cloreto de potássio (KCl), com 60% de K₂O. No total, a fórmula utilizada na semeadura nas áreas sem fosfito correspondeu a 305 kg/ha⁻¹ de fertilizantes. Ressalta-se que, para as áreas com aplicação de fosfito, não foi utilizado superfosfato simples, visando avaliar a interação entre fosfito e a atividade de solubilizadores biológicos.

2.4 Manejo Fitossanitário

As aplicações de defensivos, adjuvantes e bioestimulantes foram realizadas em área experimental conforme cronograma de manejo previamente estabelecido, utilizando vazão de 180 L ha⁻¹. No manejo inicial, por hectare, aplicaram-se 4 kg de WG, 1 L de Fusilade e 0,5 L de óleo mineral (Quid Oil). Em 05/11/2024, foi realizada a aplicação de pré-emergente com Diquat na dose de 1,4 L ha⁻¹ antes da emergência do feijão. Em 14/11/2024, utilizaram-se os herbicidas Connect (1,0 L ha⁻¹) e Verdict Max (0,2 L ha⁻¹), acompanhados de adjuvante (150 mL/ha⁻¹). No dia 28/11/2024, foi realizada a aplicação de Basagran (1,2 L ha⁻¹), Ampligo (0,2 L ha⁻¹) e do adjuvante Join (0,2 L ha⁻¹). Em 06/12/2024, aplicaram-se Bioamino Extra (0,5 L ha⁻¹), Tricho Turbo (0,2 L ha⁻¹) e

Bioenergy (0,25 L ha⁻¹). Por fim, em 11/12/2024, realizou-se a aplicação de Connect (1,0 L ha⁻¹) e EssenzAmino (1,5 L ha⁻¹).

2.5. Avaliações agronômicas

A colheita foi realizada em 02/02/2025, coletando-se quatro linhas de 3 m em cada parcela. No dia seguinte (03/02/2025), iniciaram-se as avaliações parcelares, contemplando: número de grãos (G), altura de planta (AP) — medida da base até o último nó com o auxílio de uma trena graduada em centímetros —, número de nós (N), altura de inserção (AI) — também obtida com trena graduada em centímetros —, número de nós reprodutivos (NR), número de vagens (VG) e peso de 100 grãos. Para a determinação da massa de 1000 grãos, utilizou-se balança analítica com precisão de 0,001 g, sendo os valores corrigidos para 13% de umidade. Em seguida, calculou-se a produtividade total de cada parcela (PROD, kg/ha⁻¹), igualmente corrigida para 13% de umidade.

2.6. Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância com 5% de probabilidade pelo teste F, no software Rbio (Bhering e Teodoro, 2021). Constatada diferença significativa, foi procedida a comparação de médias utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 consta a análise de variância onde é observado que não houve interação significativa para nenhuma das variáveis analisada.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para os tratamentos (com e sem fosfito) em função das variáveis analisadas.

FV	GL	G	AP	AI	N	NR	VG	PESO DE 1000	PROD
Bloco	3	260.01 ^{ns}	206.4 ^{ns}	26.35 ^{ns}	58.24 ^{ns}	7.74 ^{ns}	26.08 ^{ns}	1318.8*	99256 ^{ns}
Tratamento	1	2433.90*	3290.1*	73.26*	589.40 ^{ns}	58.08*	82.16 ^{ns}	5418.8*	187017 ^{ns}
Erro 1	3	222.55	112.9	5.58	70.98	2.06	8.457	24.3	27784
C		300.08 ^{ns}	177.1 ^{ns}	29.64 ^{ns}	36.20 ^{ns}	7.19 ^{ns}	27.97 ^{ns}	227.1 ^{ns}	20338 ^{ns}
TRAT x C	5	298,4 ^{ns}	142.3 ^{ns}	13.21 ^{ns}	45.39 ^{ns}	4.40 ^{ns}	8.04 ^{ns}	153.8 ^{ns}	47381 ^{ns}
Erro 2	30	388.33	118.2	16.59	61.65	7.45	17.78	501.5	54792
CV1 (%)		16.58	14.16	9.64	20.40	11.09	14.88	2.09	7.04
CV2 (%)		21.90	14.48	16.62	19.01	21.04	21.58	9.53	9.88
Média		88.60	74.79	23.67	40.07	13,01	19,44	237,70	2298,59

^{ns} e *: não significativo e significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente; FV: fontes de variação; GL: graus de liberdade; CV: coeficiente de variação; G: Grãos; AP: Altura de Planta; AI: Altura de Inserção; N: Número de Nós; NR: Nó Reprodutivo; VG: Vagem; PROD: Produtividade.

