



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS LAGOA DA CONFUSÃO
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

ANDRESSA GOMES DE SOUSA

DESENVOLVIMENTO INICIAL DO FEIJÃO MUNGO PRETO (*VIGNA MUNGO (L.)*
HEPPER) SUBMETIDO À ADUBAÇÃO FOSFATADA E À INOCULAÇÃO DE
SEMENTES

LAGOA DA CONFUSÃO
2026

ANDRESSA GOMES DE SOUSA

**Desenvolvimento inicial do feijão mungo preto (*Vigna mungo* (L.) Hepper)
submetido à adubação fosfatada e à inoculação de sementes**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do
Curso de Engenharia Agrônômica do *Campus* Lagoa da Confusão do
IFTO como parte dos requisitos para obtenção do título de bacharel
em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Edmar Vinicius de Carvalho

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

S725d Sousa, Andressa Gomes
 Desenvolvimento inicial do feijão mungo preto (*Vigna mungo* (L.)
 Hepper) submetido à adubação fosfatada e à inoculação de sementes /
 Andressa Gomes Sousa. – Lagoa da Confusão, TO, 2026.
 23 f.

 Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
 Agrônômica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
 Tocantins, Campus Lagoa da Confusão, Lagoa da Confusão, TO, 2026.

 Orientador: Dr. Edmar Vinicius de Carvalho

 1. Feijão mungo preto. 2. Adubação fosfatada. 3. Inoculante. I. Carvalho,
 Edmar Vinicius de. II. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Reitoria
Campus Lagoa da Confusão
Coordenação do Curso Superior em Engenharia Agrônômica

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “Desenvolvimento inicial do feijão mungo preto (*Vigna mungo* (L). Hepper) submetido à adubação fosfatada e à inoculação de sementes”

AUTORA: Andressa Gomes de Sousa

ORIENTADOR: Edmar Vinicius de Carvalho

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do
Tocantins, *Campus* Lagoa da
Confusão, como parte das exigências
para a conclusão do Curso de
Bacharelado em
Engenharia Agrônômica.

Aprovado em 26 de junho de 2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Edmar Vinicius de Carvalho
Orientador
IFTO/Campus Lagoa da Confusão

MSc. Karen Cristina Leite Silva
Membro
IFTO/Campus Lagoa da Confusão

Prof. Dr. João Paulo de Oliveira Santos
Membro
IFMT/Campus Confresa



Documento assinado eletronicamente por **João Paulo de Oliveira Santos, Usuário Externo**, em 26/06/2026, às 16:02, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Karen Cristina Leite Silva, Servidora**, em 26/06/2026, às 16:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Edmar Vinicius de Carvalho, Servidor**, em 26/06/2026, às 16:03, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **3235051** e o código CRC **D463E63B**.

Rua 02, Quadra 05A, Lote 01, Setor Lagoa da Ilha — CEP 77.493-000 — Lagoa da Confusão/TO
portal.iftto.edu.br — reitoria@iftto.edu.br

Referência: Processo nº
23235.013849/2026-32

SEI nº 3235051

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus, por me acompanhar em toda esta caminhada, concedendo-me força, equilíbrio e sabedoria para superar os desafios ao longo da minha formação acadêmica.

Aos meus pais, Antônio José e Maria José, expresso minha mais profunda gratidão pelo amor incondicional, pelo apoio constante e por toda a luta e sacrifícios realizados ao longo da vida para me proporcionar oportunidades e condições de estudo. Cada esforço, renúncia e incentivo foram fundamentais para a minha formação pessoal e acadêmica, sendo essenciais para que eu chegasse até aqui. Ao meu irmão, Gustavo Gomes de Sousa, agradeço pelo companheirismo, apoio e incentivo ao longo desta jornada, tornando os momentos difíceis mais leves e a caminhada mais motivadora.

Ao meu orientador, Professor Dr. Edmar Vinicius de Carvalho, agradeço pela dedicação, paciência e pelas valiosas orientações durante o desenvolvimento deste trabalho, que foram indispensáveis para a construção do conhecimento e para o aprimoramento desta pesquisa.

Aos professores e colaboradores do Instituto Federal do Tocantins (IFTO), Campus Lagoa da Confusão, agradeço pelo conhecimento transmitido, pela disponibilidade e pelo compromisso com o ensino, que contribuíram de forma significativa para minha formação.

Aos colegas de curso e amigos, agradeço pela convivência, apoio e parceria ao longo dessa trajetória, tornando o caminho mais leve e enriquecedor.

Por fim, agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho. Cada gesto de incentivo foi importante para esta conquista.

