

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

AUGUSTO FERREIRA BATISTA

**INOCULAÇÃO DE AMENDOIM COM SOLUBILIZADORES DE FOSFATO E
FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES**

CHAPADÃO DO SUL-MS

2026

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

AUGUSTO FERREIRA BATISTA

**INOCULAÇÃO DE AMENDOIM COM SOLUBILIZADORES DE FOSFATO E
FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES**

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.

Orientador: Profa. Dra. Meire Aparecida Silvestrini Cordeiro

**CHAPADÃO DO SUL-MS
2026**



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTOR: **Augusto Ferreira Batista-**

ORIENTADORA: **Profa. Dra. Meire Aparecida Silvestrini Cordeiro.**

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.

Profa. Dra. Meire Aparecida Silvestrini Cordeiro
Presidente da Banca Examinadora e Orientador

Profa. Dra. Elisângela de Souza Loureiro
Membro da Banca Examinadora

Prof.Dr. Sebastião Ferreira de Lima
Membro da Banca Examinadora

Chapadão do Sul, 12 de junho de 2026.

NOTA
MÁXIMA
NO MEC

UFMS
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Meire Aparecida Silvestrini Cordeiro, Professora do Magistério Superior**, em 15/06/2026, às 15:33, 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 **Elisângela de Souza Loureiro, Professora do Magistério Superior**, em 15/06/2026, às 18:56, 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 **Sebastião Ferreira de Lima, Professor do Magistério Superior**, em 16/06/2026, às 10:55, 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](#).

Certificado 6466970 SEI 23455.000463/2026-76 / pg. 1



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 **6466970** e o código CRC **DD011DF1**.

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 23455.000463/2026-76

SEI nº 6466970

AGRADECIMENTOS

Agradeço, em primeiro lugar a Deus, por me conceder saúde, sabedoria, força e consolo em cada momento da faculdade e em toda minha vida.

Ao meu pai, Agnaldo Crispim Batista, e à minha mãe, Evelin Cristina Ferreira, por seus apoios em cada instante desta trajetória, por me incentivarem nos momentos mais difíceis e darem luz quando eu estava desacreditado. Expresso aqui minha gratidão e paixão a todos meus familiares que sempre me apoiaram.

Aos amigos que fiz durante a jornada acadêmica, por sempre me auxiliarem, seja com palavras, trocas de conhecimento ou com momentos de descontração.

A minha namorada, Emanoeli Faustino Oliveira, por estar comigo em cada momento de dificuldade, por ser a paz quando eu me encontrava em trevas, por ser luz quando eu não a enxergava e por me orientar quando eu me perdia.

A minha orientadora, Meire Aparecida Silvestrini Cordeiro, que nunca poupou esforços para me auxiliar, que sempre me apoiou em todos os projetos e pelos ensinamentos.

Ao grupo Pet Agroflorestal, que me forçou a desenvolver como profissional, por todas as experiências oferecidas, minicursos, palestras, eventos e por todos amigos que ali fiz.

A Universidade Federal Do Mato Grosso do Sul, que me proporcionou a oportunidade de me desenvolver como acadêmico, profissional e como pessoa.

INOCULAÇÃO COM SOLUBILIZADORES DE FOSFATO E FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES NO DESENVOLVIMENTO DO AMENDOIM

RESUMO: A cultura do amendoim tem grande importância na região sudeste, principalmente São Paulo que concentra 90% da produção brasileira, porém vem se expandindo pelo Brasil por sua adaptabilidade em diferentes condições edafoclimáticas. Dentre as tecnologias para a cultura, o uso de bioinsumos à base microrganismos relacionados ao ciclo do fósforo ainda carecem de informações. Diante disso, objetivou-se com esse trabalho avaliar a inoculação e coinoculação de bioinsumos à base de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e bactérias solubilizadoras de fosfato, *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens*, no desenvolvimento da cultura do amendoim, em casa de vegetação. O trabalho foi realizado em casa de vegetação, no campus de Chapadão do Sul com delineamento inteiramente casualizado, tendo 8 tratamentos e quatro repetições: 1) Testemunha (TEST) - sem inoculação de FMA e bactérias solubilizadoras de fosfato; 2) Fungo micorrízico arbuscular, composto pela espécie *Acaulospora morrowiae* (FMA); 3) Fungo micorrízico *Rhizophagus intraradices* (ROOT); 4) consórcio das espécies *A. brasilense* e *P. fluorescens* (NOD); 5) FMA+ROOT; 6) FMA+NOD; 7) ROOT+NOD e 8) FMA+ROOT+NOD. O experimento foi conduzido por 60 dias quando foram avaliadas as seguintes variáveis: Altura de planta (H), Diâmetro do caule (DC), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa fresca de raiz (MFR), número de nódulos (ND), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e peso de nódulos (PNOD). O tratamento FMA+NOD se destacou por influenciar todas as variáveis vegetativas com um incremento médio de 48,07% em relação a testemunha e influenciar positivamente o peso de nódulos (PNOD). O tratamento NOD também se destacou, apresentando um incremento médio de 45,52%, não influenciando apenas as variáveis MSPA e PNOD. O número de nódulos e peso seco de nódulos foram influenciados positivamente pelos tratamentos ROOT e FMA+ROOT.