Quando analisado os fatores separadamente verifica-se que houve significância da influência dos tratamentos (com e sem fosfite), para as seguintes variáveis: número de grãos (G), altura de planta (AP, cm), altura de inserção (AI, cm), número de nós reprodutivos (NR), peso de 1000 grãos.

A falta de efeito significativo sobre as demais variáveis especialmente o número de vagens (VG) pode ser explicado devido a falta de chuvas em dezembro, durante a floração, pode ter causado estresse hídrico, afetando a formação de vagens. A retomada das chuvas em janeiro pode ter ajudado no enchimento dos grãos, mas o estresse anterior pode limitar o potencial produtivo o que pode ter interferido na produtividade final.

Apesar da utilização de plantas de cobertura no sistema de cultivo, não foi constatada influência significativa desse manejo sobre as variáveis agronômicas avaliadas. Este resultado é consistente com o estudo de Hill *et al.*, (2016) sobre o impacto das culturas de cobertura na disponibilidade de nitrogênio e feijão seco em um sistema orgânico, onde também não foi verificado influência no rendimento do feijão de forma significativa.

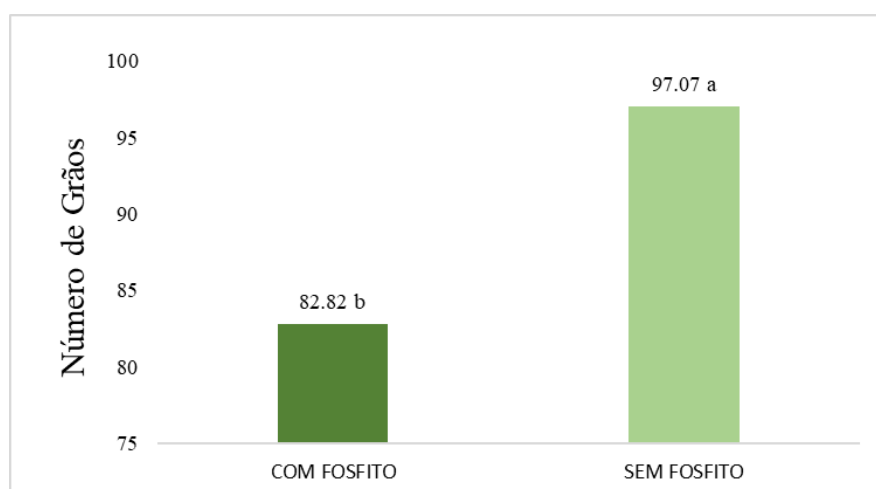
Essa ausência de efeito pode ser atribuída, principalmente, ao tempo reduzido de adoção do manejo onde efeito residual das coberturas é muito curto para manifestar diferenças expressivas na cultura sucessora o que resultou em baixos teores de matéria seca das coberturas acumuladas, implicando em aporte reduzido de matéria orgânica ou nutrientes disponíveis. Os benefícios agronômicos e edáficos advindos do uso de plantas de cobertura, como o aumento da matéria orgânica, melhoria na estrutura do solo e maior disponibilidade de nutrientes, especialmente o fósforo, ocorrem de forma gradativa e acumulativa, sendo mais expressivos após ciclos prolongados de cobertura vegetal contínua, geralmente acima de cinco anos (Koudahe *et al.*, 2022).

A falta de efeito significativo das plantas de cobertura nos aspectos agronômicos do feijão não invalida a prática, mas ressalta a necessidade de ajustes técnicos, como a seleção de espécies com decomposição rápida (crotalárias ou feijão-guandu), manejo adequado da palhada e integração com fertilizantes minerais. Contextos específicos de solo, clima e manejo devem ser considerados para maximizar os benefícios.

Dessa forma, os resultados obtidos destacam a relevância da persistência e

continuidade no manejo de coberturas vegetais, a fim de que os benefícios esperados se solidifiquem ao longo do tempo e possam interagir de maneira significativa com outras práticas agronômicas, como a adubação.