RESUMO

O feijão mungo preto (*Vigna mungo* (L.) Hepper) é uma leguminosa de importância agrícola devido ao seu elevado valor nutricional, capacidade de adaptação a diferentes condições ambientais e potencial de fixação biológica de nitrogênio quando associado a bactérias simbióticas. O fósforo é um dos nutrientes mais importantes para o desenvolvimento vegetal, atuando em processos relacionados à transferência de energia, crescimento radicular e formação de nódulos. Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento vegetativo de plantas de feijão mungo preto provenientes de sementes inoculadas e submetidas a diferentes doses de fósforo. O experimento foi conduzido no Instituto Federal do Tocantins (IFTO, *Campus* Lagoa da Confusão) utilizando substrato proveniente da área de Cerrado. O delineamento experimental foi composto por oito tratamentos distribuídos em quatro repetições. As avaliações incluíram índice de velocidade de emergência, altura de plantas, números de folhas, índice de clorofila, número de nódulos, comprimento de raízes e massa seca da parte aérea. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os resultados demonstraram que a inoculação e as doses de fósforo não influenciaram significativamente a maioria das variáveis de crescimento e desenvolvimento avaliadas. A quantidade de nódulos apresentou diferença significativa em função da inoculação e das doses de fósforo, com maiores médias com 150 kg ha⁻¹ (4,72 nódulos por planta) e 0 kg ha⁻¹ (5,43 nódulos por planta) de fósforo. Conclui-se que, nas condições do experimento, a inoculação e as doses de fósforo avaliadas exerceram influência limitada sobre o desenvolvimento vegetativo do feijão mungo preto, promovendo efeito apenas na formação de nódulos radiculares.

Palavras-chaves: Feijão mungo preto, adubação fosfatada, inoculante, cerrado.

ABSTRACT

Black mung (*Vigna mungo* (L.) Hepper) is an agricultural legume of importance due to its high nutritional value, ability to adapt to different environmental conditions, and potential for biological nitrogen fixation when associated with symbiotic bacteria. Phosphorus is one of the most important nutrients for plant development, playing a key role in energy transfer processes, root growth, and nodule formation. In this context, the present study aimed to evaluate the vegetative development of black mung bean plants derived from inoculated seeds and subjected to different phosphorus doses. The experiment was conducted at the Federal Institute of Tocantins (IFTO, Lagoa da Confusão Campus), using a substrate originating from a Cerrado area. The experimental design consisted of eight treatments arranged in four replications. Evaluations included germination speed index, plant height, number of leaves, chlorophyll index, number of nodules, root length, and shoot dry mass. The data were subjected to analysis of variance and, when significant, to tukey's test at 5% probability. The results showed that inoculation and phosphorus doses did not significantly influence most of the growth and development variables evaluated. The number of nodules showed a significant difference according to inoculation and phosphorus doses, with higher means at 150 kg ha⁻¹ (4.72 nodules per plant) and 0 kg ha⁻¹ (5.43 nodules per plant) of phosphorus. It is concluded that, under the conditions of this experiment, inoculation and the evaluated phosphorus doses had a limited influence on the vegetative development of black mung bean, affecting only root nodule formation.

Keywords: Black gram, phosphate fertilization, inoculant, cerrado.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Descrição dos tratamentos na avaliação do desenvolvimento inicial de feijão mungo preto com uso de sementes inoculadas ou não e quatro doses de fósforo.....

Tabela 2. Cronograma de execução das atividades do trabalho.....

Tabela 3. Materiais e custos estimados para a implantação do experimento.....

Tabela 4. Médias de altura de plantas (AP), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa seca (MS) do feijão mungo preto em função da inoculação e de doses de fósforo, avaliadas aos 14 e 28 dias após o plantio (DAP).....

Tabela 5. Valores médios de comprimentos de raiz (CR), quantidade de nódulos (QN) e clorofila total (CT14 e CT28) em feijão mungo preto sob inoculação e adubação fosfatada.....

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	
2 METODOLOGIA	
3 CRONOGRAMA	
4 ORÇAMENTO	
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	
6 CONCLUSÃO	
REFERÊNCIAS	
7 ANEXOS	

1 INTRODUÇÃO

O feijão mungo preto (*Vigna mungo*) é uma leguminosa cultivada em regiões tropicais e subtropicais, destacando-se pelo seu valor nutricional e pela capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas (Câmara *et al.*, 2021). As sementes apresentam elevado teor de proteínas, fibras, vitaminas e minerais, sendo empregadas na alimentação humana e animal (Epamig, 2020). Além disso, a cultura possui ciclo relativamente curto, característica que favorece sua inserção em sistemas de rotação e sucessão de culturas, contribuindo para a diversificação produtiva e para melhor aproveitamento das áreas agrícolas (Ibrafe, 2023; Câmara *et al.*, 2021).

Outro aspecto importante do feijão mungo preto (*Vigna mungo*) é sua capacidade de realizar a fixação biológica de nitrogênio por meio da associação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium*, reduzindo a necessidade de adubação nitrogenada e promovendo melhorias na fertilidade do solo (Hungria; Campo; Mendes, 2001). Além disso, a cultura apresenta potencial de cultivo no Cerrado brasileiro, especialmente quando associada ao manejo adequado de fósforo e ao uso de inoculantes, fatores que influenciam diretamente o desenvolvimento vegetativo, a nodulação e a produtividade das plantas (Novais; Smyth; Nunes, 2007).