Palavras-chave: Bioinsumos, Microbiologia do solo, Bioestimulação, *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens*

INOCULATION WITH PHOSPHATE SOLUBILIZERS AND ARBUSCULAR MYCORRHIZAL FUNGI IN PEANUT DEVELOPMENT

ABSTRACT: Peanut cultivation is of great importance in the Southeast region, particularly in São Paulo, which accounts for 90% of Brazilian production; however, it has been expanding throughout Brazil due to its adaptability to different soil and climate conditions. Among the technologies used in peanut cultivation, the use of bio-inputs based on microorganisms involved in the phosphorus cycle still lacks sufficient information. Given this, the objective of this study was to evaluate the inoculation and co-inoculation of bio-inputs based on arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) and phosphate-solubilizing bacteria—*Azospirillum brasilense* and *Pseudomonas fluorescens*—on peanut crop development in a greenhouse. The study was conducted in a greenhouse on the Chapadão do Sul campus using a completely randomized design, with 8 treatments and four replicates: 1) Control (TEST) – without inoculation of AMF and phosphate-solubilizing bacteria; 2) Arbuscular mycorrhizal fungus, consisting of the species *Acaulospora morrowiae* (AMF); 3) *Rhizophagus intraradices* mycorrhizal fungus (ROOT); 4) consortium of the species *A. brasilense* and *P. fluorescens* (NOD); 5) AMF+ROOT; 6) AMF+NOD; 7) ROOT+NOD; and 8) AMF+ROOT+NOD. The experiment was conducted over 60 days, during which the following variables were evaluated: Plant height (H), stem diameter (DC), fresh mass of the aerial part (MFPA), fresh mass of the root (MFR), number of nodules (ND), dry mass of the aerial part (MSPA), dry mass of the root (MSR), and nodule weight (PNOD). The FMA+NOD treatment stood out for influencing all vegetative variables, with an average increase of 48.07% compared to the control, and for positively influencing nodule weight (PNOD). The NOD treatment also stood out, showing an average increase of 45.52%, though it did not affect the MSPA and PNOD variables. The number of nodules and dry weight of nodules were positively influenced by the ROOT and FMA+ROOT treatments.

Keywords: Bio-inputs, Soil Microbiology, Biostimulation, *Azospirillum brasilense*, and *Pseudomonas fluorescens*

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1

1 (a) Altura de plantas	14
1 (b) Diâmetro do caule	14
1 (c) Massa fresca de parte aérea	14
1 (d) Massa fresca de raiz	14
1 (e) Massa seca de parte aérea	14
1 (f) Massa seca de raiz	14

FIGURA 2

2 (a) Número de nódulos	16
2 (b) Peso de nódulos	16

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Análise de variância	13
-----------------	----------------------------	----

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
MATERIAL E MÉTODOS	11
RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
CONCLUSÕES	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

INTRODUÇÃO

O Brasil atualmente é o 3º maior produtor de amendoim (*Arachis hypogaea* L.) do mundo, com uma produção de 3,8 toneladas por hectare, ficando atrás apenas dos EUA, com 4,5 toneladas por hectare, e da China, que produziu 3,9 toneladas por hectare (Kolya *et al.*, 2025). Apesar da alta produtividade a produção brasileira representa apenas 2,2% da produção mundial ficando entre os dez maiores produtores mundiais (Roschel, 2026). O estado de São Paulo concentra cerca de 90% de toda a produção brasileira (Gomes; Caram; Harumi, 2023), resultado de importantes pesquisas no estado de São Paulo, especialmente com o melhoramento genético de cultivares de amendoim, tornando-se referência mundial (Gomes, 2022).

O cultivo da cultura do amendoim apresenta grande margem para expansão, devido ao seu uso atender diversos mercados, como consumo *in natura*, em indústrias ou para alimentação animal, e ainda é uma atividade relevante para a agricultura familiar (Santos *et al.*, 2025). Vem se destacando nos últimos anos pela sua capacidade de adaptação a diferentes condições climáticas e possibilidade de ser cultivada em rotação de culturas, especialmente com espécies de gramíneas.

Apesar do amendoim ser uma planta tolerante a solos com baixa fertilidade, estudos mostram que a cultura responde positivamente a adubação fosfatada, com a recomendação variando entre 40 kg e 80 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (Lins, 2022). Ressalta-se, que o fósforo possui a característica de ser imóvel no solo e ainda de ser adsorvido facilmente em solos ácidos, através de ligações covalentes com argilas e óxidos de ferro e alumínio, ou ainda através reações de precipitação com íons de Al, Fe e Ca onde formam compostos de solubilidade variável (Resende; Neto, 2007).

Esses fatores podem tornar o fósforo indisponível para as plantas, e como estratégia para aumentar a capacidade de absorção desse importante nutriente para o desenvolvimento vegetal, bioinsumos à base de microrganismos solubilizadores de fósforo vem sendo cada vez mais explorados na agricultura. A principal forma de solubilização de fosfatos reconhecida atualmente é a produção de ácidos orgânicos que acidificam a célula microbiana e seu entorno (Yadav *et al.*, 2015). O ácido produzido pode interagir com o metal ligado ao fosfato na forma de quelantes ou acidificando o meio, e em ambos os casos o fosfato é liberado na solução do solo, ficando disponível para as plantas (Nascimento, 2022).

Dentre os principais microrganismos solubilizadores de fósforo, estão as bactérias dos gêneros *Pseudomonas* e *Azospirillum*. Em um estudo realizado por Rodrigues (2025) foi constatado, que *Pseudomonas fluorecenses* promoveram liberação de ácidos orgânicos,

produção de fosfatases ácidas, o que refletiu em aumento da biomassa da planta e o aumento da concentração de fósforo nas plantas. A bactéria *Azospirillum brasilense*, dentre suas funções de promoção de crescimento das plantas, como fixação de nitrogênio atmosférico, liberação de fitohormônios como ácido indol-3-acético (AIA), citocininas e giberelinas, também possui a capacidade de solubilizar fosfato, através da liberação de ácido glucônico, auxiliando no crescimento da planta e aumentando a exploração do solo (Cassán *et al.*, 2020).

Outros microrganismos, que se destacam no processo de disponibilização de fósforo para as plantas, são os fungos do gênero *Glomales* (Glomeromycota), que geram uma interação mutualista denominada de micorrizas arbusculares (MA). Essa interação é uma das mais comuns na natureza, ocorrendo entre as raízes das plantas e os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) em aproximadamente 80% das plantas terrestres (Bhantana *et al.*, 2021), portanto importante simbiose para a cultura do amendoim.