De maneira geral, os tratamentos sem aplicação de fosfito apresentaram desempenho superior para a maioria das variáveis avaliadas. O número de grãos por planta, por exemplo, foi 14,68% maior na ausência do fertilizante, sugerindo que o uso do fosfito pode ter interferido negativamente na formação ou retenção de estruturas reprodutivas (Figura 3). Tradicionalmente, o fosfito (H_2PO_3^-) é conhecido por sua ação fungicida e por ser uma fonte de fósforo, embora sua assimilação como nutriente seja menos eficiente que a do fosfato (H_2PO_4^-).



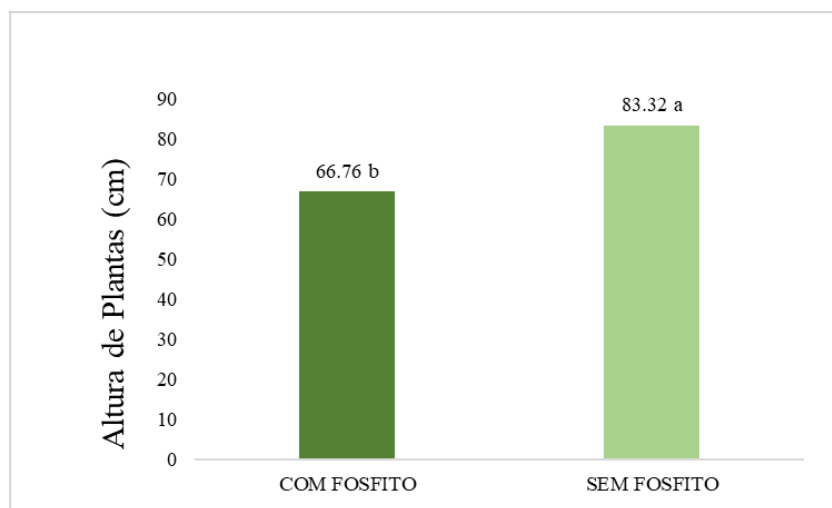
Letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 3. Comparação de médias para Número de grãos (G), do feijão com e sem aplicação de fosfito.

Uma redução significativa no número de grãos por vagem no tratamento com fosfito é um resultado importante, pois impacta diretamente a produtividade final. Esse resultado fortalece a suposição de que o fosfito pode ter causado um efeito prejudicial no desenvolvimento reprodutivo do feijoeiro nas condições deste estudo. A competição entre fosfito e fosfato pode ter comprometido a disponibilidade de fósforo para processos essenciais de formação e enchimento de grãos. Ávila *et al.*, (2012) e Araújo *et al.*, (2013) observaram que o fosfito não substitui o fosfato na nutrição da planta e pode até diminuir a produtividade de grãos em condições de baixa disponibilidade de fósforo, o que pode ser um indicativo de que, mesmo em condições de aparente suficiência, a presença de fosfito pode interferir negativamente.

A altura de planta (Figura 4) também foi significativamente maior nos tratamentos sem fosfito, com incremento de quase 19,88% em comparação aos tratamentos com

adubação fosfatada o que indica que a ausência de fosfito promoveu um maior desenvolvimento em altura das plantas de feijão. A maior altura das plantas no tratamento sem fosfito pode ser explicada por uma possível toxicidade ou desequilíbrio nutricional induzido pelo fosfito, ou por uma resposta compensatória da planta na falta de um elemento que poderia estar utilizando de maneira ineficiente. É provável que, dadas as condições particulares deste experimento, o fosfito tenha funcionado mais como um inibidor do que como um estimulador de crescimento em altura.

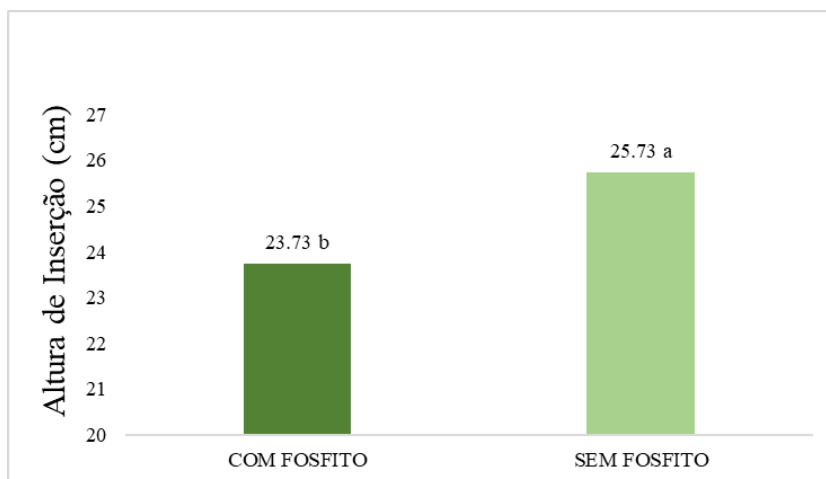


Letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 4. Comparação de médias para Altura de Plantas (AP), do feijão com e sem aplicação de fosfito.

