



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

CAMPUS IPORÁ

BACHARELADO EM AGRONOMIA

**MACRONUTRIENTES PRIMÁRIOS E PRODUTIVIDADE DA
MANDIOCA CULTIVADA COM PÓ DE ROCHA NEFELINA-
SIENITO E MICRORGANISMOS BIOSSOLUBILIZADORES**

DÉBORA MARTINS NUNES

Iporá, GO

2025

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

BACHARELADO EM AGRONOMIA

**MACRONUTRIENTES PRIMÁRIOS E PRODUTIVIDADE DA
MANDIOCA CULTIVADA COM PÓ DE ROCHA NEFELINA-
SIENITO E MICRORGANISMOS BIOSSOLUBILIZADORES**

DÉBORA MARTINS NUNES

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

Orientador: Prof. Dr. Romano Roberto Valicheski

Iporá – GO
Outubro, 2025

N972m Nunes, Débora Martins

Macronutrientes primários e produtividade da mandioca cultivada com pó de rocha nefelina – sienito e microrganismos biossolubilizadores/ Débora Martins Nunes ; orientador Dr. Romano Roberto Valicheski. – Iporá, 2025.

35 f.

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

1. Biossolubilização. 2. Fertilizantes alternativos. 3. Inoculação microbiana. 4. Rochagem. 1. Valicheski, Romano Roberto (Orientador). II. IFGoiano. III. Título.

CDU 633.493



DEBORA MARTINS NUNES

**MACRONUTRIENTES PRIMÁRIOS E PRODUTIVIDADE DA
MANDIOCA CULTIVADA COM PÓ DE ROCHA NEFELINA-
SIENITO E MICRORGANISMOS BIOSSOLUBILIZADORES**

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

Suzi Mari Brandelero

Dra. SUZI MARI BRANDELERO
IF Goiano – Campus Iporá

Flávio Lopes Cláudio

Mestrando FLÁVIO LOPES CLAUDIO
IF Goiano – Campus Iporá

Caroline Madalosso

Eng. Agronomia CAROLINE MADALOSO
IF Goiano – Campus Iporá

Romano R. Valicheski

Dr. ROMANO ROBERTO VALICHESKI - 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 **DEBORA MARTINS NUNES**, do Curso de Bacharelado em Agronomia, matrícula 2020105200240287, cuja monografia intitula-se “**MACRONUTRIENTES PRIMÁRIOS E PRODUTIVIDADE DA MANDIOCA CULTIVADA COM PÓ DE ROCHA NEFELINA-SIENITO E MICRORGANISMOS BIOSSOLUBILIZADORES**”. A defesa iniciou-se às 13 horas e 15 minutos, finalizando-se às 14 horas e 40 minutos. A banca examinadora considerou o trabalho APROVADO com média 9,5 no trabalho escrito, média 9,5 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 R. Valicheski

ROMANO ROBERTO VALICHESKI
(Presidente da Banca)

Suzi Mari Brandelero

SUZI MARI BRANDELERO
(Banca Examinadora)

Flávio Lopes Cláudio

FLÁVIO LOPES CLÁUDIO
(Banca Examinadora)

Caroline Madalosso

CAROLINE MADALOSO
(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

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado) | <input type="checkbox"/> Artigo científico |
| <input type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização) | <input type="checkbox"/> Livro |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC (graduação) | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |
| <input type="checkbox"/> Produto técnico e educacional - Tipo: <input type="text"/> | |

Nome completo do autor:

Debora Martins Nunes

Matrícula:

2021105022010009

Título do trabalho:

MACRONUTRIENTES PRIMÁRIOS E PRODUTIVIDADE DA MANDIOCA CULTIVADA COM PÓ DE ROCHA NEFELINA-SIENITO E MICRORGANISMOS BIOSSOLUBILIZADORES

RESTRICOES 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

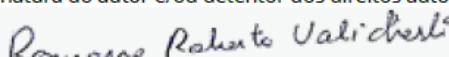
Local

25 / 11 / 2025

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais



Assinatura do(a) orientador(a)

Ciente e de acordo:

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser a minha fortaleza em todos os momentos, por me conceder sabedoria, paciência e luz para seguir firme nesta caminhada. Sem Sua presença, nada disso teria sido possível.

Ao meu esposo, pela compreensão nos dias difíceis e por acreditar em mim mesmo quando eu duvidei. Sua presença foi o alicerce que me sustentou em cada etapa deste percurso.

Ao meu filho, razão da minha força e do meu maior sorriso. Cada conquista é por ele e para ele. Sua existência me inspira a nunca desistir dos meus sonhos.

Aos meus sogros, pela acolhida, apoio constante, por compreenderem minhas ausências e me incentivarem com palavras de ânimo e fé.

Ao meu orientador, pela orientação atenciosa, pela paciência, dedicação e por compartilhar seu conhecimento com sabedoria e humildade. Sua contribuição foi essencial para o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos e colegas de faculdade, que estiveram comigo durante essa jornada, pelos risos, pela parceria nas horas de estudo e por tornarem o caminho mais leve e especial. Em especial, agradeço aos colegas que auxiliaram na condução, avaliações e coleta do experimento, cuja colaboração foi fundamental para a realização desta pesquisa.

Agradeço à Edem Agrominerais pelo fornecimento de insumos que possibilitaram a execução do trabalho, à UEPE Recanto da Paz pelo acolhimento e infraestrutura disponibilizada, e ao IF Goiano pelo apoio institucional e científico ao longo de toda a pesquisa.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste sonho com palavras de incentivo, gestos de carinho ou simplesmente acreditando em mim. A cada um de vocês, deixo a minha eterna gratidão.

