



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO  
CAMPUS IPORÁ

## **BACHARELADO EM AGRONOMIA**

# **USO DE CARBONATITO FOSFÁTICO E DE MICRORGANISMOS BIOSOLUBILIZADORES COMO FONTE DE FÓSFORO NA CANA-DE-AÇÚCAR**

**ANYKE CRISTINA VILELA PEREIRA**

**Iporá, GO**

**2025**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO – CÂMPUS IPORÁ**

**BACHARELADO EM AGRONOMIA**

**USO DE CARBONATITO FOSFÁTICO E DE MICRORGANISMOS  
BIOSSOLUBILIZADORES COMO FONTE DE FÓSFORO NA CANA-  
DE-AÇÚCAR**

**ANYKE CRISTINA VILELA PEREIRA**

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano Campus Iporá, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Romano Roberto Valicheski

Iporá – GO

Outubro, 2025

V436u Pereira, Anyke Cristina Vilela

Uso de carbonatito fosfático e de microrganismos biossolubilizadores como fonte de fósforo na cana-de-açúcar/ Anyke Cristina Vilela Pereira ; orientador Dr. Romano Roberto Valichski. – Iporá, 2025.

38 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, campus Iporá.

1. Remineralizador de solo. 2. Coinoculação microbioana. 3. Adubação fosfatada. 4. Sustentabilidade. 5. *Saccharum* 1. Valichski, Romano Roberto (Orientador). II. IFGoiano. III. Título.

CDU 633.61

Responsável: Leonardo Henrique Silva (Bibliotecário-documentalista CRB-1 nº 2866)  
Sistema Integrado de Bibliotecas – Instituto Federal Goiano



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO  
CAMPUS IPORÁ

ANYKE CRISTINA VILELA PEREIRA

**USO DE CARBONATITO FOSFÁTICO E DE  
MICRORGANISMOS BISSOLUBILIZADORES COMO  
FONTE DE FÓSFORO NA CANA-DE-AÇÚCAR**

Trabalho de Curso defendido e APROVADO em 31 / 10 / 2025 pela banca examinadora constituída pelos membros:

Dra. SUZI MARI BRANDELERO  
IF Goiano – Campus Iporá

Mestrando FLAVIO LOPES CLAUDIO  
IF Goiano – Campus Iporá

Eng. Agronomia CAROLINE MADALLOSSO  
IF Goiano – Campus Iporá

Dr. ROMANO ROBERTO VALICHIESKI - Orientador  
IF Goiano – Campus Iporá



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO  
CAMPUS IPORÁ

**ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO**

Aos 31 dias do mês de OUTUBRO do ano de dois mil e VINTE e CINCO, realizou-se a defesa de Trabalho de Curso da acadêmica **ANYKE CRISTINA VILELA PEREIRA**, do Curso de Bacharelado em Agronomia, matrícula 2020105200240287, cuja monografia intitula-se **“USO DE CARBONATITO FOSFÁTICO E DE MICRORGANISMOS BIODISSOLUBILIZADORES COMO FONTE DE FÓSFORO NA CANA-DE-AÇÚCAR”**. A defesa iniciou-se às 15 horas e 10 minutos, finalizando-se às 16 horas e 20 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho APROVADO com média 9,4 no trabalho escrito, média 9,6 no trabalho oral apresentando assim, média aritmética final de 9,5 pontos, estando APTO para fins de conclusão do Trabalho de Curso.

Após atender às considerações da banca e respeitando o prazo disposto em calendário acadêmico, o(a) acadêmico(a) deverá fazer a entrega da versão final corrigida em formato digital (Word e PDF) acompanhado do termo de autorização para publicação eletrônica (devidamente assinado pelo autor), para posterior inserção no Sistema de Gerenciamento do Acervo e acesso ao usuário via internet. Os integrantes da banca examinadora assinam a presente.

Romano Roberto Valichieski

ROMANO ROBERTO VALICHESKI  
(Presidente da Banca)

Suzi Mari Brandelero

SUZI MARI BRANDELERO  
(Banca Examinadora)

Flavio Lopes Claudio

FLAVIO LOPES CLAUDIO  
(Banca Examinadora)

Caroline Madalosso

CAROLINE MADALOSSO  
(Banca Examinadora)

## **TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO**

### **PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS**

### **NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO**

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

#### **IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA**

- ☐ Tese (doutorado)  
☐ Dissertação (mestrado)  
☐ Monografia (especialização)  
☒ TCC (graduação)

- ☐ Artigo científico  
☐ Capítulo de livro  
☐ Livro  
☐ Trabalho apresentado em evento

☐ Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

ANYKE CRISTINA VILELA PEREIRA

Matrícula:

2021105022010001

Título do trabalho:

USO DE CARBONATITO FOSFÁTICO E DE MICRORGANISMOS BIODISPONIBILIZADORES COMO FONTE DE FÓSFORO NA CANA-DE-AÇÚCAR

#### **RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO**

Documento confidencial: ☒ Não ☐ Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 25/11/2025

O documento está sujeito a registro de patente? ☐ Sim ☒ Não

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

#### **DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

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

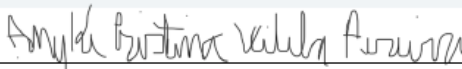
- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto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

Iporá-GO

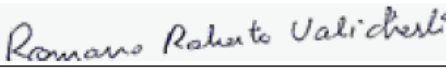
Local

25/11/2025

Data

  
Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

  
Assinatura do(a) orientador(a)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, agradeço a Deus, fonte de toda sabedoria e força, por ter me concedido saúde, discernimento e perseverança ao longo desta caminhada acadêmica. Foi em sua presença que encontrei amparo nos momentos de incerteza e inspiração para seguir em frente, mesmo diante das dificuldades.

À minha família, expresso minha mais profunda gratidão. Agradeço aos meus pais, por todo amor, apoio e compreensão durante essa jornada. Foram eles que acreditaram em mim quando eu mesma duvidava, que me incentivaram a prosseguir e estiveram ao meu lado em cada desafio. À minha irmã, pelo carinho e pelas palavras de motivação. E, de forma especial, ao meu avô, cuja lembrança permanece viva e me inspira a buscar sempre o melhor. Cada conquista aqui representada é também de vocês, que seguraram a barra comigo, oferecendo apoio emocional e força nos momentos mais difíceis.

Aos meus colegas e amigos de curso, deixo meu sincero agradecimento pela parceria, amizade e colaboração ao longo dessa trajetória. Compartilhamos experiências, aprendizados e desafios que tornaram essa caminhada mais leve e enriquecedora, a convivência com vocês foi essencial para o crescimento não apenas acadêmico, mas também pessoal.

Ao professor Romano, meu orientador, manifesto minha profunda gratidão pela paciência, dedicação e orientação durante o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço pela oportunidade de participar do projeto que deu origem a este TCC, e pelo incentivo constante à pesquisa e à busca pelo conhecimento. Sua contribuição foi indispensável para o amadurecimento científico e profissional alcançado ao longo deste processo.

Agradeço à Edem Agrominerais pelo suporte e pelo fornecimento dos insumos necessários para a realização do experimento, fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Sou profundamente grata pela confiança depositada em mim ao me conceder a oportunidade de atuar como estagiária, experiência que contribuiu significativamente para o meu aprendizado profissional e pessoal.

Por fim, agradeço à Instituição de ensino e a todos os professores que fizeram parte da minha formação acadêmica. Cada disciplina, orientação e palavra de incentivo foram fundamentais para o desenvolvimento dos meus conhecimentos e para a construção da base que levarei para minha futura atuação profissional. Agradeço pelo comprometimento, pela paciência e pela dedicação com que transmitiram seus ensinamentos, contribuindo de forma significativa para a conclusão desta importante etapa da minha trajetória.

**SUMÁRIO**

**RESUMO ..... 9**

**ABSTRACT ..... 9**

**1 INTRODUÇÃO ..... 10**

**2 MATERIAL E MÉTODOS ..... 12**

**3 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 16**

**4 CONCLUSÕES ..... 27**

**5 AGRADECIMENTOS ..... 28**

**6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 28**

**ANEXO 1 ..... 31**

**ANEXO 2 ..... 39**



PEREIRA, Anyke Cristina Vilela. **Uso de carbonatito fosfático e de microrganismos biossolubilizadores como fonte de fósforo na cana-de-açúcar.** 2025. 39p Monografia (Curso de Bacharelado de Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Iporá, Iporá, GO, 2025.

## **Uso de carbonatito fosfático e de microrganismos biossolubilizadores como fonte de fósforo na cana-de-açúcar**

### **Use of phosphate carbonatite and biosolubilizing microorganisms as a source of phosphorus in sugarcane**

PEREIRA, A. C. V; VALICHESKI, R. R; MADALOSSO, C; CLAUDIO, F. L; LIMA, M. P; CHAIBUB, A. A.

**RESUMO:** No Brasil grande parte dos fertilizantes são importados, sendo iminente a busca por alternativas sustentáveis como o uso de remineralizadores de solo. Objetivou-se avaliar parâmetros fisiológicos e biométricos da cana-de-açúcar cultivada com fontes P, combinadas ou não à inoculação de microrganismos biossolubilizadores. Conduziu-se o experimento em casa de vegetação no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Testou-se com fontes de P carbonatito fosfático (100% PR), 50% PR + 50% superfosfato simples (SFS) e 100% SFS, na dosagem de 350 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> associados ao uso de *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus aryabhattai*, *Cladosporium cladosporioides*, *Trichoderma harzianum* de forma isolada ou em coinoculação. O uso de carbonatito fosfático proporcionou maior índice SPAD, porém devido sua lenta solubilização, reduziu o desenvolvimento da cana-de-açúcar. A substituição de 50% do SFS pelo carbonatito fosfático (50% PR + 50% SFS) proporcionou produção de fitomassa similar às adubadas com 100% SFS, demonstrando ser agronomicamente atrativa. A inoculação de *B. amyloliquefaciens*, *B. aryabhattai*, *C. cladosporioides* e *T. harzianum* e a coinoculação de Ary + Cla e Amy + Ary + Cla proporcionou melhor desenvolvimento da cana-de-açúcar, quando com fontes solúveis de P.

**Palavras-chave:** Remineralizador de solo, Coinoculação microbiana; Adubação fosfatada; Sustentabilidade; Saccharum.

**ABSTRACT:** In Brazil, most fertilizers are imported, and the search for sustainable alternatives such as soil remineralization is imminent. This study aimed to evaluate the physiological and biometric parameters of sugarcane cultivated with P sources, combined or not with the inoculation of biosolubilizing microorganisms. The experiment was conducted in a greenhouse using a randomized block design with four replicates. The P sources tested were phosphate carbonatite (100% PR), 50% PR + 50% single superphosphate (SFS), and 100% SFS, at a dose of 350 kg.ha<sup>-1</sup> of P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> associated with the use of *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus aryabhattai*, *Cladosporium cladosporioides*, and *Trichoderma harzianum*, either alone or in coinoculation. The use of phosphate carbonatite provided a higher SPAD index, but due to its slow solubilization, it reduced sugarcane development. Replacing 50% of the SFS with phosphate carbonatite (50% PR + 50% SFS) provided phytomass production similar to that fertilized with 100% SFS, proving to be agronomically attractive. Inoculation with *B. amyloliquefaciens*, *B. aryabhattai*, *C. cladosporioides*, and *T. harzianum*, and coinoculation with Ary + Cla and Amy + Ary + Cla, provided better sugarcane development when combined with soluble P sources.

**Keywords:** Soil remineralizer, Microbial coinoculation; Phosphate fertilization; Sustainability; Saccharum.

## 1 INTRODUÇÃO

A cana-de-açúcar (*Saccharum* spp.) representa umas das principais culturas agrícolas do Brasil, tanto pelo valor econômico quanto pelo papel estratégico. O país ocupa a liderança mundial na produção, sendo a região Centro-Sul responsável por mais de 50% do total nacional (Ilsa Brasil, 2023). Silvia *et al.* (2021), ressalta que no cenário nacional, sua produção tem se expandido de forma constante nos últimos anos.