No entanto, a literatura também aponta que o fosfito, embora seja uma fonte de fósforo, não é totalmente capaz de substituir o fosfato na nutrição fosfatada da planta, e em algumas situações, pode até mesmo inibir o crescimento quando o fósforo está em níveis adequados no solo (Araújo *et al.*, 2013). Esse resultado pode estar relacionado à interferência do fosfito na regulação do crescimento vegetativo, possivelmente por limitar a absorção de fósforo, com já mencionado anteriormente (Li *et al.*, 2025).

A altura de inserção da primeira vagem (AI) foi também superior nos tratamentos sem fosfito, sendo 2 cm maior (Figura 5).

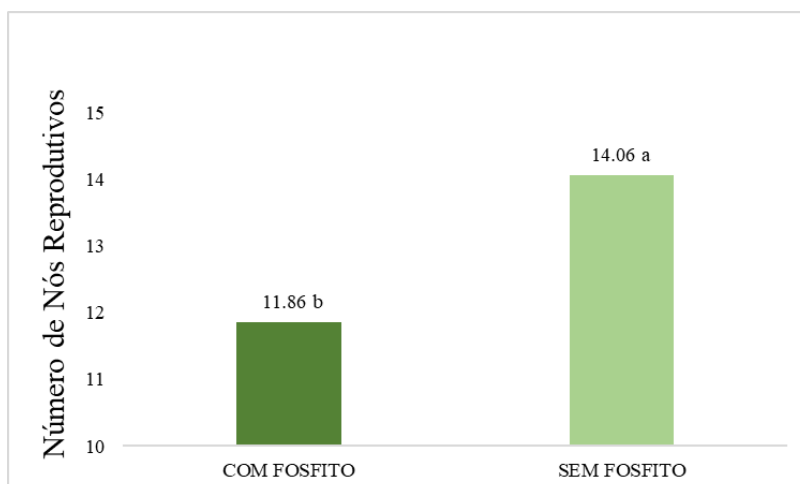


Letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 5. Comparação de médias para Altura de Inserção da Primeira Vagem (AI), do feijão com e sem aplicação de fosfito.

Este resultado pode estar associado ao papel do fosfito como modulador do crescimento vegetal. Segundo Carvalho et al., (2018), o fosfito pode alterar o balanço hormonal e metabolicamente direcionar a planta para investir em mecanismos de defesa em detrimento de características relacionadas ao crescimento vertical. Isso explicaria a menor altura de inserção da primeira vagem nas plantas tratadas com fosfito, pois o composto poderia induzir uma resposta de 'encurtamento' dos entrenós ou priorizar a alocação de recursos para a produção de compostos de defesa. Ademais esse parâmetro tem relevância prática, uma vez que está associado à mecanização da colheita e à arquitetura da planta, podendo impactar diretamente a eficiência operacional (Scher, 2024).

O número de nós reprodutivos (NR) (Figura 6) seguiu a mesma tendência, com aumento médio de 2,2 nós nas plantas não submetidas ao uso de fosfito.



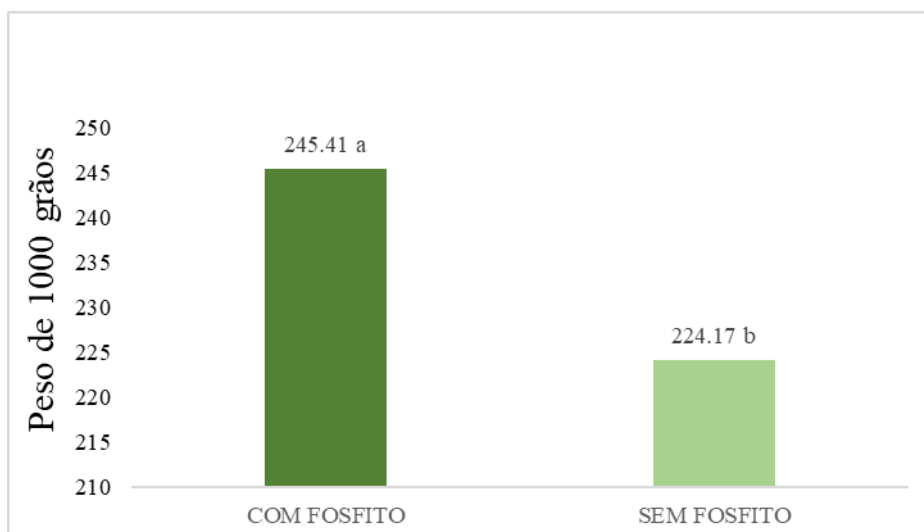
Letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 6. Comparação de médias para Número de Nós Reprodutivos (NR) do feijão com e sem aplicação de fosfito.