SUMÁRIO

RESUMO	7
ABSTRACT.....	7
INTRODUÇÃO	8
MATERIAL E MÉTODOS.....	9
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
CONCLUSÕES.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS	23
ANEXO 1	27
ANEXO 2	35

NUNES, Debora Martins. **Macronutrientes e produtividade de mandioca cultivada com pó de rocha nefelina-sienito e microrganismos biossolvabilizadores.** 2025. 35p Monografia (Curso de Bacharelado de Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Iporá, Iporá, GO, 2025.

Macronutrientes primários e produtividade da mandioca cultivada com pó de rocha nefelina-sienito e microrganismos biossolvabilizadores

Primary macronutrients and productivity of cassava cultivated with nepheline-syenite rock powder and biosolubilizing microorganisms

NUNES, M.D.; CLAUDIO, F.L.; CHAIBUB, A.A.; MADALOSSO, C.; SALVIANO, P.A. P.; ALVES, E.M.; VALICHESKI, R.R.;

RESUMO: O uso de pó de rocha nefelina-sienito (PR), associado à inoculação de microrganismos biossolvabilizadores vem despertando interesse agronômicos, pois além de ser uma alternativa para reduzir a dependência de fertilizantes importados, pode proporcionar melhora a nutrição e a produtividade das plantas. Objetivou-se avaliar o teor de macronutrientes primários nas folhas e a produtividade de mandioca cultivada com três fontes de potássio (100% PR, 50% PR +50% KCl e 100% KCl), associado a inoculação de *Bacillus amyloliquefaciens* (Amy), *Bacillus aryabhattachai* (Ary), *Cladosporium cladosporioides* (Cla), Amy + Ary; Amy + Cla; Ary + Cla e Amy + Ary + Cla. Maior teor foliar de K (14,2 g.kg⁻¹) e P (1,47 g.kg⁻¹) foi obtido com o uso de 100% KCl. Já para o N, uso de 100% PR (40,36 g.kg⁻¹) e 50% PR a 50% KCl (41,15 g.kg⁻¹) proporcionaram teores mais elevados. Quanto aos microrganismos *B. aryabhattachai* e *B. amyloliquefaciens* e sua coinoculação, foram promissores quando na presença de fonte pouco solúvel de K (100% PR) e *C. cladosporioides*, e suas combinações com *B. aryabhattachai* e *B. amyloliquefaciens* mais promissoras com o uso de KCl (100% KCl). O uso do pó de rocha com fonte de potássio proporcionou incremento na produtividade da mandioca.

Palavras-chave: Biosolvabilização; Fertilizantes alternativos; Inoculação microbiana, Rochagem

ABSTRACT: The use of nepheline-syenite rock powder (PR), associated with the inoculation of biosolvabilizing microorganisms, has aroused agronomic interest, as it is an alternative to reduce dependence on imported fertilizers, and can improve plant nutrition and productivity. The objective of this study was to evaluate the primary macronutrient content in the leaves and the productivity of cassava cultivated with three potassium sources (100% PR, 50% PR + 50% KCl and 100% KCl), associated with the inoculation of *Bacillus amyloliquefaciens* (Amy), *Bacillus aryabhattachai* (Ary), *Cladosporium cladosporioides* (Cla), Amy + Bar; Amy + Cla; Ary + Cla and Amy + Ary + Cla. Higher foliar contents of K (14.2 g.kg⁻¹) and P (1.47 g.kg⁻¹) were obtained with the use of 100% KCl. As for N, the use of 100% PR (40.36 g.kg⁻¹) and 50% PR to 50% KCl (41.15 g.kg⁻¹) provided higher levels. As for the microorganisms, *B. aryabhattachai* and *B. amyloliquefaciens* and their coinoculation were promising when in the presence of a poorly soluble K source (100% PR) and *C. cladosporioides*, and their combinations with *B. aryabhattachai* and *B. amyloliquefaciens* were more promising when using KCl (100% KCl). The use of rock powder as a potassium source provided an increase in cassava productivity.

Keywords: Biosolvabilization; Alternative fertilizers; Microbial inoculation; Rock dust

1 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma das culturas de grande importância no Brasil, onde ocupa um dos papéis centrais na alimentação e fonte de renda para muitos brasileiros. Além de ser conhecida pela sua rusticidade, possui ampla adaptabilidade em todas as regiões do país (Munoz *et al.*, 2025).

O bom desenvolvimento e a produtividade desta cultura, além de outros elementos nutrientes, consiste na disponibilidade dos macronutrientes primários, nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K). A deficiência desses elementos pode comprometer a síntese de proteínas, a fotossíntese e o enchimento de raízes tuberosas, ocasionando redução de sua produtividade (Hawkesford *et al.*, 2023). Rosalen *et al.*, (2024) ressaltam que a maioria dos solos brasileiros possuem baixa fertilidade, sendo necessário adubações frequentes, principalmente de adubos contendo estes macronutrientes primários.