O cultivo do feijão mungo preto apresenta potencial para a região de Lagoa da Confusão, Tocantins, por se tratar de uma leguminosa adaptada às condições do Cerrado, com ciclo curto, elevado valor nutricional e capacidade de fixação biológica de nitrogênio. Além disso, a cultura pode ser utilizada como alternativa para diversificação dos sistemas produtivos, especialmente em sucessão ou rotação de culturas, contribuindo para a melhoria da fertilidade do solo, redução dos custos com fertilizantes nitrogenados e maior sustentabilidade da produção agrícola. O crescente interesse do mercado nacional e internacional pelos grãos e brotos de feijão mungo preto reforça seu potencial econômico para produtores da região.

O fósforo é um macronutriente essencial ao crescimento e desenvolvimento das plantas, atuando em processos fisiológicos relacionados à transferência de energia, fotossíntese e respiração vegetal (Novais; Smyth; Nunes, 2007). Esse nutriente participa diretamente da formação de composto genéticos,

como DNA e RNA, além de estar associado à síntese de ATP, molécula responsável pelo armazenamento e transporte de energia nas células vegetais (Malavolta, 2006). O fósforo também exerce papel importante no crescimento radicular, desenvolvimento inicial das plantas e na formação de flores e sementes, sendo considerado indispensável para o adequado desempenho de culturas agrícolas de elevada produtividade (Raij, 2011).

No Cerrado, a disponibilidade de fósforo pode ser limitada devido à elevada capacidade de adsorção do nutriente pelos colóides do solo, reduzindo sua disponibilidade para absorção pelas plantas (Novais; Smyth; Nunes, 2007). A deficiência de fósforo compromete o crescimento vegetal, podendo reduzir o desenvolvimento radicular, retardar o estabelecimento inicial das plantas e limitar a formação de estruturas reprodutivas (Raij, 2011). Em leguminosas, níveis adequados desse nutriente também favorece a nodulação e a eficiência da fixação biológica de nitrogênio, uma vez que o fósforo participa de processos metabólicos ligados à transferência de energia necessária à atividade simbiótica entre planta e microrganismos (Hungria; Nogueira; Araujo, 2015).

Os inoculantes agrícolas consistem em produtos biológicos formulados com microrganismos benéficos, como bactérias e fungos, capazes de favorecer o crescimento vegetal e melhorar a fertilidade do solo. Entre os principais grupos utilizados na agricultura destacam-se as bactérias dos gêneros *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, amplamente empregadas em culturas leguminosas devido à sua capacidade de estabelecer simbiose com as raízes das plantas (Hungria; Campo; Mendes, 2007). Nesse processo ocorre a fixação biológica de nitrogênio (FBN), pela qual o nitrogênio atmosférico é convertido em formas assimiláveis pelas plantas, reduzindo a dependência de fertilizantes nitrogenados minerais e contribuindo para a sustentabilidade dos sistemas produtivos (Moreira; Siqueira, 2006). Além de favorecer a nutrição nitrogenada das plantas, a inoculação pode proporcionar incrementos no crescimento e na produtividade das culturas, promovendo benefícios econômicos e ambientais (Hungria; Campo; Mendes, 2007).

No cultivo do feijão mungo preto (*Vigna mungo*), a inoculação de sementes com bactérias fixadoras de nitrogênio constitui uma prática promissora para incremento do desempenho agrônômico da cultura (Hungria; Campo; Mendes, 2007). A associação simbiótica entre esses microrganismos e as raízes das

plantas favorece a formação de nódulos, promove maior desenvolvimento do sistema radicular e contribui para o crescimento vegetativo, em razão do fornecimento de nitrogênio por meio de fixação biológica (Moreira; Siqueira, 2006). Contudo, a eficiência desse processo é influenciada por diversos fatores, como as características físicas, químicas e biológicas do solo, as condições climáticas, a qualidade da inoculação e a disponibilidade de nutrientes essenciais (Hungria; Campo; Mendes, 2007).

Nesse contexto, o uso de inoculantes associado ao manejo adequado da fertilidade do solo apresenta potencial para aumentar a produtividade da cultura, reduzir a dependência de fertilizantes minerais e contribuir para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, especialmente nas condições do Cerrado brasileiro (Hungria; Nogueira; Araujo, 2015). Desta forma, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses de fósforo (0, 50, 100 e 150 kg/ha⁻¹), no desenvolvimento vegetativo do feijão mungo preto (*Vigna mungo*), proveniente de sementes com e sem inoculação.