Este resultado sugere que, embora o número total de nós não tenha sido alterado, a proporção de nós que se desenvolveram em estruturas reprodutivas foi maior na ausência de fosfito. Conforme Contendo *et al.*, 2021 isso pode indicar um redirecionamento de energia da planta para o crescimento vegetativo em detrimento do reprodutivo quando o fosfito é aplicado, ou uma toxicidade sutil do fosfito que afeta a diferenciação dos nós reprodutivos

Esse achado fortalece a ideia de que o uso de fosfito pode interferir nos processos fisiológicos ligados à transição do crescimento vegetativo para o reprodutivo.

Curiosamente, o Tratamento com fosfito apresentou um peso de 1000 grãos de 245.41 g, superior ao sem fosfito, que foi de 224.16 g evidenciado na Figura 7.



Letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 7. Comparação de médias para Peso de 1000 do feijão com e sem aplicação de fosfito.

Este é um resultado contrastante com as demais variáveis de produtividade, sugerindo que, embora o fosfito possa ter reduzido o número de grãos, os grãos produzidos sob sua influência foram mais pesados. Isso pode ser um mecanismo compensatório da planta ou um efeito direto do fosfito na translocação de fotoassimilados para os grãos, resultando em maior enchimento de grãos (Gómez Merino *et al.*, 2015).

4. CONCLUSÃO

O uso de plantas de coberturas não impactou no desempenho agrônomo do feijoeiro, a aplicação de fosfito não trouxe efeitos benéficos para os aspectos agrônomo do feijão pois reduziu a altura das plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de nós reprodutivos e número de grãos. O único que sofreu influência positiva da aplicação de fosfito foi o peso de 1000 grãos que foi superior com a aplicação de fosfito, indicando efeito qualidade dos grãos. A produtividade final não apresentou diferença, sugerindo efeito compensatório. Diante disto há necessidade de estudos adicionais para compreender melhor os mecanismos de ação do fosfito e sua interação com o ambiente, o genótipo e a escolha de espécies de cobertura no cultivo do feijão.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, J. L.; FAQUIN, V.; ÁVILA, F. W. Interação fosfito e fosfato no crescimento e na nutrição fosfatada do feijoeiro em solução nutritiva. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 2, p. 437-446, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/xK4V4hM396hLtBLWwmBk5Kz/?lang=pt>. Acesso em: 09 set. 2025.
- ÁVILA, F. W.; FAQUIN, V.; SILVA, D. R. G.; BASTOS, C. E. A. Phosphite as phosphorus source to grain yield of common bean plants grown in soils under low or adequate phosphate availability. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 36, n. 5, p. 505-513, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/tkCJCG9LtsnmzKj4fPB9TSf/?lang=en>. Acesso em: 13 set. 2025.
- Bhering, L.L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v.17: 187-190p, 2017.
- CARVALHO, M. E. A. *et al.* Phosphite-induced changes in the photosynthetic apparatus and antioxidant enzymes enhance resistance to *Pseudomonas syringae* pv. tomato in tomato plants. **Journal of Plant Physiology**, v. 231, p. 232-240, 2018.
- CONTENTO, F. M. **Mistura de fosfito de potássio com aminoácido visando o desenvolvimento inicial do feijão, pimentão e soja**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Repositório Biológico, [S.l.], 2021. Disponível em: http://repositoriobiologico.com.br/jspui/bitstream/123456789/1135/1/flavio_martinuzzo.pdf. Acesso em: 24 set. 2025.
- FERREIRA, A. W.; LOBO JUNIOR, M. Doenças do feijoeiro. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2025. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/producao/doencas>. Acesso em: 11 set. 2025.