Na safra 2024/25, no Brasil foram produzidos 676,9 milhões de toneladas e cultivados cerca de 8,766 milhões de hectares, com produtividade média de 77,22 toneladas por hectare (Conab, 2025), sustentando o setor sucroenergético, responsável pelo fornecimento de açúcar, etanol e bioeletricidade, além de movimentar o mercado de trabalho em diversas áreas relacionadas a produção (Cropilife Brasil, 2023). A cana-de-açúcar, geralmente cultivada em solos tropicais com baixa fertilidade natural, exige um manejo nutricional cuidadoso para alcançar altos níveis de produtividade. Dentre os macronutrientes indispensáveis, o fósforo (P) se sobressai por atuar na transferência de energia (ATP), no processo fotossintético e no estímulo ao desenvolvimento das raízes (Embrapa, 2024).

Bonini *et al.* (2021) mencionam que a cana-de-açúcar corresponde a aproximadamente 2,3% da área destinada à agricultura no Brasil e, para expressar seu potencial produtivo, necessita de solos bem estruturados, ricos em nutrientes e com elevada capacidade de sustentação da cultura. Porém, os solos brasileiros caracterizam-se, em sua maioria, por apresentar baixa fertilidade natural, especialmente no que se refere à disponibilidade de fósforo, o que limita o desempenho produtivo das culturas. Considerando essa limitação, Formann *et al.* (2020) ressalta que a baixa fertilidade do solo constitui um fator limitante para a produtividade da cana-de-açúcar.

Dentre os macronutrientes essenciais, o fósforo (P) exerce papel fundamental nos processos fisiológicos da cana-de-açúcar, contribuindo para a transferência de energia (ATP), na fotossíntese, a divisão celular e o desenvolvimento das raízes (Embrapa, 2024). Santos *et al.* (2009), ressalta que durante a fase de desenvolvimento, o fósforo (P) é determinante para o desenvolvimento do perfilho e para o vigor da planta, impactando diretamente a produtividade da cultura. A falta desse nutriente ocasiona desenvolvimento limitado, redução do número de colmos por planta e enraizamento superficial, o que resulta em menor sustentação e maior fragilidade da planta, além de ter uma queda na produção de colmos e açúcar. Por outro lado, a adubação fosfatada adequada favorece o aumento da biomassa e da produtividade, elevando o número de perfilhos e a produção de matéria seca dos canaviais (Santos *et al.*, 2009).

Apesar de ter uma importância significativa, a disponibilidade de P no país ainda depende quase que integralmente da importação de fertilizantes fosfatados (Brasil, 2022). Calcula-se que cerca de 85% do complexo NPK seja suprido via importação, sendo o fósforo responsável por aproximadamente 35% desse total (Agro Insper, 2025). Ogino *et al.*, (2023) alerta que tal dependência posiciona o país como o maior importador de fertilizantes fosfatados, com 3,44 bilhões de toneladas adquiridas em 2021, principalmente oriundas do Egito e da China. Segundo o Programa Nacional de Fertilizantes (PNF – 2050), esse panorama ressalta a urgência de implementar estratégias capazes de diminuir a dependência de fertilizantes importados e otimizar a eficiência do uso do fósforo (Brasil, 2022).

Entre as alternativas para reduzir a dependência externa de fertilizantes, destaca-se o emprego de “pó de rocha”. O uso da rochagem é uma prática que se baseia na incorporação de minerais oriundos da moagem de rochas, popularmente chamados de pó de rocha, com o propósito de nutrir, corrigir ou melhorar as condições do solo (Nunes *et al.*, 2014). Seu uso possibilita a redução dos custos de produção agrícola e o aproveitamento de materiais que, em muitas situações, seriam descartados no ambiente. A aplicação de remineralizadores no solo mostra-se uma estratégia sustentável, tanto do ponto de vista econômico quanto ambiental, já que não exige processos químicos para sua obtenção (Lajús *et al.*, 2021). Dentro desse grupo, encontra-se o carbonatito fosfático “GOFÓS”, composto por minerais como biotita, sanidina, fluorapatita, goethita, calcita, rutilo e diopsídio, em proporções superiores a 50%, o que lhe confere potencial de utilização como insumo agrícola.

Uma outra alternativa para otimizar o aproveitamento do fósforo no solo consiste na inoculação com microrganismos solubilizadores de fosfato, que potencializam a ação de fertilizantes orgânicos (Estrada-Bonilla *et al.*, 2021). Schütz *et al.* (2018), salientam que inoculantes à base de microrganismos, conhecidos como biofertilizantes, têm se mostrado uma estratégia promissora para reduzir o uso de fertilizantes minerais convencionais. Diversos microrganismos, incluindo bactérias e fungos como *Bacillus* spp., *Trichoderma* spp. e *Cladosporium* spp., possuem a capacidade de solubilizar fosfatos por meio da secreção de ácidos orgânicos, enzimas fosfatases e outros metabólitos secundários, tornando o fósforo biodisponível para absorção vegetal (Sarmah e Sarma, 2023; García-Berumen *et al.*, 2025).

Essas alternativas, quando utilizadas em conjunto, podem suprir parte considerável da demanda brasileira por fertilizantes, reduzindo a dependência de insumos importados. Além de contribuir para a autossuficiência, a adoção de práticas baseadas em recursos naturais e biológicos favorece o manejo sustentável da fertilidade do solo. A disponibilidade de nutrientes às plantas, por sua vez, não depende apenas da presença de minerais, mas também da ação da

microbiota, já que diversos microrganismos possuem a capacidade de solubilizar minerais primários. Feng *et al.*, (2024) ressalta que a combinação de fosfatos naturais com microrganismos representa uma estratégia de potencial agrônômico.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento da cana-de-açúcar cultivada com diferentes fontes de adubação fosfatada associado a inoculação e coinoculação de microrganismos bio-solubilizadores, buscando identificar alternativas promissoras, sustentáveis e de baixo custo que venham a contribuir no suprimento da demanda de fertilizantes na região.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em ambiente de casa de vegetação, localizado na Fazenda Escola do IF Goiano, Campus Iporá. Cada parcela experimental foi constituída de vaso plástico com volume de 12L. O preenchimento dos vasos foi feito com solo proveniente da camada de 0,0 – 0,20 m de profundidade de um Latossolo Vermelho Escuro, cuja análise química indicou pH em  $\text{CaCl}_2$  de 5,8; teores de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$  de respectivamente 2,7 e 0,6  $\text{cmol}_c.\text{dm}^3$ , 214  $\text{mg}.\text{dm}^3$  de  $\text{K}^+$ , 2,0  $\text{mg}.\text{dm}^3$  de P, 0,0  $\text{cmol}_c.\text{dm}^3$  de  $\text{Al}^{3+}$ , 12  $\text{g}.\text{kg}^{-1}$  de matéria orgânica e CTC total de 5,35  $\text{cmol}_c.\text{dm}^3$ . No que se refere à composição granulométrica, verificou-se que o solo apresentou 550  $\text{g}.\text{kg}^{-1}$  de argila, 130  $\text{g}.\text{kg}^{-1}$  de silte e 320  $\text{g}.\text{kg}^{-1}$  de areia.

Após a coleta, o solo foi destorroado e peneirado em malha de 4,00 mm para uniformização (Figura 1F). Em seguida, pelo método da estufa, determinou-se a umidade remanescente do solo, a qual serviu de base para o cálculo da quantidade de solo utilizada em cada vaso, que foram preparados mantendo a densidade de 1,1  $\text{Mg}.\text{m}^3$ . Além da caracterização do solo, procedeu-se também à caracterização dos insumos utilizados no experimento. Uma das fontes de fósforo avaliadas, o pó de rocha carbonatita fosfática, apresentou a seguinte composição química:  $\text{SiO}_2$ : 28,18%,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ : 20,84%,  $\text{MgO}$ : 4,34%,  $\text{CaO}$ : 12,27% e  $\text{P}_2\text{O}_5$ : 8,21%.

O ensaio foi conduzido em delineamento em blocos inteiramente casualizado (DBC), avaliando-se três fontes de fósforo (P) equivalente a 350  $\text{kg}.\text{ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ , sendo 100% de pó de rocha carbonatita fosfática (100% PR); 50% pó de rocha carbonatita fosfática + 50% de Super Fosfato Simples (50% PR + 50% SFS) e 100% Super Fosfato Simples (100% SFS), associado nove tratamentos envolvendo a inoculação/coinoculação de microrganismos solubilizadores: a) testemunha (sem inoculação), b) *Bacillus amyloliquefaciens* (Amy), c) *Bacillus aryabhattai* (Ary), d) *Cladosporium cladosporioides* (Cla), e) Amy + Ary, f) Amy + Cla, g) Ary + Cla, h)

Amy + Ary + Cla e i) *Trichoderma harzianum*, com 4 repetições, totalizando 108 unidades experimentais.

No momento da montagem dos vasos, determinou-se a massa exata de solo a ser adicionada em cada unidade experimental, com o auxílio de balança de precisão. Em seguida, incorporou-se as fontes de fósforo (100% PR, 50% PR + 50% SFS e 100% SFS), de maneira homogênea em todo solo de cada vaso. Nas unidades experimentais com 100% pó de rocha, foram adicionados 23,3 g de GOFÓS em cada vaso, para os vasos com 50% pó de rocha + 50% SFS, foram adicionados 11,65 g de PR + 3,80 g de SFS, e nos vasos com 100% de SFS, foram adicionados 7,60 g de SFS.



**Figura 1** – Organização dos vasos na casa de vegetação (A), plantio das mudas (B), muda evidenciando o bom desenvolvimento radicular (C), frascos de microrganismos em agitador durante 5 dias (D), inoculação de *Trichoderma harzianum* diluído (E) e solo destorroado e peneirado (F).

Os vasos foram identificados com números de 1 a 108 e organizados na casa de vegetação em quatro linhas, sendo cada linha correspondente a um bloco (Figura 1A). No dia 18 de outubro de 2024, procedeu-se o plantio manual das mudas de cana-de-açúcar do cultivar CTC4 (Figura 1B). Para isso, abriu-se uma pequena cova no centro de cada vaso, na qual foi inserida uma muda micropropagada. As mudas foram fornecidas por um viveiro comercial especializado na produção de mudas de cana-de-açúcar (Figura 1C). Durante o plantio, efetuou-

se uma padronização das mudas, selecionando-se apenas aquelas que apresentavam altura, diâmetro de colmo e desenvolvimento de raízes uniforme.

Sete dias após o plantio (em 25/10/2024), foi realizada a inoculação dos tratamentos biológicos com microrganismos bioessolubilizadores. A multiplicação de *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus aryabhattai* e *Cladosporium cladosporioides* ocorreu no laboratório de microbiologia do IF Goiano – Campus Iporá (Figura 1D). A aplicação foi conduzida manualmente, utilizando-se uma seringa graduada para depositar o inoculante diretamente na base de cada planta (Figura 1E). Em cada situação, respeitou-se a dose recomendada, considerando a concentração mínima de  $2 \times 10^8$  UFC.mL<sup>-1</sup>. Devido ao baixo volume de cada inoculante a ser aplicado por vaso, a alíquota total de cada tratamento biológico foi diluída em 150 mL de água destilada, sendo esta solução homogeneizada e em seguida, aplicou-se 10 mL dessa solução na base de cada planta, conforme cada tratamento correspondente.

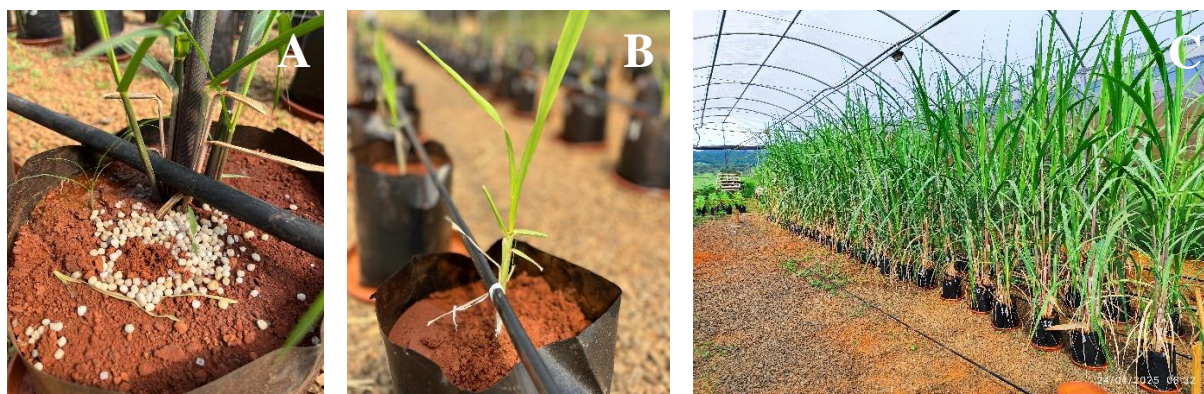
Após a inoculação, adicionou-se 1,0 kg de solo em cada vaso, distribuído sobre a superfície já existente, formando uma camada de cerca de 1,0 cm de espessura. Essa prática teve como objetivo evitar a desidratação dos microrganismos inoculados e favorecer sua interação com o sistema radicular das plantas. Em seguida, realizou-se a irrigação, assegurando proteção contra a radiação solar e manutenção da umidade adequada do solo para a sobrevivência dos microrganismos aplicados.