Os FMAs promovem o crescimento das plantas, melhoram a absorção de nutrientes e a resistência a doenças (Demir, 2005). Possuem a capacidade, de em solos com baixa fertilidade e com uma menor disponibilidade de P, auxiliar a planta na absorção deste nutriente, pelo aumento da região absorptiva das raízes, promovido pelas hifas do fungo (Doley; Dudhane; Borde, 2015). Ainda podem auxiliar no controle de infecções por *Sclerotium rolfsii*, causador da podridão do colo, importante doença no amendoim e de difícil manejo (Swandi *et al.*, 2020).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a inoculação e coinoculação de bioinsumos à base de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e bactérias solubilizadoras de fosfato, *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens*, em amendoim.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no período de novembro a fevereiro de 2025/2026, na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campus Chapadão do Sul (CPCS) – MS (18°46'17,7"S, 52°37'27,7"W, altitude 813 m). O clima, segundo a classificação Köppen, se enquadra no tipo Tropical úmido (Aw), tendo como característica o verão chuvoso e o inverno seco.

Para a implantação do experimento foi utilizada um substrato com uma mistura de solo e areia grossa, na proporção de 1:1 (v/v), utilizando-se de vasos de 5 kg com 4,4 kg de substrato, portanto, 2,2 kg de solo e 2,2 kg de areia. O solo foi coletado da camada superficial (0 – 20 cm de profundidade), é caracterizado como um Latossolo Vermelho distrófico,

retirado da área experimental do CPCS e esterilizado através da autoclavagem durante uma hora e deixado resfriar durante 24 horas.

A casa de vegetação possui 6 metros de largura e 16 metros de comprimento, as laterais são revestidas com sombrite 70%, a cobertura possui um revestimento de filme plástico de 150 micras em conjunto com sombrite 70%, no interior o piso possui brita, no centro uma bancada de 1 metro de altura e a casa vegetação possui um sistema de irrigação automático por microaspersão.

A análise química do solo apresentou os seguintes resultados: 21,9 mg dm⁻³ de P (MeI); 26,4 g dm⁻³ de M.O.; 5,0 de pH (CaCl₂); 0,25 mg dm⁻³ de K; Ca, Mg, Al, H + Al = 3,2; 0,90; 0,07; 4,1 (cmolc dm⁻³), respectivamente; Cu, Fe, Mn, Zn, Na = 1,3; 61; 11,7; 4,5; 5,1; (mg dm⁻³), respectivamente; 0,26 mg dm⁻³ de B; 5,8 mg dm⁻³ de S e 51,5% de saturação por bases.

Foi realizada uma adubação de base para todos os tratamentos, calculados a partir das doses de 150 kg ha⁻¹ de K₂O, 10 mg kg⁻¹ solo de sulfato de Zinco, 0,5 mg kg⁻¹ solo de ácido bórico, 5 mg kg⁻¹ sulfato de manganês e 10 mg kg⁻¹ solo de sulfato de magnésio. Para adubação fosfatada foi utilizado o equivalente a 50 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (metade da dose recomendada para cultura). Para suprir o nitrogênio, foi utilizado em todos os tratamentos o inoculante a base de *Bradyrhizobium* sp. SEMIA 6144 (produto comercial AmendoBAC/ empresa Forquímica) com 2 x 10⁹ UFC mL⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 8 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos foram compostos pela inoculação e coinoculação, de bioinsumos comerciais ou não, à base de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e bactérias solubilizadoras de fosfato, sendo eles: 1) Testemunha (TEST)- sem inoculação de FMA e bactérias solubilizadoras de fosfato; 2) Fungo micorrízico arbuscular, composto pela espécie *Acaulospora morrowiae* (FMA); 3) Produto comercial Rootela[®] BR, composto pela espécie *Rhizophagus Intraradices* (ROOT); 4) Produto comercial Grap Nod Phos[®], composto pelo consórcio das espécies *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens* (NOD); 5) FMA+ROOT; 6) FMA+NOD; 7) ROOT+NOD e 8) FMA+ROOT+NOD.

Para os tratamentos com FMA, foi utilizado um volume de 4 mL do inóculo por vaso, aplicados diretamente no solo, abaixo da semente, contendo 15 esporos viáveis mL⁻¹ da espécie *Acaulospora morrowiae*. Este inóculo foi adquirido da Coleção Internacional de Cultura de Glomeromycota da Universidade Regional de Blumenau – FURB, produzido em condições não axênicas, em mistura de areia quartzosa: solo, utilizando sorgo como planta

hospedeira. O solo-inóculo, portanto, é composto por essa mistura, com os esporos dos FMAs e pedaços de raízes nele dispersos.

Para os tratamentos com ROOT, utilizou-se a dose recomendada de 120 g ha⁻¹ do produto comercial Rootela[®] (NovaTrevo). Esse bioinsumo é um inoculante à base do fungo micorrízico arbuscular *Rhizophagus intraradices*, com concentração de 20.800 propágulos g⁻¹. Para os tratamentos com NOD, utilizou-se a dose recomendada de 200 mL⁻¹ 50 kg de sementes⁻¹, do produto comercial Grap Nod Phos[®] (AGROCETE), que é um inoculante à base das bactérias *Azospirillum brasilense* – Abv5 e Abv6 (2,0 x 10⁸ UFC mL⁻¹) e *Pseudomonas fluorescens* - ATCC 13525 (2,2 x 10⁸ UFC mL⁻¹).

As inoculações foram realizadas diretamente nas sementes, imediatamente antes da semeadura, ainda em laboratório e utilizando-se de sacos plásticos para homogeneização. A cultivar de amendoim utilizada foi a IAC OL3, caracterizada pelo crescimento rasteiro, ciclo médio de 130 dias e alta produtividade. A semeadura foi realizada em dezembro de 2025, com 3 sementes por vaso, em uma cavidade com 2 cm de profundidade e cobertas com solo. Os tratamentos que continham o inóculo de FMA, também foram realizados imediatamente antes da semeadura, aplicando-se na cavidade de semeadura.