Estudos revelam que cerca de 96% dos fertilizantes usados no Brasil são de origem importadas, fato que impacta diretamente no custo de produção. Em 2024, a importação de fertilizantes excedeu 30 milhões de toneladas (ANDA, 2024), o que demonstra a intensa dependência do país de insumos estrangeiros para manter a produção agrícola. Esse alto volume de importações é reflexo da demanda crescente do setor e a relevância estratégica destes fertilizantes para agronegócio brasileiro, e principalmente, sua dependência de outros países para ser competitivo. A busca por fontes alternativas e o investimento na produção nacional de fertilizantes para reduzir a dependência externa são ações essenciais para a competitividade e o desenvolvimento sustentável da agricultura no Brasil (BRASIL, 2022).

Nesse cenário o uso de remineralizadores de solo, dentre eles o pó de rocha nefelina-sienito, extraído e comercializado na região do Oeste Goiano-GO surge como alternativa potencial para os produtores da região reduzirem sua dependência em fertilizantes importados, principalmente os potássicos. Devido sua liberação gradual de nutrientes, o uso deste fertilizante natural pode contribuir para melhorar a nutrição das plantas, e também a fertilidade do solo, uma vez que é uma rocha rica em potássio, e seu uso vem se difundindo entre os produtores (Martins, Martins e Hardoim, 2023; Valicheski *et al.* 2024). Apesar do potencial, a baixa solubilidade da rocha pode limitar sua eficiência quando usada de forma isolada. Dessa maneira, a associação com microrganismos biossolubilizadores é uma alternativa potencial e de baixo custo para aumentar sua disponibilidade de nutrientes (Rosalen *et al.*, 2024).

Nos últimos anos, várias pesquisas têm mostrado a importância dos microrganismos benéficos para melhorar a nutrição e a produtividade das plantas. Microrganismos como bactérias que favorecem o crescimento vegetal e fungos micorrízicos ajudam na absorção de

nutrientes (Busato *et al.*, 2022; Rosalen *et al.*, 2024), impulsionando o desenvolvimento das plantas e aumentando sua resistência a condições ambientais adversas (Xu *et al.*, 2022; Rodrigues *et al.*, 2022). Eles produzem fitormônios, solubilizam fosfatos (Silva *et al.*, 2021), fixam nitrogênio e diminuem os níveis de etileno (Wang, Chi e Song, 2024), auxiliando no crescimento das raízes e na saúde das plantações (Busato *et al.*, 2022; Faria *et al.* 2023). Além disso, a inoculação de microrganismos estimula a produção de metabólitos antioxidantes, que auxiliam as plantas a suportar condições desfavoráveis (Martins, Martins e Hardoim, 2023; Wang, Chi e Song, 2024; Rosalen *et al.* (2024). Assim, o uso de microrganismos é uma abordagem promissora para melhorar a eficiência nutricional e a produtividade agrícola de maneira sustentável. Dentre estes, *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus aryabhattachai*, *Cladosporium cladosporioides* têm mostrado eficácia na solubilização de minerais, aprimorando a absorção de P e K pelas plantas, contribuindo para o desenvolvimento inicial de várias culturas (Silva *et al.*, 2024; Wang, Chi e Song, 2024).

Neste contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar o teor de macronutrientes primários (N, P e K) nas folhas de mandioca e sua produtividade quando cultivada com diferentes fontes de potássio, combinadas a inoculação e/ou coinoculação microrganismos bioassolubilizadores, buscando identificar alternativas promissoras para esta cultura quando se usa o pó de rocha nefelina-sienito.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em campo no período de junho de 2024 a junho de 2025, na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão UEPE-Chácara Recanto da Paz, zona rural de Iporá, Goiás. A área experimental até julho de 2023 era ocupada por pastagem formada por braquiária, sendo então convertida em lavoura. Para isso, realizou-se uma gradagem até 0,30 m de profundidade, aplicando-se 1,5 t.ha⁻¹ de calcário dolomítico, seguida de uma gradagem leve para nivelamento e eliminação dos torrões. Na safra 2023/2024, realizou-se o cultivo de mandioca de mesa, a qual foi colhida em abril de 2024. Posteriormente, coletou-se amostra de solo na camada de 0,0-0,20 m de profundidade para análise química, que revelou pH em CaCl₂ de 5,0; teores de Ca⁺² e Mg⁺² de respectivamente 0,8 e 0,4 cmol_c/dm³, 60 mg/dm³ de K⁺, 6,0 mg/dm³ de P, 0,0 cmol_c.dm³ de Al³⁺, 16 g.kg⁻¹ de matéria orgânica, CTC total de 2,95 cmol_c.dm³, saturação por bases (V%) de 45,0, e composição granulométrica contendo 270 g.kg⁻¹ de argila, 60 g.kg⁻¹ de silte e 670 g.kg⁻¹ de areia.

Considerando os baixos teores de Ca⁺², Mg⁺² e V%, posteriormente aplicou-se 1,5 t.ha⁻¹ de calcário dolomítico, seguido de uma gradagem até 0,25 m de profundidade para

incorporação do corretivo. Na sequência, efetuou-se o enleiramento do solo com enleirador de dois discos (Figura 1A), tracionado por microtrator, formando os “mulchões”, nos quais as covas foram abertas manualmente com o auxílio de uma enxada para o plantio das manivas.

O experimento foi estruturado em faixas, com parcelas subdivididas em esquema fatorial 3 x 8, contendo quatro repetições. Nas parcelas, avaliou-se as fontes de potássio, equivalentes a 100 kg ha⁻¹ de K₂O, testando-se o pó de rocha KMC (nefelina-sienito), produzido pela LGV Mineração (100% PR); 50% PR + 50% KCl (fonte solúvel com 61,0% de K₂O); e 100% KCl. Já nas subparcelas testou-se os microrganismos solubilizadores *Bacillus amyloliquefaciens* (Amy), *Bacillus aryabhattachai* (Ary), *Cladosporium cladosporioides* (Cla) inoculados e em coinoculação (Amy + Ary, Amy + Cla, Ary + Cla e Amy + Ary + Cla) e a testemunha. Cultivou-se para cada tratamento 32 plantas de mandioca.