Para evitar deficiência de nitrogênio e enxofre, nutrientes em que a cana-de-açúcar é bastante exigente, 41 dias após o plantio (em 29/11/2024), realizou-se a aplicação de sulfato de amônio, na dosagem correspondente a 100 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (Figura 2A). A escolha desse fertilizante se deve, ainda, ao menor risco de perdas por volatilização, o que contribui para maior eficiência do nutriente aplicado e também por ser fonte de enxofre. Além dessa adubação, como tratamento fitossanitário foi necessário aplicar em 04/11/2024 o acaricida Abamex (200 mL.ha<sup>-1</sup> do produto comercial) e o inseticida Engeo Pleno (200 mL.ha<sup>-1</sup> do produto comercial). A pulverização foi efetuada com pulverizador costal, equipado com bico cônico de indução de ar, a fim de reduzir perdas por deriva durante a aplicação.

Durante todo o período experimental, a irrigação foi conduzida por gotejamento, de acordo com a necessidade hídrica das plantas. Utilizou-se mangueira equipada com gotejadores espaçados a cada 0,5 m, com vazão de 1,6 L.h<sup>-1</sup>. Cada vaso ficou posicionado sob um gotejador, garantindo uniformidade da irrigação em todo o experimento sempre que o sistema era acionado (Figura 2B). Nas fases iniciais de crescimento, devido à menor exigência de água, a irrigação foi realizada com menor frequência, variando de duas a três vezes por semana. Já nos últimos



30 dias de condução, com o maior porte das plantas, tornou-se necessário irrigar duas vezes ao dia, sendo as irrigações realizadas no início da manhã e no final da tarde (Figura 2C).



**Figura 2:** Aplicação de sulfato de amônio (A), mudas micropropagadas do cultivar CTC4 duas semanas após o plantio do experimento, com ênfase na posição dos vasos sob cada gotejador (B) e no momento da coleta final dos dados, 24/01/2024 (C).

Devido ao elevado tamanho das plantas e limitação dos vasos para o adequado crescimento das mesmas, a coleta do experimento foi realizada em 23/01/2025 (95 dias após o plantio). Inicialmente determinou-se o teor de clorofila no terço final da primeira folha totalmente expandida, utilizando-se o medidor portátil de clorofila Clorofilog 1030, da marca Falker. Em seguida, procedeu-se à contagem do número de perfilhos por vaso e do total de folhas plenamente desenvolvidas por planta. Também determinou-se a altura das plantas, com auxílio de uma fita métrica, e o diâmetro médio do colmo, por meio de um paquímetro digital (Figura 3A).



**Figura 3:** Avaliação do experimento (A), sistema radicular secando no sol (B) e sacos de papel em estufa à 65°C (C).

Após a coleta das informações, cada planta foi seccionada rente ao solo. Em seguida, a parte aérea de cada unidade foi separada manualmente em duas porções (folhas + ponteiros e colmos), sendo determinada a massa fresca dessas frações em balança de precisão. No mesmo

momento, retirou-se o vaso plástico e procedeu-se à lavagem das raízes até a completa remoção do solo. Logo após, o sistema radicular de cada planta ficou exposto ao sol para perda da umidade excedente (Figura 3B) e, posteriormente, acondicionado em sacos de papel e levado à estufa a 65°C até a secagem (Figura 3C). Quando todo o material aéreo (folhas e colmos) e radicular encontravam-se totalmente secos, realizou-se em balança de precisão a determinação da massa seca das amostras.

Após a coleta e organização, os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o Teste F ao nível de 5% de significância. Quando constatada diferença significativa entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do programa estatístico SASM-Agri.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As diferentes fontes de fósforo afetaram o desenvolvimento das plantas de cana-de-açúcar, refletindo em alterações na produção de fitomassa da parte aérea (Figura 5C) e das raízes (Figura 6B). Também foram observadas variações no teor de clorofila das folhas (Figura 4A), no número de perfilhos (Figura 4B) e na quantidade de nós por planta (Figura 4C).

Quanto ao índice SPAD “indicador do teor de clorofila nas folhas” (Figura 4A), verificou-se que as plantas cultivadas nos vasos com adição de carbonatito fosfático (GOFÓS – 100% PR) apresentaram maior valor médio, diferindo estatisticamente das plantas que receberam apenas superfosfato simples (100% SFS). Ao comparar o índice SPAD médio das plantas tratadas somente com GOFÓS (100% PR), com aqueles obtidos nos tratamentos com 50% PR + 50% SFS e 100% SFS, o uso desta fonte de P proporcionou incrementos de respectivamente 2,4% e 4,9%.

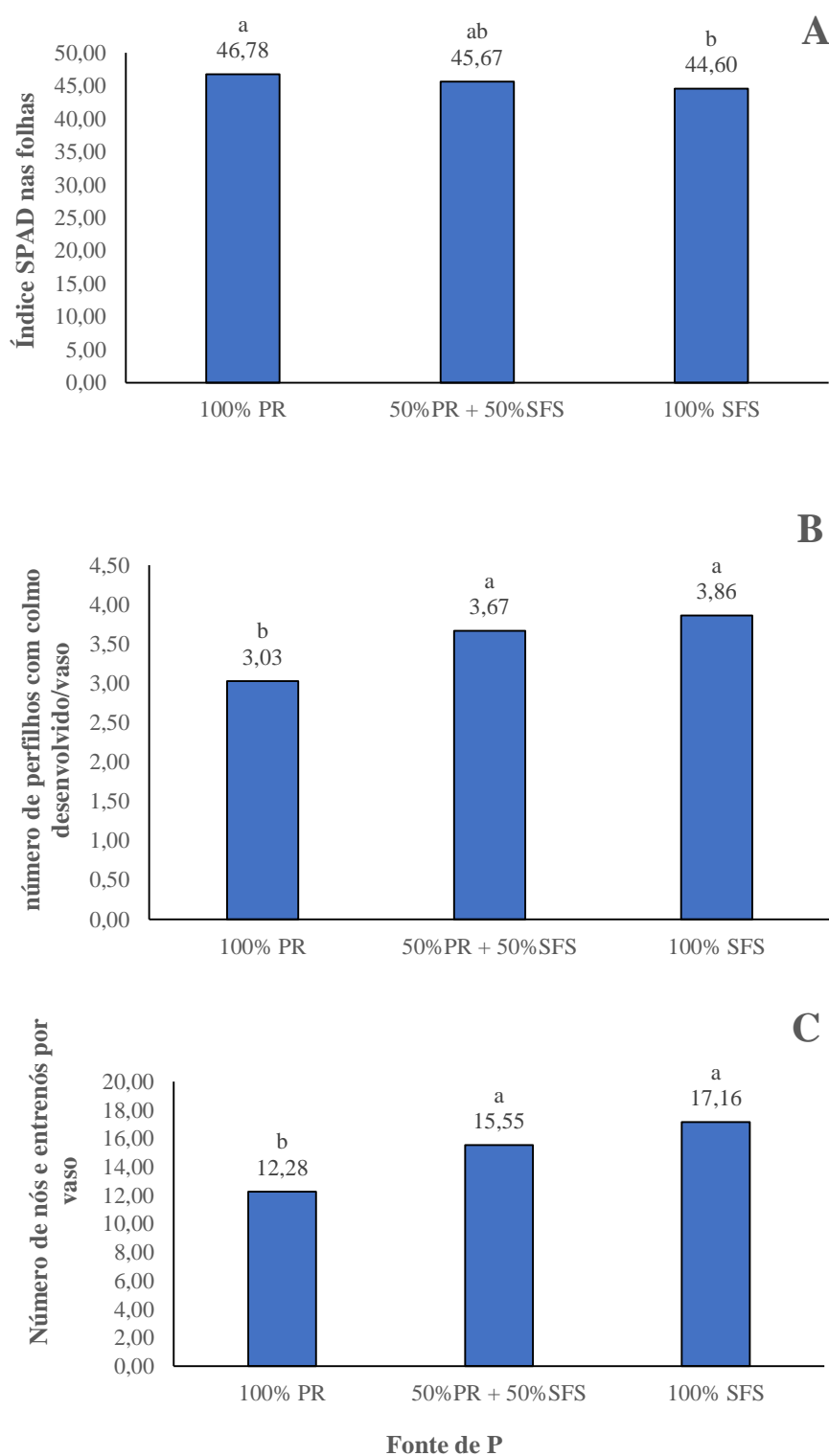
O índice SPAD, é utilizado para estimar o teor de clorofila nas folhas e, consequentemente, o estado nutricional quanto ao suprimento de nitrogênio para as plantas. Baixos valores indicam plantas com deficiência em N, no entanto, esses valores não representam isoladamente aumento ou redução na produtividade, sendo necessário analisá-los em conjunto com outros parâmetros biométricos associados ao desenvolvimento das plantas e componentes de produção. Além disso, o SPAD também é influenciado pela disponibilidade de fósforo, pela concentração de pigmentos e pela eficiência fotossintética. Assim, quando o fósforo não se apresenta como fator limitante, as variações nos valores de SPAD tendem a ser pequenas (Kayoumu *et al.*, 2023). Ao analisar conjuntamente os índices de biomassa obtidos neste estudo com o índice SPAD, verifica-se que a combinação de 50% PR + 50% SFS



proporcionou um desempenho produtivo semelhante ao uso exclusivo de SFS. Isso indica que uma fração do fosfato solúvel pode ser substituída pelo PR sem causar perdas agronômicas na fase avaliada. Essa interpretação é compatível com os resultados relatados por outro estudo, no qual a aplicação de torta de filtro, utilizada como fonte de nutrientes e matéria orgânica, associada ao superfosfato triplo (TSP), também promoveu maior disponibilidade de fósforo no solo e, consequentemente, melhor absorção desse nutriente pela cana-de-açúcar (Soares *et al.*, 2021). Assim, observa-se que o uso combinado de fontes orgânicas ou minerais de liberação lenta com fertilizantes fosfatados solúveis pode representar uma estratégia eficiente para otimizar a disponibilidade de fósforo e manter o desempenho produtivo da cultura.

Por outro lado, para as variáveis número de perfilhos por planta (Figura 4B), número de nós e entrenós por planta (Figura 4C), os maiores valores foram observados nas plantas cultivadas com 50% PR + 50% SFS e naquelas adubadas com 100% SFS, não havendo diferença estatística significativa entre esses tratamentos. Ambos, entretanto, apresentaram desempenho superior em relação às plantas cultivadas com 100% PR. Ao comparar o número de perfilhos nas plantas cuja fonte de fósforo foi exclusivamente o carbonatito fosfático (100% PR), observa-se que esse valor foi 17,4% inferior ao das plantas submetidas ao tratamento com 50% PR + 50% SFS, e 21,5% inferior ao das plantas adubadas com 100% SFS. Comportamento semelhante foi verificado para o número médio de nós e entrenós, sendo os valores observados nas plantas com 100% PR 21,02% inferiores aos do tratamento com 50% PR + 50% SFS e 28,4% inferiores aos das plantas cultivadas com 100% SFS.

A emissão e o desenvolvimento de perfilhos constituem um importante indicador morfofisiológico da produtividade da cultura da cana-de-açúcar. Neste estudo, os tratamentos com aplicação de 100% SFS e 50% PR + 50% SFS apresentaram desempenho superior quanto ao número de perfilhos, em comparação ao tratamento com 100% PR. Resultados semelhantes foram observados por Santos *et al.*, (2025), onde observaram que a aplicação de fosfato solúvel no plantio favorece os indicadores de desenvolvimento inicial e a qualidade das mudas, constituindo um valor relevante para a brotação da cana-de-açúcar.