Os vasos foram dispostos de forma aleatória sobre a bancada da casa de vegetação, decorridos 10 dias após emergência (DAE) foi realizado o desbaste deixando apenas uma planta por vaso. Durante todo ciclo os vasos foram irrigados duas vezes ao dia durante 3 minutos, com sistema de irrigação automático.

Aos 25 DAE, foi necessário realizar o controle de *Enneothrips flavens* (Tripes do prateamento) e *Spodoptera frugiperda* (Lagarta Militar), utilizando Cipremetrina (Piretroide) com ação de contato e ingestão e efeito de choque, com a dose recomendada de 100 – 120 ml por ha⁻¹, este manejo foi feito com 28 DAE e 34 DAE.

Após 60 DAE, foram realizadas as avaliações de crescimento e desenvolvimento da planta. Foram avaliadas as seguintes variáveis: altura de planta (H), utilizando uma fita métrica flexível, do colo da planta até o ramo mais longo, tendo sua medida expressa em centímetros (cm); diâmetro do caule (DC) medido com o auxílio de um paquímetro, tendo sua medida expressa em milímetro (mm). Em seguida, as plantas foram retiradas dos vasos e separadas em parte aérea e raiz, onde foram lavadas e avaliadas as seguintes variáveis: massa fresca de parte aérea (MFPA) e massa fresca de raiz (MFR), pesadas em uma balança, tendo suas medidas expressas em gramas (g). A contagem do número de nódulos por planta (ND) também ocorreu nesse momento, após separação do solo, lavando-se as raízes em peneira e separando manualmente cada nódulo.

Posteriormente, a parte aérea e as raízes foram colocadas em sacos de papel e os nódulos em recipientes de vidro e levados a estufa a 65 °C até atingirem um peso constante e dessa forma foram obtidos: massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e peso seco de nódulos (PNOD), todos expressos em gramas.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se da comparação de médias pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade, através do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todas as variáveis avaliadas neste trabalho foram influenciadas pela inoculação ou coinoculação de fungos micorrízicos arbusculares e solubilizadores de fosfato: altura de plantas (H), diâmetro do caule (DC), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa fresca de raiz (MFR), número de nódulos (NOD), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e peso de nódulos (PNOD) (Tabela 1).

Tabela 1. Análise de variância para altura de plantas (H), diâmetro do caule (DC), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa fresca de raiz (MFR), número de nódulos (NOD), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e peso de nódulos (PNOD) da cultura do amendoim submetida à inoculação e coinoculação de fungos micorrízicos arbusculares e solubilizadores de fosfato.

FV	GL	QM				
		H (cm)	DC (mm)	MFPA (g)	MFR (g)	NOD
Tratamentos	7	10,650**	0,768**	58,197**	0,581**	6230,214**
Erro	21	1,406	0,086	3,584	0,010	1209,854
CV (%)	-	7,14	8,76	7,36	13,64	24,82
Média	-	16,619	3,350	25,726	0,741	140,125

FV	GL	QM		
		MSPA (g)	MSR (g)	PNOD (g)
Tratamentos	7	8,416**	0,036**	0,004**
Erro	21	0,980	0,008	0,001
CV (%)	-	14,89	32,51	19,69
Média	-	6,648	0,284	0,158

** : significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Scott Knott; FV: fontes de variação, CV: coeficiente de variação, G: grau de liberdade do resíduo, QM: quadrado médio.

As inoculações de FMA, ROOT, NOD e a coinoculação FMA+NOD promoveram maiores alturas de planta e maiores MFPA, em relação aos demais tratamentos (Figura 1). Os maiores valores de diâmetro do caule foram verificados nos tratamentos ROOT, NOD, FMA+NOD e FMA+ROOT+NOD.

Para MSPA, somente os tratamentos ROOT e FMA+NOD influenciaram os maiores valores em comparação com os demais tratamentos. Para as MFR e MSR, foram verificados efeitos positivos das inoculações com FMA, NOD e a coinoculação FMA+NOD, simultaneamente, e o tratamento ROOT+NOD influenciando apenas a MFR (Figura 1).