Conforme laudo mineralógico emitido pelo Centro Regional para o Desenvolvimento Tecnológico e Inovação - CRTI, o pó de rocha de nefelina-sienito (KMC) testado possui 10,0% de K₂O, 0,02% de CaO, 0,5% de MgO, 0,05% de P₂O₅, 0,3% de MnO, 56,2% de SiO₂, 22,6% de Al₂O₃, 2,8% de Fe₂O₃, 0,5% de Na₂O e 0,4% de TiO₂, sendo considerado um fertilizante natural, conforme critérios definidos na Instrução Normativa (IN) nº 5, de 2016, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Após a abertura das covas, aplicou-se em toda área experimental Fosfato Monoamônico (MAP) como fonte de fósforo (contendo 48% de P e 9% de N) na dosagem de 250 kg. ha⁻¹, aplicando-se 27,0 g. cova⁻¹ deste fertilizante (Figura 1 A). Neste momento, também foi distribuído as fontes de potássio. Aplicou-se 100,0 g.cova⁻¹ do pó de rocha nefelina-sienito na parcela com 100% PR (equivalente a 1,0 t.ha⁻¹); 50,0 g.cova⁻¹ de PR + 9,0 g.cova⁻¹ de KCl nas parcelas com 50% PR + 50% KCl (equivalente a 500 kg.ha⁻¹ de pó de rocha + 83,25 Kg.ha⁻¹ de KCl) e 18,0 g.cova⁻¹ de KCl nas parcelas com 100% de KCl (166,5 kg.ha⁻¹ de KCl).

Para a implantação da cultura, utilizou-se manivas da cultivar de mandioca de mesa IAC Vassourinha Branca, caracterizada pela elevada produtividade e ampla aceitação entre os produtores locais. As manivas foram previamente padronizadas em diâmetro e comprimento. Com o objetivo de estimular maior formação de raízes, realizou-se um anelamento de aproximadamente 0,5 cm de largura em cada maniva (Figura 1B). Em seguida, elas foram imersas por 5 minutos em uma solução à base de ácido indol-butírico, utilizada como enraizador, associada ao bioestimulante “Agressive Desperta” (dose de 180 mL.ha⁻¹), contendo nutrientes complexados com aminoácidos. Adotou-se o plantio das manivas em pé, sendo este realizado em 06/06/2024, utilizando-se o espaçamento de 1,2 m entre linhas e 0,9m entre plantas, com um estande final de 9.250 plantas ha⁻¹.

A produção dos inoculantes foi realizada no Laboratório de Microbiologia do IF Goiano – Fazenda Escola, em parceria com o CEBIO – Unidade de Iporá. Foram utilizadas cepas das bactérias *Bacillus amyloliquefaciens*, *Bacillus aryabhattachai* e do fungo *Cladosporium cladosporioides*. O crescimento e a multiplicação desses microrganismos ocorreram em meio de cultura líquido, sob agitação orbital e temperatura controlada de 27 °C. A determinação da concentração de unidades formadoras de colônias (UFC) e o preparo dos inoculantes seguiram os protocolos descritos pela Embrapa. Independentemente do microrganismo utilizado, padronizou-se a concentração em 1×10^9 UFC.mL⁻¹. A aplicação foi realizada diretamente sobre as manivas logo após o plantio, utilizando-se uma seringa, administrando-se 6 mL da suspensão bacteriana e 20 mL da suspensão fúngica em cada cova (Figura 1C, 1D e 1E).



Figura 1 : (A) aplicação do pó de rocha nefelina-sienito (B) corte das manivas e anelamento; (C) inoculantes pronto para aplicação; (D) aplicação dos inoculantes durante o plantio; (E) área experimental após o plantio; (F) brotação das plantas em fase inicial de desenvolvimento e detalhe da irrigação por gotejamento; (G) crescimento das plantas de mandioca; (H) realização da primeira capina manual; (I) coleta de folhas para análise laboratorial; (J) amostras preparadas para determinação do teor de fósforo no espectrofotômetro UV.

Durante o período experimental, quando necessário, efetuou-se a irrigação por gotejamento, empregando mangueiras com espaçamento de 0,50 cm entre gotejadores e vazão de 1,5 L min⁻¹ (Figura 1 F). Quanto ao manejo fitossanitário, o controle de plantas daninhas consistiu em duas capinas manuais, realizadas aos 50 e 90 dias após o plantio (Figura 1H). A adubação de cobertura foi realizada exclusivamente com nitrogênio, na dose de 120 kg ha⁻¹. A ureia foi utilizada como fonte de N na primeira aplicação, aplicando-se metade da dose 60 dias após o plantio e o restante 30 dias após a primeira aplicação, utilizando sulfato de amônia como fonte de N.

Quanto ao controle de pragas, o manejo foi direcionado principalmente à cigarrinhas-pastagens e à mosca-branca. Para ambas, foi realizada a aplicação do inseticida Engeo Pleno, na dosagem de 100 mL.ha⁻¹, utilizando-se bomba costal. Adicionalmente, no mês de novembro, o controle destas pragas foi reforçado com a aplicação do inseticida Privilege (dosagem de 300 mL.ha⁻¹), sendo a pulverização realizada com drone, devido o tamanho elevado das plantas.