**Figura 4.** Índice SPAD referente ao teor de clorofila na folha 3+ (A), número total de perfilhos com colmos desenvolvidos (B) e número total de nós e entrenós por vaso (C) em cana-de-açúcar com diferentes fontes de P, sendo pó de rocha de carbonatito fosfático (100% PR), Superfosfato Simples (100% SFS) e meio a meio (50% PR + 50% SFS). Médias seguidas da mesma letra indicam não haver diferença significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5,0 de probabilidade.

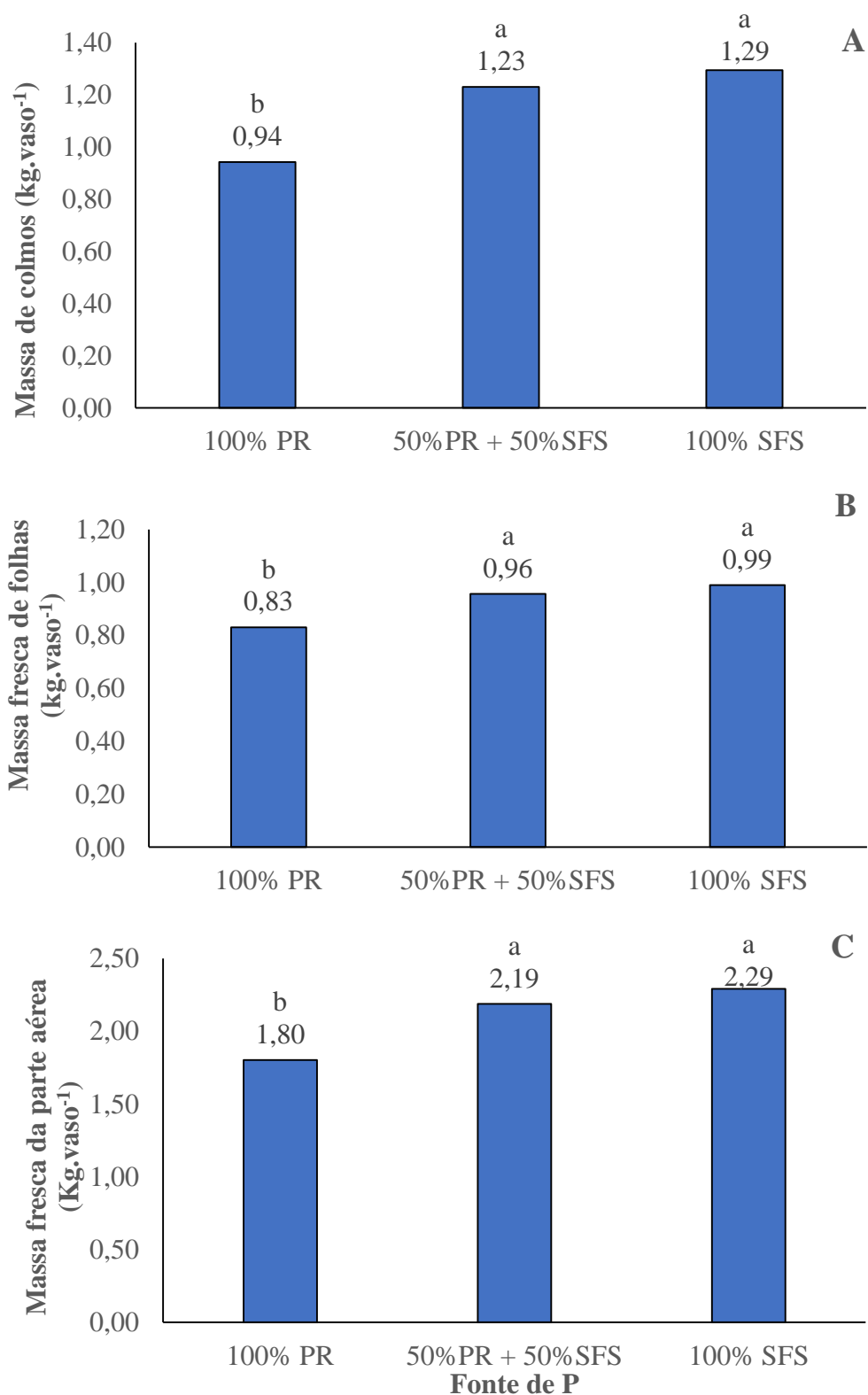
Devido à elevada solubilidade do fósforo presente no superfosfato simples, há maior estímulo à divisão celular e aceleração da atividade metabólica nas etapas iniciais, o que

contribuiu para o aumento do perfilhamento. Já o pó de rocha, por outro lado, não apresenta essa característica, sendo considerado um remineralizador de liberação lenta (Martins *et al.*, 2010). A limitação na disponibilidade de fósforo nas fases iniciais do desenvolvimento pode causar prejuízos permanentes ao crescimento das plantas, como observado em estudos com outras culturas, nos quais o fornecimento tardio de fósforo não foi capaz de compensar a deficiência inicial.

Dessa forma, o menor número de perfilhos, bem como o menor número de nós e entrenós observados nas plantas submetidas ao tratamento contendo apenas GOFÓS como fonte de P, mesmo com a aplicação equivalente de  $P_2O_5$  em todos os tratamentos ( $350 \text{ kg.ha}^{-1}$ ), sugere que esse material, por se caracterizar como um fertilizante natural, apresenta liberação gradual de fósforo, o que pode ter limitado o desenvolvimento inicial das plantas. No entanto, os resultados apresentados nas Figuras 4B e 4C indicam que a substituição de 50% da dose de SFS por GOFÓS é viável, não ocasionando reduções significativas na emissão de perfilhos por planta, nem no número de nós e entrenós.

A maior produção de fitomassa nas plantas submetidas aos tratamentos com 50% PR + 50% SFS e 100% SFS pode ser evidenciada na Figura 2. Para a produção de massa fresca de colmos (Figura 5A), variável de relevante importância para a produtividade da cana-de-açúcar, os maiores valores foram observados nos referidos tratamentos, sendo 30,8% e 37,2% superiores, respectivamente, ao valor médio obtido nas plantas cultivadas exclusivamente com GOFÓS (100% PR). Comportamento semelhante foi registrado para a massa fresca de folhas (Figura 5B), na qual os mesmos tratamentos apresentaram incrementos de 15,6% e 19,2% em relação às plantas cultivadas somente com GOFÓS. A maior produção de massa de folhas resultou, conseqüentemente, em aumento da massa fresca total da parte aérea (Figura 5C), com incremento de 21,6% e 27,2% nos tratamentos 50% PR + 50% SFS e 100% SFS, respectivamente, em comparação às plantas cultivadas exclusivamente com GOFÓS.

Estudos de campo com a cultura da cana-de-açúcar indicam que, sob determinadas condições de solo e clima, o tipo de fonte fosfatada utilizada pode não influenciar de forma expressiva seu desempenho, possibilitando a substituição total ou parcial de fontes mais solúveis por outras de menor reatividade. Nessa perspectiva, Bonini *et al.*, (2021) verificaram que o grau de flocculação da argila nas três camadas avaliadas (0-0,10, 0,10-0,20 e 0,20-0,40 m) apresentou comportamento semelhante entre diferentes doses de MAP com e sem adição de polímero. Além disso, estes autores também não constataram diferenças estatísticas entre os tratamentos que utilizaram fosfato solúvel e o fosfato natural (GOFÓS), aplicado na dose de  $120 \text{ kg.ha}^{-1}$ .

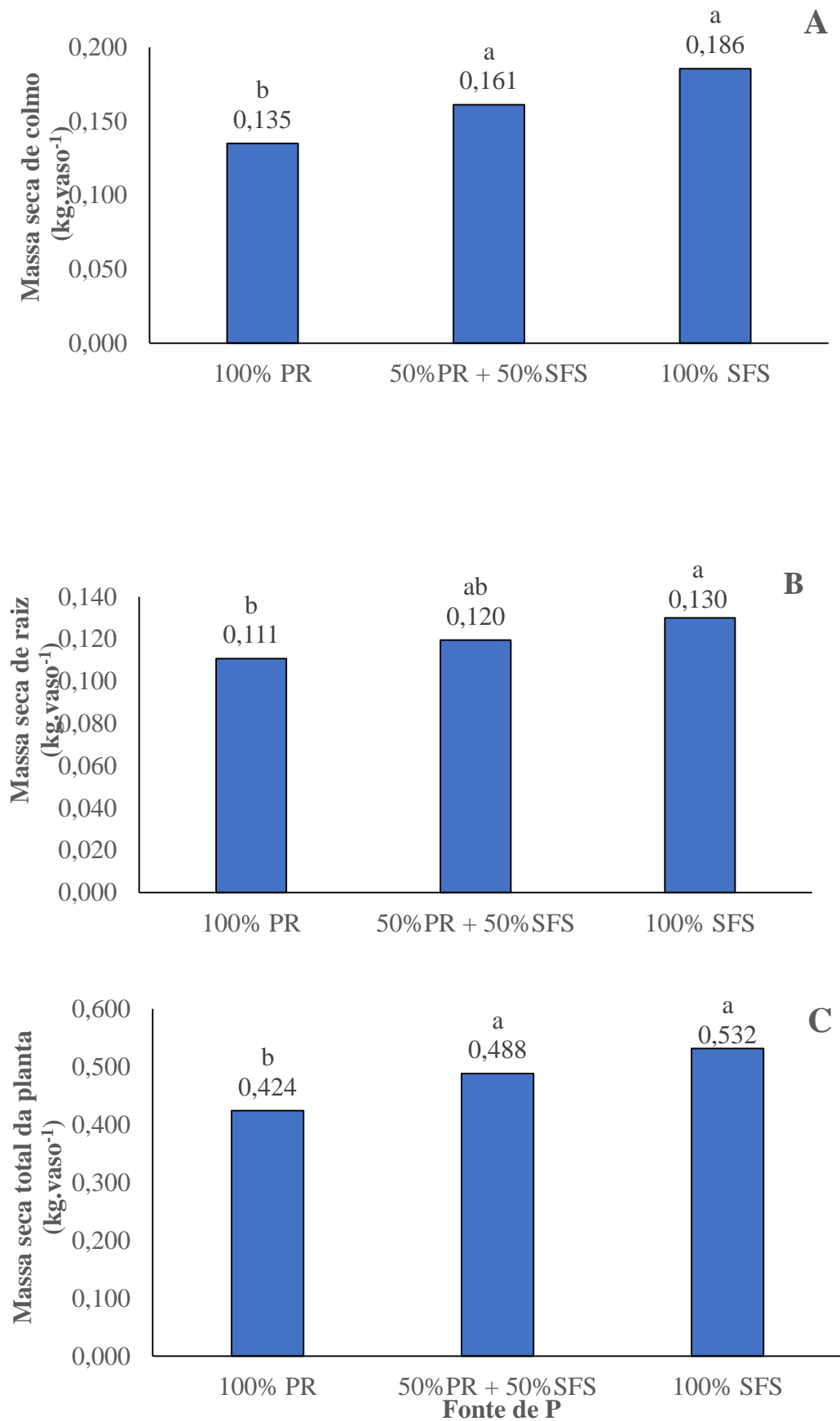


**Figura 5.** Massa fresca de colmo (A), massa fresca de folhas (B) e massa fresca total de cana-de-açúcar aos 95 dias após o plantio com diferentes fontes de P (pó de rocha de carbonatito fosfático (100% PR), Superfosfato Simples (100%SFS) e meio a meio (50% PR + 50% SFS). \*Médias seguidas da mesma letra indica não haver diferença significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5,0 de probabilidade.

Em relação à produção de fitomassa seca, observou-se comportamento bastante semelhante ao descrito para a massa fresca. As maiores médias de fitomassa seca de colmos (Figura 6A), de raízes (Figura 6B) e fitomassa seca total das plantas (Figura 6C) foram registradas nas plantas que receberam como fonte de P a combinação de 50% PR + 50% SFS, bem como naquelas adubadas com 100% de SFS.