2 METODOLOGIA

O trabalho foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), Campus Lagoa da Confusão, localizado no município de Lagoa da Confusão, região sul do estado do Tocantins. O município apresenta clima tropical, com estação chuvosa no verão e estação seca no inverno, temperaturas médias anuais entre 26 e 28 °C e precipitação média anual variando entre 1.500 e 1.800 mm (INMET, 2025), características típicas do bioma Cerrado. A semeadura foi realizada no dia 11 de abril de 2026. O experimento foi conduzido em bandejas com cada uma contendo 32 cédulas, totalizando 128 células, nas quais foi semeada uma semente por célula.

Foi realizada a caracterização química e granulométrica do solo da área experimental, a amostra foi coletada conforme os procedimentos recomendados para a análise de fertilidade e encaminhada a laboratório especializado.

Os resultados indicaram pH em água de 5,6, teor de fósforo de 121 mg dm, potássio de 170 mg dm, cálcio de 2,2 cmolc dm, magnésio de 1,4 cmolc dm, ausência de alumínio trocável, matéria orgânica 4,0 dag kg, capacidade de troca catiônica (CTCt) de 5,51 cmolc dm e saturação por bases de 71%. A análise granulométrica classificou o solo como textura média, constituído por 700 g kg de areia, 25 g kg de silte e 275 g kg de argila. Essas características representam as condições iniciais do solo utilizadas para a condução do experimento e para a interpretação dos efeitos da inoculação e da adubação fosfatada sobre o desenvolvimento do feijão mungo preto (*Vigna mungo*).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com oito tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de duas condições de inoculação das sementes e quatro doses de fósforo (Tabela 1), sendo: T1 - testemunha (inoculante e sem uso de fósforo); T2 - inoculante + 50 kg ha⁻¹ de fósforo; T3 - inoculante + 100 kg ha⁻¹ de fósforo; T4 - inoculante + 150 kg ha⁻¹ de fósforo; T5 - testemunha (sem inoculante e sem uso de fósforo); T6 - sem inoculante + 50 kg ha⁻¹ de fósforo; T7 - sem inoculante + 100 kg ha⁻¹ de fósforo; T8 - sem inoculante + 150 kg ha⁻¹ de fósforo. Cada parcela foi constituída por quatro células, com uso de uma semente por célula que tem dimensão 6 x 6 x 12 cm de largura, comprimento e profundidade, respectivamente.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos na avaliação do desenvolvimento inicial de feijão mungo preto com uso de sementes inoculadas ou não e quatro doses de fósforo

Tratamentos	Inoculante	Doses de fósforo (kg ha ⁻¹)
T1	Sim	0
T2	Sim	50
T3	Sim	100
T4	Sim	150
T5	Não	0
T6	Não	50
T7	Não	100
T8	Não	150

Fonte: autoria própria (2026).

Para a instalação do teste, o substrato foi coletado em uma área de cerrado, sem passar por processo de peneiramento. Após a coleta, o material foi adicionado em sacos e dividido em partes iguais, em seguida aplicado doses de fósforo em diferentes quantidades, sendo que os tratamentos 1 e 5 não receberam adição de fósforo; e os demais receberam as quantidades equivalentes às doses descritas na Tabela 1, com uso de superfosfato simples como fonte 21 % de fósforo.

Em relação às sementes, foram utilizadas sementes de feijão mungo preto (*Vigna mungo*), oriundas do lote 0003/2026 do arquivo do Laboratório de Análise de Sementes – (LAS-GDSM). Elas foram submetidas ao tratamento com inoculante utilizando o produto *Risobium Mungo Preto* (RMP), seguindo a dose recomendada pelo fabricante, que foi correspondente a 250 ml para cada 100 kg de sementes.

Após o preenchimento das bandejas com o substrato, realizou-se a semeadura no dia 11/04/2026. Após a semeadura, foi realizado monitoramento diário do experimento. A germinação das plântulas teve início no terceiro dia após o plantio, estendendo-se até o oitavo dia, com contagens diárias das plântulas emergidas para obtenção do índice de velocidade de emergência, segundo Maguire (1962).

A irrigação foi realizada diariamente, com frequência de uma vez por dia. O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente sempre que necessário, por meio da retirada das plantas invasoras presentes nas bandejas,

visando evitar a competição por água, luz e nutrientes e garantir o adequado desenvolvimento das plantas de feijão mungo preto durante o período experimental. Durante a condução do experimento, foi observada a ocorrência de lagarta-rosca nas plantas de feijão mungo preto. Para o controle da praga, foi realizada, em 05 de maio de 2026, uma aplicação do inseticida Lannate BR, cujo princípio ativo é o Metomil (Methomyl), na concentração de 215 g L^{-1} , seguindo a recomendação do fabricante, na dose de $1,0 \text{ L ha}^{-1}$, utilizando volume de calda equivalente a 100 L ha^{-1} .