Em janeiro de 2025, procedeu-se à coleta de tecido foliar com o objetivo de avaliar o estado nutricional das plantas (Figura 1I), determinando-se os teores de nitrogênio, fósforo e potássio. Para essa análise, foram coletadas folhas completamente desenvolvidas do terço superior das plantas, (36 folhas por tratamento), seguindo, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificados e encaminhadas para o laboratório.

A determinação dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) nas folhas de mandioca foi realizada seguindo os procedimentos descritos por Tedesco *et al.* (1995). Após a coleta, as folhas foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar, a 65 ± 5 °C, até atingirem peso constante. Posteriormente, o material seco foi triturado em moinho Tipo Willye, com facas inoxidáveis, garantindo a obtenção de uma amostra homogênea e representativa para análise.

Na sequência, realizou-se a digestão sulfúrica das amostras, liberando os nutrientes presentes nas folhas na solução resultante deste processo, sendo então quantificado o teor de nitrogênio total, seguindo a metodologia descrita por Bremner & Edwards (1965), que incluiu digestão, destilação e titulação, permitindo quantificação precisa do N existente nas amostras coletadas. Já o fósforo foi determinado pelo método de espectrofotometria UV (Figura 1I) e o potássio, analisado por fotometria de chama. Os valores obtidos foram expressos em g.kg⁻¹ de matéria seca, conforme padronização recomendada por Tedesco *et al.* (1995).

Para quantificação da produtividade de raízes, as plantas foram colhidas em 19/06/2025, aproximadamente 12 meses após o plantio. Procedeu-se o arranque manual da mandioca,

colhendo-se 12 plantas representativas de cada tratamento, sendo 3 plantas para cada repetição, quantificando-se posteriormente a massa de raízes com padrão comercial. Posteriormente calculando-se a produtividade obtida em cada tratamento, sendo os valores expressos em t.ha⁻¹.

Após tabulação e organização dos dados, estes foram submetidos à análise de variância (ANOVA) com aplicação do Teste F a 5% de probabilidade utilizando-se o programa SASM-Agri. Quando detectado efeito significativo dos tratamentos, suas médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As fontes de potássio influenciaram de forma diferenciada no teor de macronutrientes da parte aérea da mandioca cultivar IAC Vassourinha Branca (Figura 2). Para o potássio, se observou maior concentração nas plantas cultivadas com o cloreto de potássio como fonte K (100% KCl), teores intermediários quando utilizado 50%PR + 50% KCl, e teores mais baixos nas plantas cultivadas somente com o pó de rocha de nefelina-sienito (Figura 1 A). Ao se comparar o teor de potássio obtido nas folhas das plantas cultivadas com 100% KCl, com as cultivadas com 50%PR + 50% KCl e 100%PR, este foi respectivamente 4,8 e 6,9% superior, indicando, nas condições em que o experimento foi conduzido, a maior capacidade desta fonte em fornecer este nutriente para as plantas.

Este comportamento possivelmente está associado a sua maior solubilidade, disponibilizando todo o potássio em um curto período de tempo para as plantas. Por outro lado, quando a fonte utilizada é o pó de rocha nefelina-sienito, os teores mais baixos indicam sua lenta solubilização (Valicheski *et al.* 2024), liberando os nutrientes para a solução do solo de forma lenta e gradual no decorrer do tempo. Já nas parcelas em que houve a substituição de metade da fonte solúvel por pó de rocha, (50% PR + 50% de KCl), os valores intermediários indicam a possibilidade de substituir parte da fonte solúvel de K por uma menos solúvel sem comprometer de forma significativa o fornecimento de potássio para as plantas de mandioca.

Silveira *et al.* (2025), relatam que esta combinação é interessante considerando a nutrição das plantas, uma vez que há disponibilidade de potássio logo após sua aplicação devido a elevada solubilidade do KCl, associado a um posterior fornecimento lento e gradual deste, bem como de outros nutrientes pelo pó de rocha, fato que melhora o aproveitamento dos nutrientes, reduzindo suas perdas por lixiviação, principalmente de potássio. Conforme estes autores, em trabalho desenvolvido em colunas de PVC com solo arenoso, no qual testaram diferentes proporções de pó de rocha de fonolito e KCl com fonte de potássio, observaram nas

unidades experimentais em que houve a adição de pó de rocha e KCl, uma redução de até 50% das perdas de potássio por lixiviação devido a adição do pó de rocha, e consequentemente, maior produção de biomassa de milho e arroz.