Ao analisar essas variáveis de forma integrada, verifica-se que a substituição de 50% do fósforo solúvel pelo carbonatito fosfático apresenta-se como uma opção agronomicamente interessante, visto que, até o momento da coleta do experimento, a produção de fitomassa permaneceu comparável à obtida com fontes solúveis de P. Esses resultados sugerem, do ponto de vista técnico, que essa substituição constitui uma alternativa viável. Entretanto, estudos adicionais em campo por período de tempo prolongado são necessários, visando averiguar se esse padrão de resposta se mantém em termos de produtividade da cana-de-açúcar. Esse resultado confirma evidências de que, na cultura da cana, o tipo de fonte fosfatada pode não impactar significativamente o rendimento quando o manejo favorece a disponibilidade de fósforo na rizosfera. Além disso, arranjos organominerais tendem a preservar a eficiência agrônoma e otimizar a relação custo-benefício (Crusciol *et al.*, 2020). De forma adicional, o efeito residual do uso de remineralizadores de solo, quando associado à matéria orgânica e à atividade microbiana no solo pode gerar ganhos significativos para o desenvolvimento e produtividade da cana (Lopes *et al.*, 2021). Esse comportamento corresponde aos resultados obtidos neste estudo, nos quais a combinação de uma fonte de fósforo de liberação imediata com uma de liberação lenta (efeito residual) resultou em produção de fitomassa comparável aquela obtida com o uso exclusivo de SFS. Tal estratégia de adubação mostra-se interessante do ponto de vista agrônomo, ao possibilitar a redução do uso de fertilizantes fosfatados solúveis importados e de alto custo, e do ponto de vista ambiental, ao contribuir para maior sustentabilidade do sistema produtivo.

Na Figura 7, é apresentado o efeito da interação entre microrganismos inoculados e as diferentes fontes de P na produção de massa seca de raízes por planta. Quando se utilizou como fonte de fósforo apenas o Superfosfato simples (100% SFS), a maior produção de massa seca de raízes foi observada com a inoculação individual de *Bacillus amyloliquefaciens* (Amy) e de *Trichoderma harzianum*. Por outro lado, quando em coinoculação, o maior desenvolvimento do sistema radicular foi registrado com a combinação de *Bacillus aryabhattai* (Ary) + *Cladosporium cladosporioides* (Cla).



**Figura 6.** Massa seca de colmo (A), massa seca de raiz (B) e massa seca total da parte aérea da cana-de-açúcar aos 95 dias após o plantio com diferentes fontes de P, sendo, pó de rocha de carbonatito fosfático (100% PR),

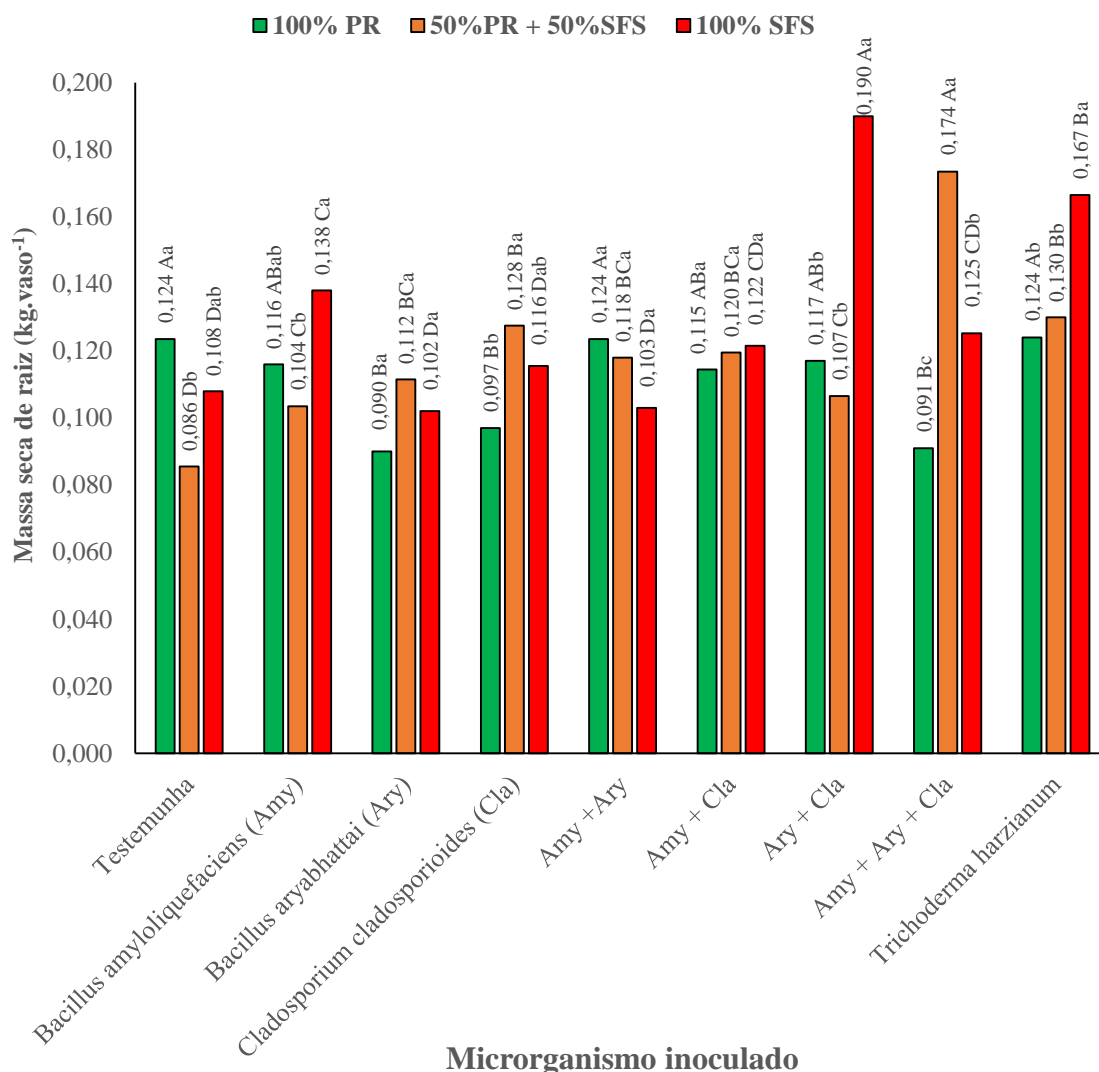
Superfosfato Simples (100% SFS) e meio a meio (50% PR + 50% SFS). \*Médias seguidas da mesma letra indica não haver diferença significativa pelo teste de Tukey ao nível de 5,0% de probabilidade.

Quando 50% do fósforo solúvel foi substituído por GOFÓS (50% PR + 50% SFS), o maior crescimento e produção de raízes ocorreram com a coinoculação de Amy + Ary + Cla. Já na utilização exclusiva do carbonatito fosfático como fonte de P (100% PR), comparado a testemunha (sem inoculação), houve redução significativa na massa seca de raízes das plantas inoculadas individualmente com *Bacillus aryabhatai* (Ary), *Cladosporium cladosporioides* (Cla) e na coinoculação de Amy + Ary + Cla. Esses resultados indicam que a fonte de P utilizada exerce influência sobre a atividade e multiplicação dos microrganismos testados, refletindo diretamente no desenvolvimento do sistema radicular da cana-de-açúcar. Portanto, a escolha da fonte de fósforo deve ser considerada ao definir os organismos a serem utilizados no manejo da cultura.

Nos tratamentos com 100% de PR, o desenvolvimento inicial das plantas e de seu sistema radicular foi mais limitado, possivelmente em função da liberação gradual do fósforo presente no material. Parte desse nutriente pode ainda ter sido temporariamente imobilizada pelos microrganismos do solo, que também o utilizam na síntese de biomassa, resultando consequentemente na menor disponibilidade temporária deste elemento, o que pode ter contribuído para o menor desenvolvimento do sistema radicular observado. Essa menor disponibilidade inicial é coerente com resultados da literatura, que indicam que a coinoculação de microrganismos amplia a disponibilidade de fósforo apenas quando há oferta desse nutriente no solo (Ríos-Ruiz *et al.*, 2024).

Dentre os microrganismos avaliados de forma isolada, o *Bacillus amyloliquefaciens* destaca-se por possuir características de rizobactérias promotoras de crescimento de plantas (PGPR), como a produção de AIA, a síntese de enzimas e a atuação na promoção do crescimento e na defesa das plantas (Kazerooni *et al.*, 2021). De maneira similar, o *Bacillus aryabhatai* tem sido descrito por sua capacidade de colonizar as raízes, produzir ácido indol-3-acético (AIA) e compostos orgânicos voláteis (VOCs), além de promover o aumento da biomassa e a melhoria dos parâmetros radiculares (Mun B.G. *et al.*, 2024). No entanto, sua microbiota, devido a lenta disponibilidade de P, pode ter temporariamente proporcionado uma competição por este elemento com a cana-de-açúcar. Por outro lado, quando na presença de uma fonte solúvel de P, associado a sua coinoculação com *Cladosporium cladosporioides*, características que contribuem para a promoção do crescimento vegetal confirmadas por meio de testes funcionais (Raut *et al.*, 2021), resultou em efeito sinérgico, proporcionando

incremento significativo na produção de fitomassa pelo sistema radicular (Figura 7). Além disso, Bononi *et al.*, (2020) destacam que *Trichoderma* spp. apresenta capacidade de solubilizar fosfatos e aumentar a absorção de P, favorecendo o crescimento das plantas em diversas culturas, características estas que contribuem para justificar o maior desenvolvimento do sistema radicular da cana-de-açúcar quando inoculada com este microrganismo.



**Figura 7.** Massa seca de raiz da cana-de-açúcar “cultivar CTC 4” aos 95 dias após o plantio em função das fontes de fósforo testadas (100% PR – pó de rocha derivado de carbonatito fosfático, 100% SFS – Superfosfato Simples e 50% PR + 50% SFS) e dos microrganismos inoculados no momento do plantio. Iporá, Goiás. 2025. \*Letras maiúsculas comparam o efeito das fontes de fósforo entre os microrganismos inoculados e letras minúsculas comparam o efeito das fontes de fósforo dentro de cada tratamento microbiológico testado.

Pan e Cai, (2023); Silva *et al.*, (2023) destacam que o P é um dos nutrientes mais limitantes na agricultura, devido à sua tendência de se fixar aos colóides do solo, transformando-se em formas pouco disponíveis, como fosfato de cálcio em solos alcalinos ou