A primeira avaliação foi realizada aos 14 dias após o plantio (DAP), em 24 de abril de 2026. Nessa ocasião, foram avaliadas as variáveis relacionadas ao desenvolvimento inicial do feijão mungo preto, incluindo altura de plantas, número de folhas e teor relativo de clorofila. A altura de plantas foi medida com auxílio de régua graduada, considerando a distância entre a superfície do substrato e o ápice da planta, com os resultados expressos em centímetros. O número de folhas foi obtido pela contagem das folhas completamente expandidas presentes em cada planta. O teor relativo de clorofila foi determinado utilizando um medidor portátil de clorofila, realizando-se as leituras em folhas completamente desenvolvidas das plantas.

A segunda avaliação foi realizada aos 28 dias após o plantio (DAP), em 09 de maio de 2026. Nessa etapa, foram repetidas as avaliações de altura de plantas, número de folhas e o teor relativo de clorofila. Além disso, foram realizadas as avaliações destrutivas para determinação do desenvolvimento radicular e da produção de biomassa das plantas. A nodulação foi avaliada por meio da contagem direta dos nódulos presentes no sistema radicular de cada planta. O comprimento da raiz principal foi determinado com auxílio de régua graduada, sendo os resultados expressos em centímetros. Após a coleta das plantas, as amostras da parte aérea foram acondicionadas em sacos de papel identificados e submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar a $65 \text{ }^{\circ}\text{C}$ até atingirem massa constante. Posteriormente, foram pesadas em balança de precisão para determinação da massa seca, sendo os resultados expressos em gramas.

Os dados obtidos nas avaliações realizadas aos 14 e 28 dias após o plantio (DAP) foram previamente submetidos a verificação dos pressupostos de normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias. Posteriormente, foi

realizada análise de variância (Teste f; $p < 0,05$), considerando o delineamento experimental em blocos casualizados, composto pela presença ou ausência de inoculante e por quatro doses de fósforo (0,50,100 e 150 kg ha⁻¹ de fósforo), com quatro repetições. Por fim, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

3 CRONOGRAMA

O cronograma de execução do presente trabalho foi elaborado com o objetivo de organizar as etapas necessárias para a condução do experimento, desde o planejamento inicial até a redação final do Trabalho de Conclusão de Curso. As atividades foram desenvolvidas entre os meses de março e junho de 2026, conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2. Cronograma de execução das atividades do trabalho durante o ano de 2026.

Atividades	Março	Abril	Maio	Junho
Revisão bibliográfica	X	X		
Planejamento experimental	X			
Aquisição e organização dos materiais	X	X		
Preparo do substrato e das bandejas		X		
Aplicação dos tratamentos e semeadura		X		
Condução e irrigação do experimento		X	X	
Avaliação da emergência e de altura de plantas (14 DAP)		X		
Avaliação da altura de plantas, clorofila total, comprimento de raízes, número de nódulos, massa seca (28 DAP)			X	
Organização dos dados			X	
Análise estatística dos dados			X	X
Interpretação dos resultados				X
Redação do TCC				X
Revisão e entrega da versão final				X

Fonte: Autoria própria, (2026).

4 ORÇAMENTO

Para a realização do experimento foram necessários materiais e insumos destinados à implantação, condução e avaliação das plantas de feijão mungo preto em bandejas. Embora os recursos utilizados tenham sido disponibilizados pela instituição de ensino, foi elaborado um orçamento estimado para demonstrar os custos envolvidos na execução do trabalho, conforme apresentado na Tabela 3.

Além dos custos relacionados à aquisição de insumos e materiais necessários para a condução do experimento, devem ser considerados os gastos indiretos associados à execução do trabalho. Esses custos incluem a mão de obra empregada nas atividades de implantação, condução e avaliação do experimento, eventuais bolsas de apoio destinadas a estudantes, bem como despesas referentes à utilização da infraestrutura da instituição, tais como laboratórios, equipamentos, água, energia e demais recursos necessários para o desenvolvimento das atividades. Embora nem sempre sejam contabilizados diretamente no orçamento apresentado, esses elementos representam investimentos importantes para a realização do trabalho.

Tabela 3. Materiais e custos estimados para a implantação do experimento.

Material	Unidade	Quantidade	Valor unitário (R\$)	Valor total (R\$)
Bandejas (32 células)	unidade	4	12,00	48,00
Sementes de feijão mungo preto	kg	1	30,00	30,00
Inoculante para leguminosas	embalagem	1	25,00	25,00
Fertilizante fosfatado	kg	2	10,00	20,00
Solo/substrato para preenchimento das bandejas	kg	20	1,00	20,00
Balde plástico para homogeneização do solo	unidade	1	20,00	20,00
Copos descartáveis para pesagem e mistura dos tratamentos	pacote	1	8,00	8,00
Etiquetas de identificação	unidade	40	0,20	8,00
Sacos de papel para acondicionamento das amostras	unidade	16	0,50	8,00
Materiais de limpeza	estimativa	1	20,00	20,00
Total				207,00

Fonte: Autoria própria (2026), com base em consultas realizadas nos sites Mercado Livre, Agrofyt e fornecedores de insumos agrícolas, em junho de 2026.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados da análise de variância demonstraram que não houve efeito significativo ($p > 0,05$) da inoculação das sementes, das doses de fósforo e da interação entre esses fatores para as variáveis altura de plantas aos 14 e 28 dias após o plantio (AP14 e AP28), índice de velocidade de emergência (IVE), massa seca da parte aérea (MS), comprimento de raízes (CR) e índice de clorofila total (CT14 e CT28).