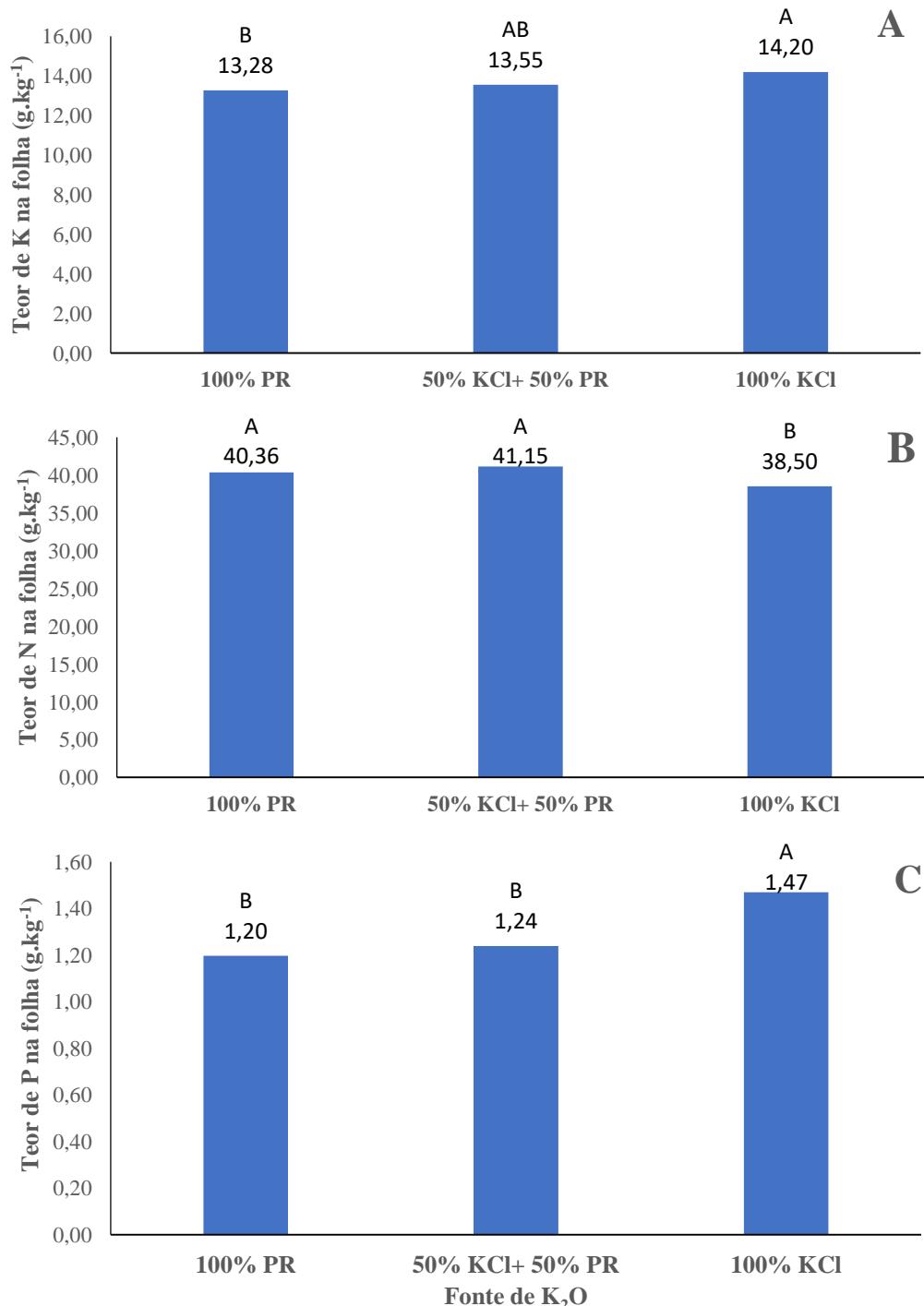


Figura 2: Teor de potássio (A), nitrogênio (B) e fósforo (C) na folha de mandioca “cultivar IAC Vassourinha Branca” sete meses após o plantio com diferentes fontes de potássio (100% PR – pó de rocha derivado de nefelina-sienito, 100% KCl – cloreto de potássio e 50% PR + 50% KCl). Iporá, Goiás. 2025. Medias seguidas de mesma letra indicam ausência de efeito significativo dos tratamentos ao teste de Tukey a 5,0% de probabilidade.

Para o nitrogênio, maiores teores foram observados nas folhas em que se utilizou 100% PR e 50% PR + 50% KCl, diferindo estatisticamente do teor médio observado nas plantas cultivadas somente com KCl (100% KCl) como fonte de potássio (Figura 2B). Quando comparado o uso somente de KCl como fonte de potássio, a aplicação do pó de rocha (100% PR) e a substituição de metade do KCl pelo seu uso (50%PR + 50% KCl), proporcionou incrementos respectivamente de 4,8 e 6,9% no teor de N das folhas das plantas de mandioca, indicando assim uma melhor nutrição das plantas com este elemento. O menor teor de N com a aplicação somente de KCl pode estar associado ao seu efeito salino no solo, bem como ao fato de que quando este fertilizante se dissolve no solo, há a liberação de cloro, elemento que pode ter afetado negativamente a microbiota do solo. Faria *et al.* (2023), em estudo avaliando o efeito de doses de potássio no rendimento da soja e na microbiota do solo observaram que o uso de doses superiores a 60,0 kg.ha⁻¹ de K₂O influenciou negativamente a biomassa microbiana do solo, aumentando o cociente metabólico e reduzem o CO₂ incorporado, aumentando o gasto energético para manutenção dos microrganismos no solo. Este fato pode ter prejudicado os organismos existentes no solo, bem como os inoculados da área experimental na parcela com 100% de KCl, dos quais muitos atuam também como fixadores biológicos de N atmosférico, o que consequentemente, contribuiu para o menor teor de nitrogênio nas folhas de mandioca.