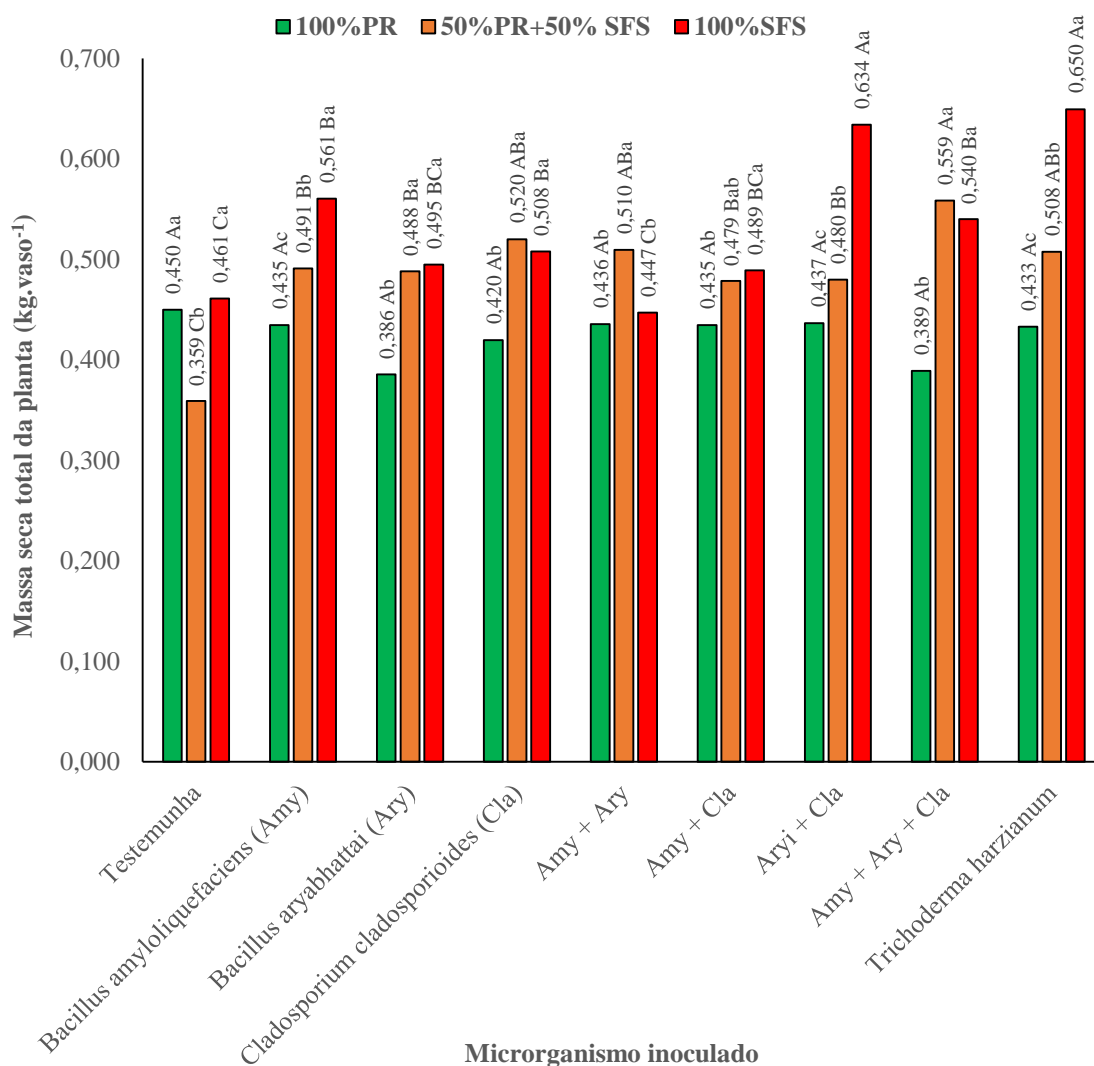


complexos com ferro e alumínio em solos ácidos. Microrganismos solubilizadores de fósforo aumentam a fração disponível desse nutriente e, adicionalmente, modulam hormônios vegetais, influenciando a arquitetura e o desenvolvimento do sistema radicular das plantas, o que resulta em maior eficiência na utilização do fósforo. Levando em conta os resultados obtidos durante a fase de desenvolvimento da cana-de-açúcar (até 95 dias após o plantio), verificou-se que, ao utilizar exclusivamente uma fonte de P pouco solúvel, como o GOFÓS, a inoculação das plantas, mesmo nos tratamentos com melhor desempenho, não apresentou diferença estatística em relação à testemunha quanto à massa de raiz, indicando que é necessário maior período de tempo para sua dissolução e liberação deste nutriente para a cultura.

Em contrapartida, quando foi utilizada uma fonte solúvel de P, com o Superfosfato Simples (100% SFS), o maior desenvolvimento do sistema radicular (Figura 7) nos tratamentos com *Bacillus amyloliquefaciens* (Amy) e *Trichoderma harzianum*, a coinoculação com *Bacillus aryabhattai* (Ary) + *Cladosporium cladosporioides* (Cla), resultou também em aumento significativo da produção de fitomassa seca total da planta (Figura 8). Ao se comparar os dados obtidos com o uso de Superfosfato simples (100% SFS), com os obtidos com 100% PR e 50% PR + 50% SFS, a inoculação com *B. amyloliquefaciens*, associado a esta fonte de P resultou em aumento da produção de fitomassa seca total de respectivamente 28,9% e 12,8%. Já a coinoculação com *B. aryabhattai* e *C. cladosporioides* elevou a produção em 45,0% e 9,8%, enquanto a inoculação com *T. harzianum* proporcionou incrementos de 48,7% e 16,2%.

Quando houve substituição de metade do P solúvel por uma fonte natural (50% PR + 50% SFS), a inoculação com *Bacillus aryabhattai*, *Cladosporium cladosporioides*, assim como a coinoculação de Amy + Ary + Cla, resultou em maior produção de fitomassa seca da parte aérea das plantas. Nesses tratamentos, os valores obtidos foram similares aos observados com 100% SFS, indicando que, sob essas condições, parte do P solúvel pode ser substituída pelo GOFÓS sem prejudicar o crescimento inicial da fitomassa da cana.

Além de aumentar a disponibilidade de P, Silva *et al.* (2023) salientam que os microrganismos podem atuar de forma complementar na promoção do crescimento vegetal. Dentre os mecanismos diretos e indiretos de ação dos mesmos, destaca-se a produção de fitohormônios que contribui para o crescimento e desenvolvimento das plantas (Tripathi *et al.*, 2025). Adicionalmente, a produção microbiana de antibióticos, metabólitos secundários e compostos biossurfactantes (Maitlo *et al.*, 2025) contribui para induzir a defesa da planta hospedeira, proporcionando condições mais favoráveis ao seu desenvolvimento e maior resistência a estresses bióticos.



**Figura 8.** Massa seca total da cana-de-açúcar “cultivar CTC 4” aos 95 dias após o plantio em função das fontes de fósforo testadas (100% PR – pó de rocha derivado de carbonatito fosfático, 100% SFS – Super Fosfato Simples e 50% PR + 50% SFS) e dos microrganismos inoculados no momento do plantio. Iporá, Goiás. 2025. \*Letras maiúsculas comparam o efeito das fontes de fósforo entre os microrganismos inoculados e letras minúsculas comparam o efeito das fontes de fósforo dentro de cada tratamento microbiológico testado.

No presente estudo, a utilização de microrganismos isolados ou em coinoculação mostrou-se capaz de modular a resposta fisiológica da cana-de-açúcar e favorecer seu crescimento, promovendo maior acúmulo de fitomassa tanto na parte aérea quanto nas raízes. Para as fontes de P testadas, 100% SFS e 50% PR + 50% SFS, a inoculação desses microrganismos exerceu um papel relevante no desenvolvimento das plantas, refletindo-se no incremento da produção de fitomassa total (Figura 8) e no crescimento radicular (Figura 7), demonstrando seu potencial promissor para aplicação na cultura da cana-de-açúcar.

Em contrapartida, quando foi utilizada exclusivamente uma fonte de P pouco solúvel, como GOFÓS (100% PR), os microrganismos não apresentaram efeito significativo sobre a produção de fitomassa aérea (Figura 8). Esse resultado pode ser atribuído à liberação lenta de

P dessa fonte, aliada à competição dos microrganismos pelo nutriente disponível, reduzindo temporariamente a sua disponibilidade para a planta, o que possivelmente limitou o crescimento da cana e a acumulação de fitomassa aérea (Silva *et al.*, 2023).

A despeito destes resultados agronomicamente menos interessantes da ação dos microrganismos frente ao desenvolvimento das plantas cultivadas tendo somente o pó de rocha de carbonatito-fosfático como fonte de P, seu uso torna-se relevante e promissora quando se visa reduzir o uso de fontes solúveis deste nutriente, bem como a dependência de fertilizantes importados pelos produtores da região. Considerando a dose de 350 kg.ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> utilizada no ensaio, e o preço de aquisição por tonelada do GOFÓS de R\$ 445,00 e do SFS de R\$ 2.200,00, o uso de 100% PR, 50% PR + 50% SFS e 100% SFS, resulta em um custo total da adubação fosfatada por hectare de respectivamente R\$ 1.832,00; 2.742,00 e 3.652,00 por hectare de cana-de-açúcar cultivado. Neste contexto, considerando os dados obtidos, a substituição de metade do SFS pelo GOFÓS, resultaria em uma redução de aproximadamente em 25,0% nos custos da adubação fosfatada, sem afetar o desenvolvimento das plantas, o que torna esta alternativa economicamente atraente. Porém é necessário desenvolver mais estudos buscando identificar alternativas para sua maior solubilização, bem como, por ser um fertilizante contendo vários elementos nutrientes, entender melhor qual é sua influência nos atributos, químicos, físicos e biológicos do solo no decorrer dos anos de uso do mesmo.

#### 4 CONCLUSÕES

O uso do carbonatito fosfático (GOFÓS) como fonte alternativa de P demonstrou-se agronomicamente interessante no cultivo da cana-de-açúcar. A substituição de 50% do SFS pelo pó de rocha derivado do carbonatito fosfático não comprometeu o crescimento e o desenvolvimento inicial das plantas, evidenciando seu potencial como insumo sustentável. Por outro lado, somente seu uso como fonte de P, devido sua lenta solubilização, reduziu o desenvolvimento da cana-de-açúcar.

Os microrganismos utilizados responderam de forma diferenciada as fontes de P. Na presença de fontes solúveis, a inoculação de *B. amyloliquefaciens*, *B. aryabhatai*, *C. cladosporioides* e *T. harzianum* e a coinoculação de Ary + Cla e Amy + Ary + Cla demonstrou ser mais promissora, resultando em melhor desenvolvimento da cana-de-açúcar. Já com o uso exclusivo do pó de rocha, devido sua lenta solubilização, a inoculação de *B. aryabhatai*, *C. cladosporioides* e a coinoculação de Amy + Ary + Cla, podem afetar negativamente o desenvolvimento inicial do sistema radicular da cana-de-açúcar.

## 5 AGRADECIMENTOS

Ao IF Goiano pelo apoio de logística e infraestrutura, a Edem Agrominerais/Neofertil, ao CEBIO-UTT Iporá pela parceria e apoio financeiro para realização desta pesquisa e a todos os colegas e servidores que contribuíram para a realização desta pesquisa.

## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADHIKARI, A.; KANG, S. M.; KAZEROONI, E. A.; KIM, L. R.; LEE, I. J.; MAHARACHIKUMBURA, S. S. N.; SADI, A. M. Rhizospheric *Bacillus amyloliquefaciens* protects *Capsicum annuum* cv. Geumsugangsan from multiple abiotic stresses via multifarious plant growth-promoting attributes. **Frontiers in plant science**, v. 12, p. 669693, 2021.

AGRO INSPER. **Dependência brasileira de fertilizantes: panorama e desafios para o Agro**. São Paulo: Insper Agro Global, 2025. Acesso em: 14 out. 2025.

BONINI, C. S. B. dos.; ALVES, M. C.; HEINRICHS, R.; BORIM, W. E.; SOUZA, J. A. L. de.; MOREIRA, B. R. A.; OLIVEIRA, C. L. B. de. Produtividade da cana-de-açúcar e qualidade do solo utilizando diferentes doses e fontes de fósforo no Oeste do Estado de São Paulo, Brasil. **Optimización de los procesos de extracción de biomasa sólida para uso energético**, p.31, 2021.

BONONI, L.; BARBOSA, L.; ARAÚJO, W. L.; et al. Phosphorus-solubilizing *Trichoderma* spp. from Amazon soils improve soybean plant growth. **Scientific Reports**, v. 10, e17576, 2020. DOI: 10.1038/s41598-020-59793-8.

BRASIL. **Plano Nacional de Fertilizantes 2050**: uma estratégia para os fertilizantes no Brasil. Brasília: MDIC/SDIC, 2022. ISBN 978-65-981379-4-6. Acesso em: 14 out. 2025.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Acompanhamento da safra brasileira – cana-de-açúcar – safra 2024/2025, 4º levantamento. Brasília. 45 p. 2025.

CRUSCIOL, C. A. C.; ROSSATO, O. B.; PARIZ, C. M. Adubação organomineral fosfatada na cana-de-açúcar: desempenho agrônomo e sustentabilidade. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 9, n. 2, p. 102-121, 2020. DOI: 10.32358/gebct.v9i2.768.

EMBRAPA. **Fertilidade do solo e adubação em cana-de-açúcar**. Brasília: Embrapa, 2024. Acesso em: 14 out. 2025.

ESTRADA-BONILLA, G. A.; DURRER, A.; CARDOSO, E. J. B. N. Use of compost and phosphate-solubilizing bacteria affect sugarcane mineral nutrition, phosphorus availability, and the soil bacterial community. **Applied Soil Ecology**, v. 157, art. 103760, 2021. DOI: 10.1016/j.apsoil.2020.103760.

FENG, Y.; HE, J.; ZHANG, H.; et al. Phosphate-solubilizing microorganisms: a sustainability strategy to improve urban ecosystems. **Frontiers in Microbiology**, v. 15, 2024. DOI: 103389. 2024.

FORMANN, S.; HAHN, A.; JANKE, L.; STINNER, W.; STRÄUBER, H.; LOGROÑO, W.; NIKOLAUSZ, M. Beyond sugar and ethanol production: value generation opportunities through sugarcane residues. **Frontiers in Energy Research**, v. 8, art. 579577, 2020.