Tabela 4. Médias de altura de plantas (AP), índice de velocidade de emergência (IVE) e massa seca (MS) do feijão mungo preto em função da inoculação e de doses de fósforo, avaliadas aos 14 e 28 dias após o plantio (DAP).

Inoculante	AP14 (cm)	AP28 (cm)	IVE	MS (g)
Presente	6,84 a	8,38 a	3,33 a	0,58 a
Ausente	6,39 a	8,46 a	3,12 a	0,53 a
Fósforo (kg ha ⁻¹)	AP14 (cm)	AP28 (cm)	IVE	MS (g)
0	6,55 a	8,14 a	3,08 a	0,56 a
50	6,66 a	8,51 a	3,24 a	0,55 a
100	6,26 a	8,28 a	3,39 a	0,55 a
150	7,00 a	8,74 a	3,19 a	0,57 a
CV	12,0%	14,97%	27,7%	13,6%

Fonte: autoria própria, (2026). CV = coeficiente de variação. Médias seguidas pela letra na coluna não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Valores médios de comprimentos de raiz (CR), quantidade de nódulos (QN) e clorofila total (CT14 e CT28) em feijão mungo preto sob inoculação e adubação fosfatada.

Inoculante	CR (cm)	QN	CT14	CT28
Presente	15,11 a	4,72 a	41,66 a	37,02 a
Ausente	15,24 a	4,34 b	41,0 a	37,19 a
Fósforo (kg ha ⁻¹)	CR (cm)	QN	CT14	CT28,
0	15,12 a	5,43 a	40,78 a	34,08 a
50	15,60 a	2,25 c	40,73 a	36,81 a
100	15,30 a	4,71 b	41,76 a	38,99 a
150	14,68 a	5,74 a	41,99 a	38,55 a
CV	7,3%	10,6%	3,8%	13,9%

Fonte: autoria própria, (2026). CV = coeficiente de variação. Médias seguidas por letras iguais, na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas por letras diferentes diferem estatisticamente.

Os resultados apresentados na Tabela 4 demonstram que a inoculação e as diferentes doses de fósforo não influenciaram significativamente a altura de plantas aos 14 e 28 dias após o plantio (DAP), índice de velocidade de emergência (IVE) e a massa seca (MS) do feijão mungo preto (*Vigna mungo*), uma

vez que não foram observadas diferenças estatísticas entre o tratamentos. Embora tenham ocorrido pequenas variações entre as médias, estas não foram suficientes para indicar o efeito dos fatores avaliados sobre o crescimento inicial da cultura.

Na Tabela 5, pode ser observado que o comprimento de raiz (CR) e os teores de clorofila total (CT14 e CT28) também não apresentam diferenças significativas em relação à inoculação e das doses de fósforo. Enquanto, a quantidade de nódulos (QN) foi influenciada pelos tratamentos. As plantas oriundas de sementes inoculadas apresentaram maior número de nódulos em relação às não inoculadas. Além disso, as doses de fósforo promoveram diferenças significativas para essa variável, sendo observadas as maiores médias nas doses de 0 e 150 kg ha⁻¹. Dessa forma, nas condições deste estudo, a inoculação e a adubação fosfatada influenciaram apenas a nodulação, não promoveram alterações significativas nas demais variáveis avaliadas.

A eficiência da fixação biológica de nitrogênio depende de fatores como temperatura, umidade e disponibilidade de nutrientes. Segundo Hungria et al. (2007), os benefícios da inoculação podem variar em função das condições edafoclimáticas e do manejo adotado. Em relação às doses de fósforo, este nutriente é essencial para processos relacionados à transferência de energia, crescimento radicular, divisão celular e estabelecimento inicial das plantas (Malavolta, 2006). Entretanto, quando o teor desse nutriente no solo já se encontra em níveis adequados, aumentos na adubação nem sempre resultam em incremento significativos no crescimento vegetal. De acordo com Novais *et al.* (2007), a resposta das culturas à adubação fosfatada depende diretamente da disponibilidade inicial do nutriente no solo e da capacidade de absorção das plantas.

Com relação a emergência de plântulas, ela é fortemente influenciada pela qualidade fisiológica das sementes e pelas condições ambientais, especialmente temperatura e umidade do solo, fatores que podem ter exercido maior influência que os tratamentos aplicados (Marcos filho, 2015).

A não influência dos tratamentos na massa seca pode estar relacionado ao curto período de avaliação, realizado até 28 DAP, fase em que os efeitos da fixação biológica de nitrogênio e do fósforo sobre o acúmulo de biomassa ainda podem não estar totalmente expressos (Hungria; Mendes, 2007; Taiz *et al.*, 2017).