Por outro lado, para o fósforo, maior teor foliar foi observado nas plantas onde houve o uso de KCl como fonte de potássio (100%KCl), diferindo estatisticamente dos tratamentos em que houve o fornecimento via pó de rocha nefelina-sienito (100% PR), bem como 50%PR + 50% KCl (Figura 1C). Hawkesford *et al.* (2023), salientam que o potássio é um macronutriente essencial ao metabolismo vegetal, desempenhando funções estruturais e reguladoras que influenciam diretamente a absorção e a utilização de fósforo pelas plantas, sendo uma de suas principais funções a regulação do potencial osmótico celular, o que facilita o transporte de íons, inclusive do P, através das membranas celulares. Para estes autores, este nutriente também estimula o crescimento radicular, aumentando a área explorada no solo e, consequentemente, a absorção de P, que possui baixa mobilidade no solo. Destacam também que, ao manter o equilíbrio osmótico e elétrico, o K favorece a absorção ativa de fósforo pelas raízes, promovendo maior eficiência na aquisição deste nutriente em condições adequadas de disponibilidade. Deste modo o maior teor de K observado nas plantas adubadas com KCl (Figura 2A), possivelmente também tenha contribuído para uma maior absorção de P, elevando seus teores nas folhas (Figura 2C), indicando que a absorção de fósforo pela planta é influenciada pela disponibilidade de potássio.

Para o teor de nitrogênio nas folhas, também houve efeito da interação das fontes de potássio e dos microrganismos utilizados (Figura 3), indicando que os microrganismos respondem de forma diferenciada para cada fonte de potássio testadas. Deste modo ao se utilizar somente o pó de rocha nefelina-sienito (100% PR), teor mais elevado de N foi observado quando a mandioca foi inoculada com *Bacillus aryabhattai* (Ary), diferindo estatisticamente dos teores observados para a testemunha, Cla + Ary e Cla + Amy + Ary, indicando ser mais promissor seu uso na presença de fontes pouco solúveis de K, como os remineralizadores de solo. Por outro lado, quando se utilizou 100% de KCl como fonte de potássio, teor mais elevado foi observado com a coinoculação de Cla + Ary, diferindo estatisticamente dos teores obtidos para as plantas testemunha, bem como das inoculadas com *B. aryabhattai*, *C. Cladosporioides*, Amy. + Ary. e Cla. + Amy. + Ary, sugerindo que a fonte de potássio utilizada afeta os microrganismos inoculados de forma diferenciada, e consequentemente, o teor de N presenta nas folhas de mandioca. Já quando houve a mistura das fontes de potássio (50%PR + 50% KCl), teor mais elevado de N foi observado nas plantas inoculadas com *C. Cladosporioides* e Amy + Ary. diferindo estatisticamente do teor observado nas plantas inoculadas com Amy + Ary.

No caso do uso do pó de rocha nefelina-sienito, este resultado pode estar associado à maior exploração do sistema radicular induzida pelo *Bacillus*, que produzem fitormônios como ácido indolacético (AIA) e aumentam a absorção de nutrientes (Song *et al.*, 2024). Estudos demonstram que *Bacillus aryabhattai* é capaz de solubilizar potássio a partir de minerais silicáticos, como observado na cepa SK1-7, promovendo o crescimento vegetal e favorecendo indiretamente a absorção de outros nutrientes, como o nitrogênio (Chen *et al.*, 2020). Conforme dados obtidos, sua coinoculação com *Cladosporium cladosporioides* (Cla + Ary.), proporcionou um efeito sinérgico quando na presença de uma fonte totalmente solúvel como o KCl, elevando os teores de N das folhas de mandioca (Figura 3).

No entanto, estes autores mencionam que o efeito sinérgico destes microrganismos quando coinoculados é fortemente dependente da estirpe (Busato *et al.*, 2022), do ambiente e da interação planta-hospedeiro (Faria *et al.* 2023). Assim considerando o suprimento de N para as plantas, o *C. cladosporioides*, demonstrou ser um fungo promissor quando há a aplicação de uma fonte solúvel associada a uma pouco solúvel, e sua coinoculação com *B. aryabhattai*, na presença de uma fonte totalmente solúvel.

Ao analisar a resposta de cada microrganismo quanto as fontes de potássio utilizadas (Figura 2), a inoculação de *B. aryabhattai* e a coinoculação de *B. amyloliquefaciens* + *B. aryabhattai* (Amy + Ary) proporcionaram teores mais elevados de N nas folhas de mandioca quando seu cultivo foi realizado com o uso do pó de rocha nefelina-sienito (100% PR). Quando

comparado o teor de N destes tratamentos com os obtidos com a aplicação de KCl, houve incremento de respectivamente 41,3 e 28,7% no teor de N nas folhas das plantas. Este fato pode estar associado as melhores condições que o uso desta fonte natural de potássio, bem como de outros nutrientes proporciona para multiplicação e manutenção destes microrganismos no solo. Além disso, *B. aryabhattai* por ser considerado uma bactéria solubilizadora de fosfato, (Chen *et al.*, 2020; Busato *et al.*, 2022; Wang, Chi e Song, 2024), pode também ter contribuído para dissolução dos minerais primários existentes no pó de rocha, favorecendo para uma nutrição mais equilibrada para as plantas, bem como para o desenvolvimento deste microrganismo no solo, quando inoculado de forma isolada, ou em coinoculação com *B. amyloliquefaciens*.