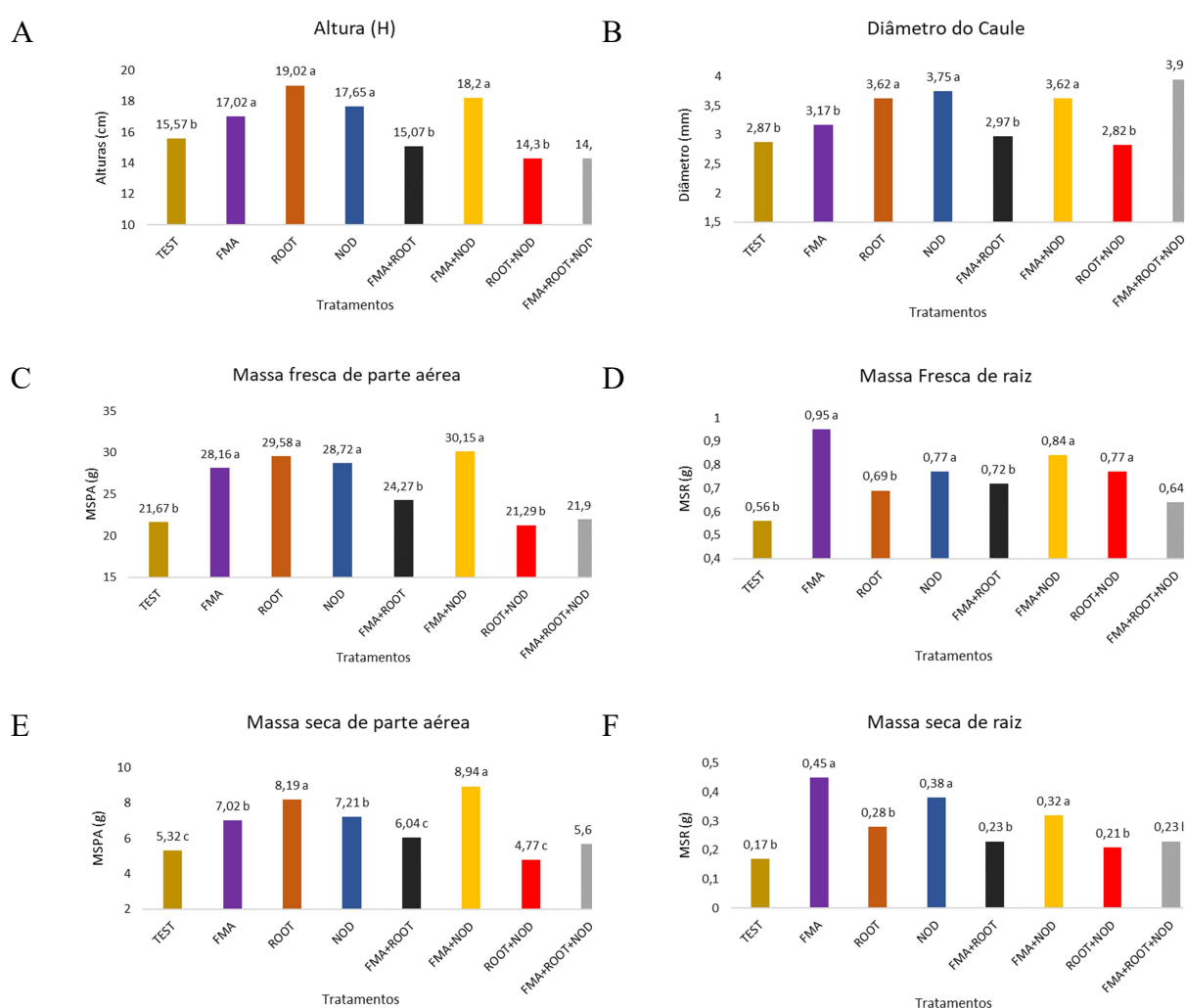


Figura 1. Altura de plantas (H) (A), diâmetro do caule (DC) (B), massa fresca de parte aérea (MFPA) (C), massa fresca de raiz (MFR) (D), massa seca de parte aérea (MSPA) (E) e massa seca de raiz (MSR) (F) da cultura do amendoim submetida à inoculação e coinoculação de fungos micorrízicos arbusculares e solubilizadores de fosfato. *Médias seguidas de letra diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade. TEST: testemunha; FMA- fungos micorrízicos arbusculares, *Acaulospora morrowiae*; ROOT- produto comercial

Rootela[®], à base do fungo micorrízico arbuscular *Rhizophagus intraradices*; NOD- produto comercial Grap Nod Phos[®] à base das bactérias *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens*.

Observa-se que o tratamento FMA+NOD proporcionou maiores valores em todas as variáveis da cultura do amendoim (Figura 1), apresentando um incremento médio de 48,07% em relação à testemunha. Este bom desempenho pode estar ligado ao fato da coinoculação do fungo micorrízico *Acaulospora morrowiae* e do bioinsumo comercial, composto das bactérias *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens* ter promovido um efeito sinérgico, potencializando seus efeitos. Os FMAs promovem o crescimento das plantas pois, aumentam o alcance do sistema radicular, aumentando a absorção de água e nutrientes da planta (Nwangburuka *et al.*, 2010; Taffouo *et al.*, 2014). Estes efeitos podem ser observados em estudos que utilizaram outras leguminosas e observaram um aumento significativo de biomassa total, altura de planta, comprimento de raiz em plantas inoculadas com fungos micorrízicos em comparação a sem inoculação especialmente sob estresse hídrico (Jie *et al.*, 2021).

Por outro lado, as *P. fluorescens* possuem a capacidade de liberar ácidos orgânicos e solubilizar fósforo para solução do solo (Paiva *et al.*, 2022; Rodrigues, 2025) tornando-o disponível para as plantas. E a bactéria *A. brasilense*, apesar de ser amplamente utilizada para fixação biológica de nitrogênio em gramíneas, se destaca como uma promotora de crescimento de plantas de diversas outras famílias de plantas, como nas leguminosas, através liberação dos fitohormônios AIA, citocininas e giberelinas, e também por possuir a capacidade de solubilizar fosfato (Cassán *et al.*, 2020). Dessa forma, neste estudo, a junção de microrganismos que facilitam o acesso aos fosfatos, como os FMAs, aos que produzem substâncias de crescimento e solubilizam fosfato, influenciou positivamente nas variáveis avaliadas. Estes resultados condizem com os encontrados por Leite *et al.* (2022), onde estudaram a coinoculação de FMAs e solubilizadores de fósforo, na cultura da soja, e verificaram aumentos no crescimento das plantas e no número de vagens.

O tratamento NOD também se destacou dentre os tratamentos utilizados, influenciando positivamente todas as variáveis estudadas juntamente com o tratamento FMA+NOD exceto para MSPA, como descritos anteriormente (Figura 1). Em estudo de Souza; Nascente e Filippi (2019), onde avaliaram plantas de arroz inoculadas com *Pseudomonas*, verificaram aumento no crescimento radicular quando comparadas com a sem inoculação. Em um estudo com a seleção de novas estirpes dos gêneros *Bacillus* e *Pseudomonas*, em soja, foram constatados, que além da alta capacidade de secretar ácidos

orgânicos e solubilizar fósforo, essas bactérias produziram ácido indol-3-acético e sideróforos, atuando na promoção do crescimento das plantas (Wang *et al.*, 2020). Marchão *et al.* (2025) estudando a coinoculação de *Azospirillum* e *Pseudomonas* em soja, notaram aumento da massa seca de parte aérea e da produtividade, quando compararam com a testemunha sem inoculação, corroborando com resultados encontrados neste estudo

Ainda destacando os tratamentos FMA, NOD e FMA+NOD, foram observados neste estudo, influência dos mesmos nas maiores MFR e MSR (figura 1), ou seja, as inoculações ou coinoculações desses bioinsumos podem auxiliar a planta na exploração do solo e disponibilização de nutrientes. As raízes possuem papel vital absorvendo água e sais minerais que serão utilizados no metabolismo da planta, fazem a sustentação, armazenam reservas entre outras funções mais específicas (Almeida; Almeida, 2014).