GÓMEZ-MERINO, F. C. Biostimulant activity of phosphite in horticulture. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 82-90, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423815301990>. Acesso em: 15 set. 2025.

HILL, E. C.; RENNER, K. A.; SPRAGUE, C. L. Cover Crop Impact on Nitrogen Availability and Dry Bean in an Organic System. **Agronomy Journal**, v. 108, n. 1, p. 329-341, 2016.

KOUDAHE, K.; ALLEN, S. C.; DJAMAN, K. Critical review of the impact of cover crops on soil properties. *International Soil and Water Conservation Research*, v. 10, n. 3, p. 343-354, 2022.

LI, Z. *et al.* The functional mechanisms of phosphite and its applications in crop plants. **Frontiers in Plant Science**, v. 16, p. 1538596, 2025.

LI, Z. The functional mechanisms of phosphite and its application in agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 2025. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2025.1538596/full>. Acesso em: 06 set. 2025.

LIMA FILHO, O. F. de et al. Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. v. 2. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1153221/adubacao-verde-e-plantas-de-cobertura-no-brasil-fundamentos-e-pratica-volume-2>. Acesso em: 11 set. 2025.

MATO GROSSO DO SUL. Governo do Estado. Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul – SANESUL. *Caracterização geral do município: Chapadão do Sul*. Campo Grande: SANESUL, 2020. Disponível em: <http://www.epe.segov.ms.gov.br/wp-content/uploads/2020/01/19.-Chapad%C3%A3o-do-Sul.pdf>. Acesso em: 19 set. 2025.

MCDONALD, A. E.; GRANT, B. R.; PLAXTON, W. C. Phosphite (Phosphorous Acid): Its Relevance in the Environment and Agriculture and Influence on Plant Phosphate Starvation Response. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 24, n. 9, p. 1505-1519, 2001. DOI: 10.1081/PLN-100106017. Disponível em: <https://doi.org/10.1081/PLN-100106017>. Acesso em: 03 set. 2025.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Plano Nacional de Desenvolvimento da Cadeia do Feijão e Pulses. Brasília, DF: MAPA, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/plano-para-aumentar-producao-de-feijao-e-pulses-e-lancado-no-mapa/cartilhafeijaobaixa.pdf>. Acesso em: 11 set. 2025.

NOTÍCIAS AGRÍCOLAS. Mesmo com 39% menos áreas plantadas, produtores de feijão no Brasil aumentam produção em 30%. Notícias Agrícolas, 22 out. 2024. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/feijao-e-graos-especiais/387288-mesmo-com-39-menos-areas-plantadas-produtores-de-feijao-no-brasil-aumentam-producao-em-30.html>. Acesso em: 08 set. 2025.

- OLIVEIRA, T. C. de. Desempenho agrônômico de cultivares de feijão comum em função da adubação fosfatada no sul do Estado do Tocantins. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 3, p. 119-127, jul./set. 2014. Disponível em: https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/download/2657/pdf_85/11948. Acesso em: 03 set. 2025.
- SANTOS, H. G. *et al.* **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.
- SCHER, I. M. **Correlações entre componentes de produtividade no feijoeiro**. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2024.
- SILVA, S. C. da; HEINEMANN, A. B. Clima. In: EMBRAPA. Agência de Informação Tecnológica. Cultivo do feijão – pré-produção. Brasília, DF: Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pre-producao/clima>. Acesso em: 19 set. 2025.
- THAO, H. T. B.; YAMAKAWA, T. Phosphite (Phi): a novel P fertilizer and growth regulator in horticultural crops. **Scientia Horticulturae**, v. 119, n. 1, p. 1-10, 2009.
- TOLEDO, C. N.; SILVA, N. C. D.; FLORENTINO, L. A.; REZENDE, A. V. Compostos alelopáticos em *Brachiaria* spp. e sua interação com bactérias diazotróficas associativas. **Revista Brasileira de Agroecologia**, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/341917911>. Acesso em: 11 set. 2025.
- WANDER, A. E. Socioeconomic aspects of common bean production, trade and consumption. In: CAMPOS-VEGA, R.; BASSINELLO, P. Z.; OOMAH, B. D. *Phaseolus vulgaris: Cultivars, Production and Uses*. New York: Nova Science Publishers, 2018. Cap. 3, p. 71–87. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=1110564&biblioteca=vazio&busca=71&qFacets=71&sort=&paginacao=t&paginaAtual=159>. Acesso em: 11 set. 2025.