De modo geral, os resultados indicam que, nas condições do experimento, os fatores avaliados não foram limitantes para o desenvolvimento inicial da cultura. Entretanto, os efeitos dos tratamentos podem ser mais evidentes em características relacionadas à nodulação, ao crescimento radicular e ao acúmulo de biomassa em estádios mais avançados de desenvolvimento (Hungria; Campo; Mendes, 2007; Taiz *et al.*, 2017; Raij, 2011).

Resultado semelhantes foram obtidos por Akello *et al.* (2022), que observaram, na cultura da soja, aumento do número de nódulos, da eficiência da fixação biológica de nitrogênio, da absorção de fósforo e da produtividade de grãos com a associação entre inoculação com *Bradyrhizobium* e doses adequadas de fósforo. Os autores destacam que a disponibilidade do nutriente favorece o estabelecimento da simbiose e potencializa a resposta das plantas ao inoculante.

Além disso, Ngosong *et al.* (2022) verificaram que a coinoculação com bactérias promotoras de crescimento vegetal e fungos micorrízicos arbusculares aumentou a atividade de fosfatases na rizosfera, favorecendo a disponibilidade de fósforo, a nodulação, e o crescimento da soja. Mais recentemente, estudos de Yao *et al.* (2022) demonstraram que a deficiência de fósforo reduz a atividade metabólica dos nódulos e compromete a fixação biológica de nitrogênio, reforçando a importância do manejo adequado desse nutriente para maximizar os benefícios da inoculação.

No comprimento de raiz (CR), as médias variaram de 14,68 a 15,60 cm entre as doses de fósforo e não diferiram estatisticamente. Esse resultado sugere que a disponibilidade de fósforo no solo foi suficiente para o desenvolvimento radicular das plantas, não havendo limitação nutricional capaz de promover respostas ao fertilizante. Segundo Malavolta (2006), embora o fósforo seja um nutriente fundamental para o crescimento das raízes, sua resposta pode ser conduzida quando o solo apresenta níveis adequados do elemento.

O número de nódulos (QN) foi a única variável que apresentou diferenças significativas entre os tratamentos. As plantas inoculadas apresentaram maior número de nódulos (4,72) em comparação às não inoculação (4,34), evidenciando que a inoculação favoreceu o estabelecimento da simbiose entre as bactérias fixadoras de nitrogênio e as raízes da cultura. Esse resultado está de acordo com Hungria *et al.* (2010), que relatam que a inoculação eficiente contribui para o

aumento da nodulação e para o processo de fixação biológica de nitrogênio.

Em relação às doses de fósforo, observou-se comportamento diferenciado para a variável QN. A dose de 150 kg/ha⁻¹ apresentou a maior média de nódulos (5,74), seguida pela testemunha sem fósforo (5,43), enquanto a dose de 50 kg ha⁻¹ resultou na menor nodulação (2,25). Esses resultados indicam que a respostas da nodulação ao fósforo não ocorreu de forma linear. O fósforo participa diretamente do metabolismo energético da planta e do processo de formação e funcionamento dos nódulos, porém sua eficiência depende de fatores como disponibilidade do nutriente, características do solo e interação com os microrganismos presentes na rizosfera (Moreira e Siqueira, 2006).

Os teores de clorofila total avaliados aos 14 e 28 dias após o plantio não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos. As médias permaneceram próximas entre si, variando de 40,73 a 41,99 para CT14 e de 34,08 a 38,99 para a CT28. A ausência de resposta significativa sugere que tanto a inoculação quanto a adubação fosfatada não alteraram o estado nutricional das plantas a ponto de refletir na síntese de pigmentos fotossintéticos. De acordo com Taiz *et al.* (2017), a clorofila está diretamente associada à disponibilidade de nitrogênio e ao metabolismo fotossintético, porém incrementos na nodulação nem sempre resultam em aumentos imediatos nos teores de clorofila, especialmente durante os estádios iniciais de desenvolvimento da cultura.

6 CONCLUSÃO

A inoculação e as diferentes doses de fósforo influenciaram parcialmente o desenvolvimento inicial do feijão mungo preto. Apenas o número de nódulos apresentou diferenças significativas em função dos tratamentos, com maiores números de nódulos com uso de 150 kg ha^{-1} (4,72 nódulos por planta) e 0 kg ha^{-1} (5,43 nódulos por planta) de fósforo.

Dessa forma, conclui-se que a inoculação e as doses de fósforo avaliadas apresentaram efeito limitado sobre o desenvolvimento inicial do feijão mungo preto, influenciando significativamente apenas a nodulação das plantas durante o período experimental.

REFERÊNCIAS

AKELLO, M. et al. Aggrandizing soybean yield, phosphorus use efficiency and economic returns under phosphatic fertilizer application and inoculation with *Bradyrhizobium*. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 22, 2022. DOI: 10.1007/s42729-022-00985-8.