Mesmo com todos os benefícios que FMAs promovem para o desenvolvimento das plantas, amplamente descritos na literatura, para este estudo, ficou evidenciado que a coinoculação FMA+ROOT, ou seja, duas diferentes espécies de FMAs, não proporcionaram resultados melhores que a testemunha, sem inoculação (Figura 1). Comparando-se com as médias dos tratamentos que superaram a testemunha, foram verificados valores de 16,15% a menos para a variável H, 20,48% a menos para a variável DC, 16,75% a menos para a variável MFPA e 29,48% a menos para a variável MSPA. Este menor desempenho pode estar relacionado por uma competição por recursos entre os dois fungos (Engelmoer; Behm; Kiers, 2014). De acordo com Thonar *et al.* (2014), alguns fungos micorrízicos podem apresentar competição entre si para a colonização da raiz assim tendo uma perda de eficiência. Isso demonstra, que a escolha dos bioinsumos a serem utilizados na agricultura, precisam ser criteriosamente avaliados. É possível observar semelhante comportamento para as coinoculações ROOT+NOD e FMA+ROOT+NOD, que não diferiram da testemunha (Figura 1).

Para a variável número de nódulos (ND), os tratamentos ROOT, NOD e FMA+ROOT influenciaram nos maiores valores, não diferindo do tratamento sem a inoculação dos solubilizadores e de fungos micorrízicos (Figura 2). Vale ressaltar, que foi realizada em pré-plantio, a inoculação com a bactéria fixadora de nitrogênio *Bradyrhizobium* sp. SEMIA 6144 para todos os tratamentos, incluindo a testemunha, evidenciando assim a viabilidade do uso desse inoculante.

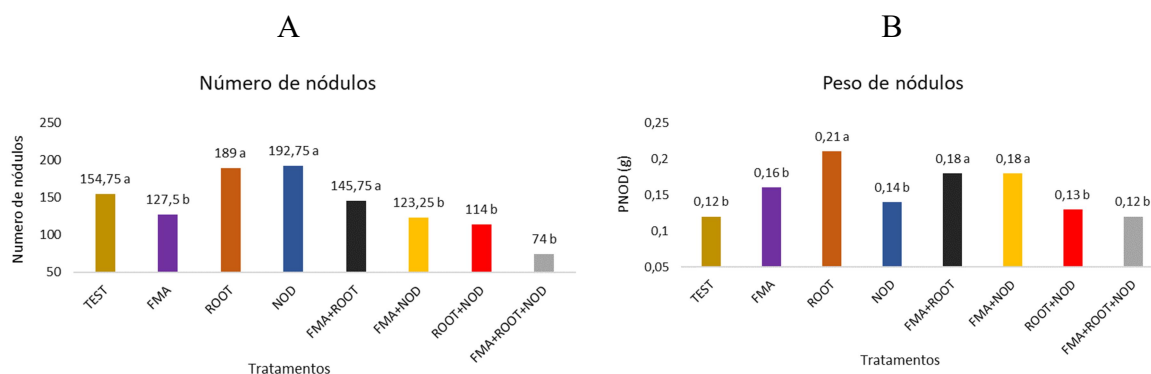


Figura 2. Número de nódulos (ND) (A) e peso de nódulos (PNOD) (B) de raízes da cultura do amendoim submetida à inoculação e coinoculação de fungos micorrízicos arbusculares e solubilizadores de fosfato. *Médias seguidas de letra diferentes na coluna, diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5 % de probabilidade. TEST: testemunha; FMA- fungos micorrízicos arbusculares, *Acaulospora morrowiae*; ROOT- produto comercial Rootela, à base do fungo micorrízico arbuscular *Rhizophagus intraradices*; NOD- produto comercial Grap Nod Phos® à base das bactérias *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens*.

Em relação ao tratamento NOD, que é composto pelas bactérias *P. fluorescens* e *A. brasilense* e que se destacou para a variável número de nódulos, Cassán *et al.* (2009), em um trabalho com milho e soja, observaram que o *A. brasilense*, além da capacidade de promover crescimento da planta, influenciou na formação de nódulos, devido a liberação de alguns produtos metabólicos promotores de crescimento como: ácido indolacético, ácido giberélico e zeatina, sugerindo a importância dessa bactéria na nodulação. Em um experimento conduzido em soja, Chebotar; Asis e Akao (2001) observaram que a coinoculação de *B. japonicum* e *P. fluorescens* aumentaram o número de nódulo. Ainda de acordo com a inoculação com *P. fluorescens*, Rodrigues (2025) observou aumento do número de nódulos e de massa fresca de nódulos, com a inoculação dessa bactéria quando comparado com a testemunha sem inoculação.

Para a variável PNOD, os maiores valores foram verificados nos tratamentos, ROOT, FMA+ROOT e FMA+ NOD (Figura 2). O tratamento testemunha que teve valor superior para número de nódulos, não apresentou bom desempenho no peso desses nódulos, ou seja, apesar de ter um número alto, a qualidade desses nódulos não superou aos dos tratamentos mencionados. Martins *et al.* (2022) descreveram que em plantas de soja, que apresentaram maior peso de nódulos também apresentaram maiores quantidades de nitrogênio derivado da atmosfera e nitrogênio na planta, e em comparação as plantas sem inoculação.