GARCÍA-BERUMEN, J. A.; FLORES DE LA TORRE, J. A.; VILLALOBOS, S. S.; et al. Phosphorus dynamics and sustainable agriculture: the role of microbial solubilization and innovations in nutrient management. **Current Research in Microbial Sciences**, v. 8, art.100326, 2025. DOI: 10.1016/j.crmicr.2025.100326.

ILSA BRASIL. **Cana-de-açúcar no Brasil: relevância econômica e produtiva**. 2023. Acesso em: 14 out. 2025. CropLife. Disponível em: <https://croplifebrasil.org/cana-de-acucar-uma-cultura-de-sucesso-para-a-economia-brasileira/>

KAYOUMU, A.; DUBEY, N.; LEI, Y.; et al. Chlorophyll content and SPAD values as indicators of plant physiological status: recent advances and perspectives. **Antioxidants**, v.12, n. 8, 1521, 2023. DOI: 10.3390/antiox12081521.

LOPES, C. M.; MIRANDA SILVA, A. M.; ESTRADA-BONILLA, G. A.; et al. Improving the fertilizer value of sugarcane wastes through phosphate rock amendment and phosphate-solubilizing bacteria inoculation. **Journal of Cleaner Production**, v. 298, 126821, 2021. DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.126821.

LAJÚS, C. R.; LUZ, G. L. da.; SILVA, C. G. da.; DALCANTON, F.; BARICHELO, R.; SAUER, A. V. Aspectos qualitativos e quantitativos de variedades de alface submetidas a concentrações de pó de rocha em cultivo orgânico. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.5, p.49489-49512, 2021.

MAITLO, M. A.; QAZI, M. A.; SHAIKH, S. H.; PHULPOTO, I. A.; MAILTO, R. R.; BHATTI, M. S. I.; TALPUR, M. A. M.; MIRBAHAR, Q.; SHAR, A. H. Microbial biosurfactants: A review of their classification and multidimensional applications. **Plant and Animal Research**, v. 4, n. 2, p. 155-163, 2025. DOI: <https://doi.org/10.71454/PA.004.02.0113>.

MARTINS, É. S.; RESENDE, Á. V.; OLIVEIRA, C. G.; FURTINI NETO, A. E. Materiais silicáticos.... In: Agrominerais para o Brasil. CETEM/MCT, 2010. p. 89–104. Disponível em: capítulo (cap. 5) / livro completo.

MUN, B. G.; HUSSAIN, A.; PARK, Y. G.; KANG, S. M.; LEE, I. J.; YUN, B. W. The PGPR *Bacillus aryabhattai* promotes soybean growth via nutrient and chlorophyll maintenance and the production of butanoic acid. **Frontiers in Plant Science**, v. 15, p. 1341993, 2024.

NUNES, J. M. G.; KAUTZMANN, R. M.; OLIVEIRA, C. Evaluation of the natural fertilizing potential of basalt dust wastes from the mining district of Nova Prata (Brazil). **Journal of Cleaner Production**, v. 84, p. 649-656, 2014.

OGINO, A. C.; LOPES, A. S.; LANA, M. A. P.; et al. **Dependência brasileira de fertilizantes e oportunidades de investimento**. Brasília: Ipea, 2023. (Texto para Discussão). Acesso em: 14 out. 2025.

PAN, F.; CAI, G. Phosphate-solubilizing bacteria: from mechanisms to application in sustainable agriculture. *Plants*, v. 12, n. 22, 3917, 2023. DOI: 10.3390/plants12223917.

RĂUT, J.; CĂLIN, M.; CAPRĂ, L.; CURBAN, A. M.; DONI, M.; RADU, N.; JECU, L. Cladosporium sp. Isolate as fungal plant growth promoting agente. **Agronomy**, v.11, n.2, p. 392, 2021.

REIS, G. A. dos.; SOUZA, A. R.; SILVA, M. J.; et al. Comprehensive review of microbial inoculants: Agricultural applications, technology trends in patents and regulatory frameworks. **Sustainability**, v. 16, n. 19, p. 8720, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/19/8720>. Acesso em: 14 out. 2025.

RÍOS-RUIZ, W. F.; TARRILLO-CHUJUTALLI, R. E.; ROJAS-GARCÍA, J. C.; et al. The biotechnological potential of plant growth-promoting rhizobacteria isolated from maize cultivations in Peru. **Plants**, v. 13, n. 15, 2075, 2024. DOI: 10.3390/plants13152075.

SANTOS, E. A. D.; SOARES, F. A. L.; TEIXEIRA, M. B.; SILVA, E. C. D.; SOUSA, A. E. C.; VALE, L. S. R. Effect of Organic and Mineral Phosphate Fertilization of the Plant Cane and First Ratoon on Agronomic Performance and Industrial Quality of the Second Ratoon in the Brazilian Cerrado Region. **Agronomy**, v. 15, n. 8, p. 2004, 2025.

SANTOS, V. R. dos; MOURA FILHO, G.; ALBUQUERQUE, A. W.; et al. Crescimento e Produtividade agrícola de cana-de-açúcar em diferentes fontes de fósforo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 4, p. 389-396, 2009. DOI: 10.1590/S1415-43662009000400004.

SARMAH, R.; SARMA, A. K. Phosphate solubilizing microorganisms: a review. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 54, p. 1306-1315, 2023. DOI: 10.1080/00103624.2022.2142238.

SCHÜTZ, L.; GATTINGER, A.; MEIER, M.; MÜLLER, A.; BOLLER, T.; MÄDER, P.; MATHIMARAN, N. Improving Crop Yield and Nutrient Use Efficiency via Biofertilization – A Global Meta-analysis. **Frontiers in Plant Science**, v.8, p. 2204, 2018.

SILVA, C. P. D.; GUEDES, C. A.; GURGEL, A. D. M.; COSTA, P. F. F. D. (2021). Condições de trabalho no cultivo da cana-de-açúcar no Brasil e repercussões sobre a saúde dos canavieiros. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, 46, e22.

SILVA, L. I. D.; PEREIRA, M. C.; CARVALHO, A. M. X. D.; BUTTRÓS, V. H.; PASQUAL, M.; DÓRIA, J. Phosphorus-solubilizing microorganisms: a key to sustainable agriculture. **Agriculture**, v.13, n.2, p. 462, 2023.

SOARES, A. D. A. V. L.; PRADO, R. D. M.; CAIONE, G.; RODRIGUES, M.; PAVINATO, P. S.; CAMPOS, C. N. S. Anelisa et al. Phosphorus dynamics in sugarcane fertilized with filter cake and mineral phosphate sources. **Frontiers in Soil Science**, v. 1, p. 719651, 2021.

TRIPATHI, R.; ARAVIND, T.; KUMAR, S.; KESWANI, C.; SINGH, S. P.; TEWARI, R.; TEWARI, A. K.; SINGH, K. P.; MINKINA, T. Microbial phytohormones: the potential orchestrators of plant growth and defense. *Applied Soil Ecology*, 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s44372-025-00274-5>.

## ANEXO 1

Revista em Agronegócio e Meio Ambiente - RAMA  
DOI:10.17765/2176-9168.2023vxxnxx.e - e-ISSN 2176-9168

(Campo sob a responsabilidade da  
equipe editorial)

Seção

## Título em português

*Título em inglês*

Autor<sup>1</sup>, Autor<sup>2</sup>, Autor<sup>3</sup>, Autor<sup>4</sup>, Autor<sup>5</sup>, Autor<sup>6</sup>  
(Inserir nomes e filiação somente após avaliação)

**RESUMO:** O Resumo deve conter uma apresentação concisa da pesquisa em um único parágrafo, ressaltando o objetivo, a metodologia utilizada, os principais resultados alcançados e as conclusões do artigo. Deve ser apresentado na língua do artigo, logo após o título RESUMO: (se o artigo estiver em português) ou da palavra no idioma original do texto. A escrita tem que ter entre 100 e 200 palavras, sem recuo na primeira linha, com espaçamento simples entre linhas, justificado, em fonte tamanho 12, sem citação de autoria e não deve ultrapassar a primeira página. É proibido usar no resumo citações e símbolos.

- Caso o artigo seja submetido na língua portuguesa, deverá apresentar RESUMO e ABSTRACT;
- Caso o artigo seja submetido na língua inglesa, deverá apresentar ABSTRACT e RESUMO;
- Caso o artigo seja submetido na língua espanhola, deverá apresentar RESUMEN e RESUMO;

**Palavras-chave:** Estas NÃO devem estar presentes no título. Conter no mínimo 3 (três) e no máximo 5 (cinco) palavras-chave que identificam a área do artigo e sintetizam sua temática para indexação, em ordem alfabética, com alinhamento justificado, separadas por ponto e vírgula (;), seguido de inicial maiúscula. Exemplo: Agronegócio; Desenvolvimento sustentável; Tecnologias Limpas.

**Keywords ou Palabras Clave:** Em inglês ou espanhol, com formatação igual à das Palavras-chave.

**Autor correspondente:** (Campo editorial)  
**E-mail:** (Campo Editorial)

**Recebido em:** (Campo Editorial)  
**Aceito em:** (Campo Editorial)

## 1 INSTRUÇÕES PARA DIGITAÇÃO

Os manuscritos deverão estar no formato Microsoft Word, OpenOffice ou RTF, e o formato do texto deve estar em DOC ou DOCX. As páginas NÃO devem ter numeração e os

<sup>1</sup> Docente no Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas (PPGTL), UniCesumar, Maringá (PR), Brasil.

<sup>2</sup> Mestrando/ Doutorando Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas (PPGTL), UniCesumar, Maringá (PR), Brasil.

<sup>3</sup> Mestre, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas (PPGTL), UniCesumar, Maringá (PR), Brasil.

<sup>4</sup> Doutor, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas (PPGTL), UniCesumar, Maringá (PR), Brasil.

<sup>5</sup> Docente do curso de Agronomia, UniCesumar, Maringá (PR), Brasil.

<sup>6</sup> Graduando em Agronomia, UniCesumar, Maringá (PR), Brasil.

<sup>7</sup> Biólogo, UniCesumar, Maringá (PR), Brasil.

<sup>8</sup> Mestre, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas (PPGTL), UniCesumar, Maringá (PR), Brasil.

<sup>9</sup> Doutor, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas (PPGTL), UniCesumar, Maringá (PR), Brasil.



trabalhos deverão ter um mínimo de dez (10) e um máximo de vinte (20) páginas, incluindo referências bibliográficas (não ultrapassar 2MB). A fonte deve ser *Times New Roman*, tamanho 12 no texto, com exceção das citações diretas acima de 3 linhas, onde a fonte deverá ser 10.

O parágrafo deve ser justificado com recuo de 1,25 cm na primeira linha, com espaçamento de 1,5 cm em todo o artigo, com exceção do resumo, referências, citações diretas, depoimentos, tabelas e quadros, que deverão ter espaçamento simples.

## 2 ESTRUTURA DO TEXTO

O texto do artigo deverá ser subdividido em **SEÇÕES** (Numeradas, em letra maiúscula e em negrito, sem ponto após o número e sem ponto final após a escrita), obedecendo a seguinte ordem: **1 INTRODUÇÃO, 2 MATERIAIS E MÉTODOS, 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO, 4 CONCLUSÃO, 5 AGRADECIMENTOS** (opcional) e **REFERÊNCIAS**.

Na **INTRODUÇÃO**, apresenta-se o tema, sua relevância científica, social ou ambiental, o problema de pesquisa e os objetivos do artigo. Também deve conter uma breve contextualização teórica, com citações indiretas de referências recentes e relevantes, explicando por que o estudo é importante. Conclui-se com uma visão geral da estrutura do artigo. Na Introdução **NÃO** são inseridas ilustrações (figuras, quadros, tabelas) e citações diretas.

Em **MATERIAIS E MÉTODOS**, devem ser descritos todos os procedimentos adotados, tipo de pesquisa, população/amostra, local, período do estudo e instrumentos de coleta e análise de dados, com detalhamento suficiente para possibilitar a replicação.

Em **RESULTADOS E DISCUSSÃO**, os resultados obtidos são apresentados e discutidos à luz da literatura científica. Os dados podem ser ilustrados por tabelas, gráficos, quadros ou figuras, sempre acompanhados de uma interpretação crítica. O autor deve relacionar os achados ao problema de pesquisa e comparar com resultados de outros estudos, apontando semelhanças, diferenças e possíveis explicações. Deve ser evitada a simples descrição dos dados, mas sim explicar o que eles significam.