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elementos da natureza e propriedades dos solos**. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

BRANDÃO JUNIOR, O.; HUNGRIA, M. Efeito de doses de inoculante turfoso na fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 3, p. 527-535, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832000000300006>. Acesso em: 29 maio 2026.

CÂMARA, J. A. S. et al. **Uma pulse chamada feijão-mungo**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2021. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 29 maio 2026.

EPAMIG – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DE MINAS GERAIS. **Epamig lança cultivares de feijão mungo-verde que agradam mercado externo**. Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <https://www.epamig.br>. Acesso em: 29 maio 2026.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. *A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja*. Londrina: Embrapa Soja, 2007.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R. J.; MENDES, I. C. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2001. Acesso em: 29 maio 2026.

HUNGRIA, M.; NOGUEIRA, M. A.; ARAÚJO, R. S. Soybean seed coinoculation with *Bradyrhizobium* spp. and *Azospirillum brasilense*: a new biotechnological tool to improve yield and sustainability. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, p. 811-817, 2015.

IBRAFE – INSTITUTO BRASILEIRO DO FEIJÃO E PULSES. **Tudo sobre feijão-mungo**. 2023. Disponível em: <https://www.ibrafe.org/artigo/tudo-sobre-feijao-mungo>. Acesso em: 29 maio 2026.

Instituto Nacional de Meteorologia. Normais Climatológicas do Brasil (1991–2020). Brasília, DF: INMET, [2025]. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em: 3 jul. 2026.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Londrina:

ABRATES, 2015.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006.

NGOSONG, C. et al. Inoculating plant growth-promoting bacteria and arbuscular mycorrhizal fungi modulates rhizosphere acid phosphatase and nodulation activities and enhances soybean productivity. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, 2022. DOI: 10.3389/fpls.2022.934339.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo. In: NOVAIS, R. F. et al. (org.). **Fertilidade do solo**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 471-550.

RAIJ, B. van. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

YAO, Y. et al. Nitrogen fixation capacity and metabolite responses to phosphorus in soybean nodules. **Symbiosis**, v. 88, p. 21-35, 2022.

7 ANEXOS

Anexo A – Laudo da análise química e granulométrica do solo da área experimental.



Laboratório de Análises Agrícolas do Tocantins Ltda.

Rua Engenheiro Bernardo Sayão, nº 1.271 (Ant. Rua 09)

CNPJ: 17.985.831/0001-62

CEP: 77.405-150 - Centro

Gurupi - TO

Fone: (63) 3313-2683

Laudo de Análise Solo

Laudo Nº 4624/2026

Solicitante: ANDRESSA GOMES DE SOUSA

Proprietário: ANDRESSA GOMES DE SOUSA

Propriedade: IFTO

Cultura:

Entrada: 14/07/2026

Gerado: 16/07/2026

Município: Lagoa da Confusão - TO

Convênio: PARTICULAR



Número Sellar		38839							
Identificação da Amostra		AMOSTRA 01							
Determinação	Unidade								
pH Água	-								
pH CaCl ₂	-	5,6							
P Total	%								
P meh	mg.dm ⁻³	36,2							
P resina									
S-SO ₄ ⁻²		16							
K		121							
K	cmol _c .dm ⁻³	0,31							
Ca		2,2							
Mg		1,4							
Al		0,00							
H+Al		1,60							
M.O.	dag.kg ⁻¹	4,0							
C.O.		2,3							
B	mg.dm ⁻³	0,16							
Cu		0,7							
Fe		170							
Mn		5,3							
Zn		0,8							
SB	cmol _c .dm ⁻³	3,91							
CTC _T		5,51							
CTC _t		3,91							
V		71							
m	%	0							
Ca/T		40							
Mg/T		25							
K/T		6							
Ca/Mg		1,6							
Ca/K		7,1							
Mg/K		4,5							
Análise Granulométrica									
Argila	g.kg ⁻¹	275							
Silte		25							
Areia Total		700							
Classificação		Média							
Tipo de Solo (MAPA)		2							

Extratores:
P, K : Mehlich 1;
Cu, Fe, Mn e Zn: DTPA;
Ca, Mg e Al: KCl 1M;
S: Fosfato monobásico de Cálcio;
B: Água quente;
P(Res): Resina;

Simbologia:
CTC_e = CTC efetiva
C.O. = Carbono Orgânico total
V% = Sat. Bases
m% = Sat. Alumínio
Conversão de unidades:
mg.dm⁻³ = ppm
dag.kg⁻¹ = %

Observações:
-O laboratório não responsabiliza por interpretações dos resultados das análises.
-Este laudo não tem fins jurídicos.
-Após 45 dias todas as amostras serão descartadas.
-Tipo de análise (MAPA) de acordo com a instrução normativa nº2, de 9 de outubro de 2008(*).

Weberson Ribeiro
Responsável Técnico
CREA/CRQ: 124003422