Os tratamentos ROOT e FMA+ROOT influenciaram positivamente as duas variáveis (Figura 2). Esses resultados evidenciam a descrição de Li *et al.* (2025), que relatam a relação positiva entre fungos micorrízicos e o aumento da nodulação, pois plantas colonizadas por FMAs apresentam maior acúmulo de flavonoides específicos (daidzeína e genisteína) e exsudados que atuam como sinalizadores para bactérias aumentando assim a nodulação. Os FMAs podem ainda, atuar como um canal para que bactérias (rizóbios) que estejam em maiores distâncias possam chegar até a planta e nodular suas raízes, mostrando que as redes de micélios construídas pelos fungos micorrízicos não levam apenas água e nutrientes (He *et al.*, 2024; De Novais *et al.*, 2020).

Estudos como este, que avaliam a inoculação e a coinoculação de fungos micorrízicos arbusculares e microrganismos solubilizadores de fosfato na cultura do amendoim, demandam investigações adicionais tanto em condições de casa de vegetação quanto de campo. Pesquisas futuras devem considerar diferentes condições edafoclimáticas, genótipos e manejos agrícolas, visando compreender melhor as interações entre os microrganismos e a planta hospedeira. Os resultados obtidos reforçam a importância da microbiologia do solo para o desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável; entretanto, também evidenciam que os efeitos da inoculação nem sempre são positivos, uma vez que dependem da compatibilidade entre os microrganismos, das condições ambientais e do sistema de cultivo adotado.

CONCLUSÕES

O tratamento com a coinoculação dos bioinsumos fungo micorrízico arbuscular *Acaulospora morrowiae* com as bactérias *Azospirillum brasilense* e *Pseudomonas fluorescens* (FMA+NOD) se destacou por influenciar nos maiores valores das variáveis altura de plantas (H), diâmetro do caule (DC), massa fresca de parte aérea (MFPA), massa seca de raiz (MFR), massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR) e peso seco de nódulos (PNOD). O tratamento com a inoculação do bioinsumo comercial de *A. brasilense* e *P. fluorescens* (NOD) também se destacou, influenciando em todas as variáveis estudadas, exceto MSPA e PNOD.

O número de nódulos e peso seco de nódulos foram influenciados positivamente pelos tratamentos com a inoculação do fungo micorrízico arbuscular *Rhizophagus intraradices*

(ROOT) e da coinoculação dos fungos micorrízicos arbusculares *A. morrowiae* com *R. intraradices* (FMA+ROOT).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BHANTANA, P. *et al.* Arbuscular mycorrhizal fungi and its major role in plant growth, zinc nutrition, phosphorous regulation and phytoremediation. **Symbiosis**, USA, v. 84, p. 19-37, 2021.

CASSÁN, F, *et al.* Azospirillum brasilense Az39 and Bradyrhizobium japonicum E109, inoculated singly or in combination, promote seed germination and early seedling growth in corn (Zea mays L.) and soybean (Glycine max L.). **European Journal of soil biology**, v. 45, n. 1, p. 28-35, 2009.

CASSÁN, F, *et al.* Everything you must know about Azospirillum and its impact on agriculture and beyond. **Biology and Fertility of Soils**, v. 56, n. 4, p. 461-479, 2020. <https://doi.org/10.1007/s00374-020-01463-y>

CHEBOTAR, V, K; ASIS, C, A; AKAO, S. Production of growth-promoting substances and high colonization ability of rhizobacteria enhance the nitrogen fixation of soybean when coinoculated with Bradyrhizobium japonicum. **Biology and Fertility of Soils**, v. 34, n. 6, p. 427-432, 2001. <https://doi.org/10.1007/s00374-001-0426-4>

DE ALMEIDA, M; DE ALMEIDA, C, V. **Morfologia da raiz de plantas com sementes**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2014.

De Novais, C, B, *et al.* Mycorrhizal networks facilitate the colonization of legume roots by a symbiotic nitrogen-fixing bacterium. **Mycorrhiza**, v. 30, n. 2, p. 389 – 396, 2020. <https://doi.org/10.1007/s00572-020-00948-w>.

DEMIR, S. Using of arbuscular mycorrhizal fungi (AMF) for biocontrol of soil-borne fungal pathogens. **Biological control of plant diseases: current concepts**. Haworth Press, USA, p. 124-138, 2005.

DE RESENDE, A, V; FURTINI NETO, A, E. **Aspectos relacionados ao manejo da adubação fosfatada em solos do Cerrado**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrado, 2007.

DOLEY, K; DUDHANE, M; BORDE, Mahesh. Glomus fasciculatum in defense responses to stop the rot of Arachis hypogaea L. **Agrociencia**, Texcoco, v. 49, n. 6, p. 669-678, 2015.

DOS SANTOS, G, C, R. *et al.* Bioinsumos na cultura do amendoim. In: MARTINS, H, L; ALVES, P, L, C, A; CARREGA, W, C. **Bioinsumos na cultura do Amendoim: práticas sustentáveis e inovação**. Jaboticabal: Funep, 2025. p. 85-110.

ENGELMOER, D, J, P; BEHM, J, E; KIERS, E, T. Intense competition between arbuscular mycorrhizal mutualists in an in vitro root microbiome negatively affects total fungal abundance. **Molecular ecology**, v. 23, n. 6, p. 1584-1593, 2014. <https://doi.org/10.1111/mec.12451>

FERREIRA, D, F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001>

GOMES, C; CARAM, C; HARUMI, J. Estado de São Paulo é responsável por 90% da produção nacional de Amendoim, **ITAL**, Campinas, 2023, Notícia ITAL. Disponível em: <https://ital.agricultura.sp.gov.br/noticia/estado-de-sao-paulo-e-responsavel-por-90-da-producao-nacional-de-amendoim>. Acesso em: 29 Apr. 2026.

GOMES, C. Cultivares IAC de amendoim ocupam 80% das lavouras paulistas. **IAC**, Campinas, 2022, Notícias IAC. Disponível em: <https://www.iac.sp.gov.br/noticiasdetalhes.php?tag=1465>. Acesso em: 29 Apr. 2026.