A **CONCLUSÃO** é o espaço para retomar os objetivos da pesquisa e apresentar as principais conclusões, com base nos resultados discutidos. Pode-se incluir limitações do estudo, implicações práticas ou teóricas e sugestões para pesquisas futuras. Não se apresenta novos dados ou citações neste capítulo.

### 2.1 ESTRUTURA DAS SEÇÕES



As **SEÇÕES** podem ser subdivididas em **SEÇÕES SECUNDÁRIAS**, que devem ser digitados em letras maiúsculas, sem negrito, tamanho da fonte 12 e sem ponto final.

Caso tenha a necessidade de utilização de **Seções Terciárias**, estas devem ser numerados, digitadas em negrito, tamanho da fonte 12, com letras maiúsculas apenas na primeira letra das palavras, a menos que seja sigla. Não leva ponto após a numeração e nem ponto final.

Exemplos das formatações das seções/títulos:

**1 SEÇÃO PRIMÁRIA** (Maiúscula e negrito)

**1.1 SEÇÃO SECUNDÁRIA** (Maiúscula e sem negrito)

**1.1.1 Seção Terciária** (Em negrito e apenas início das palavras em maiúsculo)

### **3 ELEMENTOS TEXTUAIS COMPLEMENTARES**

#### **3.1 CITAÇÕES**

Para as **citações indiretas** no texto, devem ser inseridos, entre parênteses, o sobrenome do autor e o ano da publicação, apenas. Maiúscula APENAS a letra inicial do nome, conforme a ABNT/NBR 10520:2023.

- Exemplo para 1, 2 ou 3 autores: (Soares, 2020); (Soares; Silva, 2020); (Soares; Silva; Souza, 2020).
- Exemplo para 4 ou mais autores: (Soares *et al.*, 2020).

As citações indiretas que forem inseridas no corpo do texto também deverão ter apenas a inicial em maiúscula, além de, ano de publicação entre parênteses.

- Exemplo para 1, 2, 3 autores: De acordo com Soares e Silva (2020). De acordo com Soares, Silva e Souza (2020).
- Exemplo para 4 ou mais autores (usar *et al.* em itálico): De acordo com Soares *et al.* (2020).

**As citações diretas curtas** (com até três linhas) “devem estar inseridas normalmente no texto, com uso de aspas duplas, sem recurso tipográfico itálico ou negrito e sem alteração do tamanho da letra.” (Autor, ano, página).

As citações diretas longas (que ultrapassam três linhas) devem ser digitadas sem aspas, em tamanho 10, com recuo de 4 cm alinhadas a direita, sem entrada de parágrafo, sem recursos tipográficos itálico ou negrito, com espaçamento entre linhas simples. Os parágrafos anteriores e posteriores à citação devem ser separados por uma linha com espaçamento simples de tamanho 10. Ao final da citação, devem constar o autor, o ano e a página da obra, conforme exemplo, abaixo:

Para citações diretas longas, utilize a seguinte formatação: recuo de 4cm, espaçamento simples, Times New Roman, tamanho 10, separado do texto superior e inferior por uma linha com espaçamento simples. (Autor, ano, página).

Seguindo as recomendações da ABNT/NBR 10520:2023, todas as citações devem aparecer na lista de referências e vice-versa.

### 3.2 PALAVRAS ESTRANGEIRAS E ACRÔNIMOS

Use itálico para todas as palavras estrangeiras, tais como: *et al.*, *apud*, *in vitro*, *in loco*; nome científico de espécies, por exemplo: *Leucaena leucocephala*. Cite o nome seguido da sigla na primeira vez que a expressão aparecer no texto, por exemplo: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Em outras ocorrências no texto, utilize apenas a sigla: IBGE.

## 4 ILUSTRAÇÕES

As ilustrações desempenham o papel de auxiliar, ou seja, complementam ou apoiam a expressão de ideias do texto e pode-se utilizar como recursos ilustrativos. **Será permitido, por artigo, o conjunto de 7 (sete) elementos gráficos, entre figuras, tabelas, gráficos e quadros.** Solicitamos que estas não ultrapassem uma página e, sejam inseridas juntos ao texto ao qual se referem, ocupando a largura do *layout* do arquivo.

O título das tabelas e quadros devem estar localizados acima, justificado a esquerda e a fonte abaixo. Usar fonte 10. Pular uma linha (com espaçamento simples, tamanho 12) para continuar o texto. As tabelas não possuem bordas laterais, os quadros possuem. Exemplos:

**Tabela 1.** Exemplo de Tabela (tamanho da fonte 10), não inserir ponto final após o título

Exemplo 1	Exemplo 2	Exemplo 3	Exemplo 4
2	22	23	24
3	32	32	34
4	42	33	44

Fonte: IBGE (2022).

Quadro 1. Exemplo de Quadro (tamanho da fonte 10), não inserir ponto final após o título

Critério	Exemplo	Exemplo
Quadro	Texto exemplo	Texto exemplo
Quadro	Texto exemplo	Texto exemplo

Fonte: IPEA (2024).

As figuras e os gráficos devem vir após o texto de chamada, pulando apenas uma linha, com espaçamento simples (tamanho 12). O título e as legendas devem estar localizados logo abaixo das imagens e centralizados, com tamanho 10. Segue exemplo:

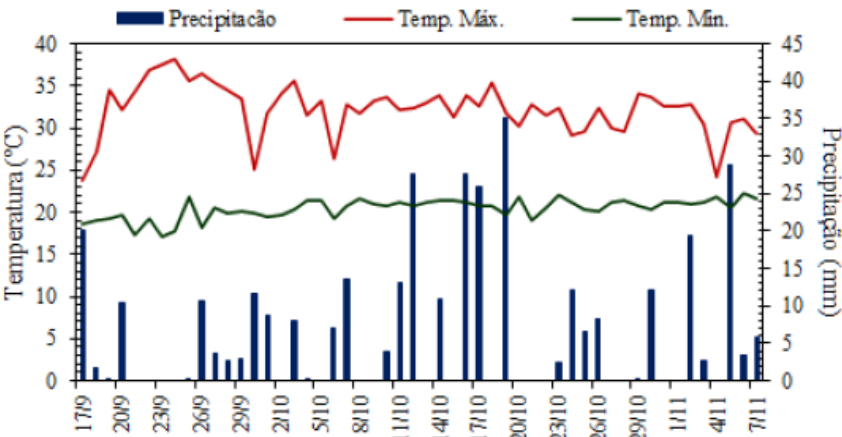


Figura 1. Precipitação pluviométrica e temperaturas máxima e mínima registradas em Jataí-GO no período de condução do experimento. Fonte: INMET (2018).

Para continuar o texto, deve-se pular uma linha, com espaçamento simples (tamanho 12) entre a figura e o texto. Não podem ser inseridas duas ilustrações, ou mais, seguidas, sem um texto separando-as.



Figura 1. Fluxograma da seleção e avaliação dos artigos científicos  
Fonte: Scielo; Web of Science (2024)

Para gráficos e figuras, utilize apenas os formatos TIF, GIF, JPEG, PNG, respeitando o tamanho de 300 dpi de resolução. Em casos excepcionais consultar o Editor desta Revista.

## 5 FÓRMULAS E EQUAÇÕES

As fórmulas e equações numéricas e/ou algébricas devem ser digitadas utilizando os modelos de equação do *Word* ou semelhante. Deve estar centralizada, em linha própria e identificada por letra, número ou caractere entre parênteses no mesmo espaço da fórmula como segue o exemplo, abaixo. Antes de depois da inserção da fórmula deve ser pulada uma linha, com espaçamento simples.

$$f(x) = \frac{d}{dx}(x^2 + y) \quad (1)$$

Formulas químicas podem ser colocadas junto ao texto (p. ex. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), porém algo mais extenso como um cálculo estequiométrico deve seguir um padrão supracitado.



## 6 AGRADECIMENTOS (OPCIONAL)

Podem ser mencionadas colaborações de pessoas, instituições ou agradecimento por apoio financeiro, auxílios técnicos, que mereçam reconhecimento, mas não justificam a sua inclusão entre os autores.

## REFERÊNCIAS

Sobre as referências, verificar detalhadamente a aba “Normas de Submissão” > “Instruções aos autores”.

### Artigo de periódicos e/ou matéria de jornal

OTTA, L. A. Parcela do tesouro nos empréstimos do BNDES cresce 566 % em oito anos. O Estado de S. Paulo, São Paulo, ano 131, n. 42656, 1 ago. 2010. Economia & Negócios, p. B1.

CRÉDITO à agropecuária será de R\$ 156 bilhões até 2015. Jornal do Commercio, Rio de Janeiro, ano 97, n. 156, p. A3, 20 maio 2014.

### Artigo de periódicos e/ou matéria de jornal em meio eletrônico

VERÍSSIMO, L. F. Um gosto pela ironia. **Zero Hora**, Porto Alegre, ano 47, n. 16.414, p. 2, 12 ago. 2010. Disponível em: <http://www.clicrbs.com.br/zerohora/jsp/default.jsp?uf=1&action=fip>. Acesso em: 12 ago. 2010.

COSTA, M. V. P.; DANTAS NETO, J.; LIMA, V. A. L.; MELO DE LIMA, M. G.; ARAÚJO, M. S. F.; PINTO, Y. M. F. Controle estatístico de parâmetros hidráulicos de fitas gotejadoras irrigadas com água de abastecimento urbano. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 18, e12522, 2025. DOI: <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2025v18e12522>.

### **Livros**

BARBIERI, J. C. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 5. ed. São Paulo: SaraivaUni, 2023.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2014.

### **Capítulo de Livro**

FRIGOTTO, G. Os delírios da razão: crise do capital e metamorfose conceitual no campo educacional. In: GENTILI, A. H. **Pedagogia da exclusão: crítica ao neoliberalismo em educação**. Petrópolis: Vozes, 1995. p. 77-108.

### **Evento científico**

SOUZA, L. S.; BORGES, A. L.; REZENDE, J. Influência da correção e do preparo do solo sobre algumas propriedades químicas do solo cultivado com bananeiras. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 21., 1994, Petrolina. **Anais [...]** Petrolina: Embrapa, CPATSA, 1994. p. 3-4.

### **Fontes eletrônicas**

VIANNA, G. R.; ARAGÃO, F. J. L. **Procedimento de operação, manutenção e verificação de desumificador**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2008. Disponível em: <http://www.cenar.gen.embrapa.br/publica/trabalhos/ct074.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2024.

### **Legislação**

BRASIL. Lei nº 14.785, de 27 de dezembro de 2023. Dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem, a rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e das embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, de produtos de controle ambiental, de seus produtos técnicos e afins; revoga as Leis nºs 7.802, de 11 de julho de 1989, e 9.974, de 6 de junho de 2000, e partes de anexos das Leis nºs 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 9.782, de 26 de janeiro de 1999. **Diário Oficial da União**: 16 abr. 2024.

### **Legislação em meio eletrônico**



BRASIL. **Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República, [2010]. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm). Acesso em: 31 jul. 2025.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF: CONAMA, [2005]. Disponível em: [https://conama.mma.gov.br/?option=com\\_sisconama&task=arquivo.download&id=450](https://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=450). Acesso em: 31 jul. 2025.

#### **Dissertações e teses**

BERNARDINO, E. G. **Fotocatalisador de grafeno magnético e carvão ativado para degradação de azul de metileno**. 2023. 70 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Limpas) – Universidade Cesumar, Unicesumar, Maringá, 2023.

**Para mais exemplos de referências consulte a ABNT NBR 6023:2018.**

ANEXO 2

Qualis Periódicos

\* Evento de Classificação:

CLASSIFICAÇÕES DE PERIÓDICOS QUADRIÊNIO 2017-2020

Área de Avaliação:

☒

CIÊNCIAS AGRÁRIAS I

ISSN:

☐

Título:

☒

Revista em Agronegócio e Meio Ambiente

Classificação:

☐

-- SELECIONE --

Consultar

Cancelar

Periódicos

ISSN	Título	Área com publicação no quadriênio	Classificação	Área mãe
1981-9951	REVISTA EM AGRONEGÓCIO E MEIO AMBIENTE	CIÊNCIAS AGRÁRIAS I	A4	ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E DE EMPRESAS, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E TURISMO

Início

Anterior

1

Próxima

Fim

1 a 0 de 0 registro(s)