HE, J. *et al.* Arbuscular mycorrhizal hyphae facilitate rhizobia dispersal and nodulation in legumes. **The ISME Journal**, v. 18, n. 1, p. wrae185, 2024. <https://doi.org/10.1093/ismejo/wrae185>.

JIE, W-G. *et al.* Effects of *Rhizophagus intraradices* on plant growth and the composition of microbial communities in the roots of continuous cropping soybean at maturity. **Sustainability**, v. 13, n. 12, p. 6623, 2021. <https://doi.org/10.3390/su13126623>.

KOLYA, F, C (org.), *et al.* Mapeamento e quantificação da cadeia do Amendoim brasileiro. Ribeirão Preto: ABEX-BR, 2025. *E-book*. Disponível em: <https://www.abexbr.org.br/en/livro>. Acesso em: 29 Apr. 2026.

LAZERIS, T. S. *et al.* (2021). Ciclos biogeoquímicos de carbono e fósforo em áreas de floresta nativa e horticultura na Região Metropolitana de Curitiba, Brasil, *Colloquium Agrariae*, v. 17, n. 3, p. 1- 11, 2021. <https://doi.org/10.5747/ca.2021.v17.n3.a434>

LEITE, R, C. *et al.* Increase in yield, leaf nutrient, and profitability of soybean co-inoculated with *Bacillus* strains and Arbuscular mycorrhizal fungi. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 46, p. e0220007, 2022. <https://doi.org/10.36783/18069657rbcs20220007>.

LINS, M. MANEJO da adubação fosfatada em amendoim. **Campo & Negócios**, Uberlândia, 10 mai. 2022, Grãos. Disponível em: <https://camponenegocios.com/manejo-da-adubacao-fosfatada-em-amendoim/>. Acesso em: 02 jun. 2026.

LI, Y. *et al.* Arbuscular mycorrhizal fungi promote nodulation and N₂ fixation in soybean by specific root exudates. **Plant, Cell & Environment**, v. 48, n. 7, p. 5514-5528, 2025. <https://doi.org/10.1111/pce.15529>.

MARCHÃO, R, L. *et al.* Improving soybean development and grain yield by complementary inoculation with growth-promoting bacteria *Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Priestia*, and *Bacillus*. **Plants**, v. 14, n. 3, p. 402, 2025. <https://doi.org/10.3390/plants14030402>

MARTINS, J, T. *et al.* Biological N fixation activity in soybean can be estimated based on nodule dry weight and is increased by additional inoculation. **Rhizosphere**, v. 24, p. 100589, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.rhisph.2022.100589>.

NASCIMENTO, Érica. Avaliação da solubilização de fosfato por rizóbios isolados de leguminosas nativas dos Campos Gerais do Paraná. 2022. Dissertação (Mestrado em Biologia Evolutiva) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa. 2022.

- NWANGBURUKA, C, C. *et al.* Effect of Arbuscular mycorrhiza [AM], poultry manure [PM], NPK fertilizer and the combination of AM-PM on the growth and yield of okra [*Abelmoschus esculentus*]. **The International Journal of Organic Agriculture Research and Development**, v. 7, p. 27-42, 2010.
- PAIVA, C, A, O. *et al.* Microrganismos solubilizadores de fósforo e potássio na cultura da soja. In: MEYER, M, C. *et al.* **Bioinsumos na cultura da soja**. Brasília-DF: Embrapa, 2022. p. 163-179.
- RODRIGUES, C. Eficiência de *pseudomonas fluorescens* na solubilização de fosfatos e adubação foliar em plantas de soja. 2025. Relatório de Pós-Doutorado - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Engenharia. Tupã-SP. 2025.
- ROSCHER, M. Carta Grãos e Agricultura - Amendoim, produção e mercado: A estimativa da produção da safra brasileira de amendoim em 2025/2026 é de queda de 1,9%. **Scot Consultoria**, Bebedouro-SP, 2026, Cartas. Disponível em: <https://www.scotconsultoria.com.br/noticias/cartas/60078/carta-graos-e-agricultura-amendoim-producao-e-mercado.htm>. Acesso em: 24 jun. 2026.
- SOUZA, I, M; NASCENTE, A, S; DE FILIPPI, M, C, C. Bactérias promotoras do crescimento radicular em plântulas de dois cultivares de arroz irrigado por inundação. **Colloquium Agrariae**, v. 14, n 2, p. 140-145, 2019.
- SWANDI, F. *et al.* The Potential of Arbuscular Mycorrhizal Fungi (AMF) as Biocontrol Agent Against Stem Rot Diseases Caused *Sclerotium rolfsii* of peanut (*Arachis hypogaea* L). **JERAMI: Indonesian Journal of Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 65-71, 2020. <https://doi.org/10.25077/jijcs.2.2.65-71.2020>.
- TAFFOUO, V, D. *et al.* Influence of phosphorus application and arbuscular mycorrhizal inoculation on growth, foliar nitrogen mobilization, and phosphorus partitioning in cowpea plants. **Mycorrhiza**, v. 24, n. 5, p. 361-368, 2014. <https://doi.org/10.1007/s00572-013-0544-5>.
- THONAR, C. *et al.* Competition and facilitation in synthetic communities of arbuscular mycorrhizal fungi. **Molecular Ecology**, v. 23, n. 3, p. 733-746, 2014. <https://doi.org/10.1111/mec.12625>.
- WANG, W. *et al.* Screening, identification and growth promotion ability of phosphate solubilizing bacteria from soybean rhizosphere under maize-soybean intercropping systems. **BioRxiv**, 2020. <https://doi.org/10.1101/2020.12.15.422997>
- YADAV, A, N. *et al.* Haloarchaea endowed with phosphorus solubilization attribute implicated in phosphorus cycle. **Scientific Reports**, v. 5, n. 1, p. 12293, 2015. <https://doi.org/10.1038/srep12293>.