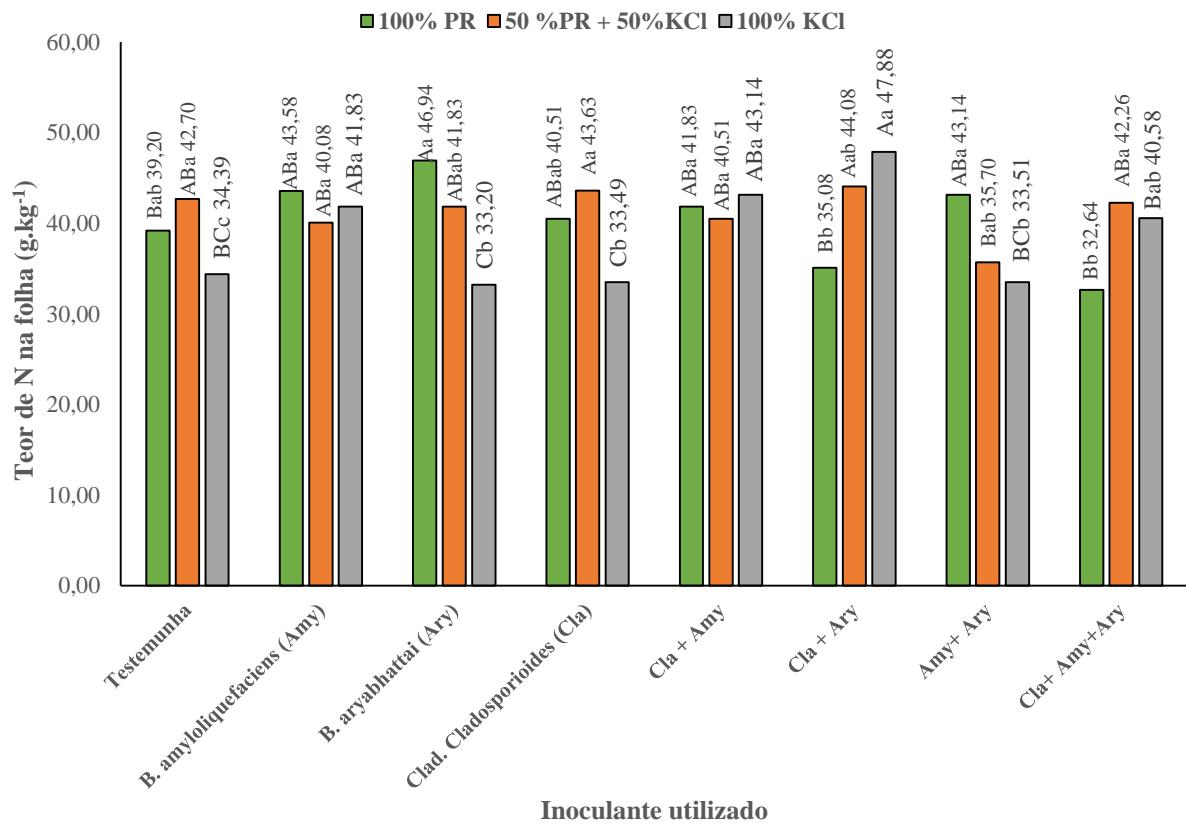


Figura 3 Teor de nitrogênio na folha de mandioca “cultivar IAC Vassourinha Branca” sete meses após o plantio em função das fontes de potássio testadas (100% PR – pó de rocha derivado de nefelina-sienito, 100% KCl (cloreto de potássio) e 50% PR + 50% KCl) e dos microrganismos inoculados no momento do plantio. Iporá, Goiás. 2025. Letras maiúsculas comparam o efeito das fontes de potássio entre os microrganismos inoculados e letras minúsculas comparam o efeito das fontes de potássio dentro de cada tratamento microbiológico testado.

Já com o uso de uma fonte totalmente solúvel como o KCl (100% KCl), a coinoculação de *C. cladosporioides* + *B. aryabhattai* demonstrou ser mais promissora, proporcionado teor mais elevado de N nas plantas. Com o uso desta combinação de microrganismos, quando

comparado o valor desta variável com o obtido com KCl como fonte de potássio, este foi 8,6 % superior ao observado nas plantas cultivadas com 50% PR + 50% KCl e 36,5% superior ao observado nas com 100% PR. A inoculação de *Cladosporium cladosporioides* e sua coinoculação com *B. aryabhattachai* (Cla+ Ary) também proporcionou maior teor de N nas folhas de mandioca quando houve a mistura das fontes de K (50% PR + 50% KCl), sugerindo sua inoculação e sua combinação com *B. aryabhattachia* (Cla. + Ary.) e a combinação tripla (Cla. + Amy + Ary) torna-se agronomicamente interessante para a nutrição das plantas, principalmente na presença de fontes solúveis de K.

Xu *et al* (2022), salientam que *Bacillus aryabhattachai* atua como microrganismo promotor de crescimento (PGPB) capaz de melhorar a disponibilidade de N (fixação biológica ou estimulação de assimilação), produção de fitormônios, solubilização de P e atuação contra o estresse salino, com efeitos fisiológicos mensuráveis em diferentes culturas. Por outro lado, também relatam que fungo endofíticos do gênero de *Cladosporium* têm sido relatados como promotores de crescimento de plantas (PGPF), induzindo a produção de fitormônios, compostos orgânicos voláteis (COVs) e atuando também na solubilização de nutrientes. Neste contexto, *B. aryabhattachai* por ter atuado na fixação e transformação N em formas mais assimiláveis e o *C. cladosporioides*, por produzir ácido indol-3-acético (AIA) e compostos orgânicos voláteis, pode ter estimulado um maior desenvolvimento radicular das plantas, contribuindo para que nesta condição com mais nutrientes solúveis no solo, as plantas apresentassem maior teor de N em suas folhas quando utilizados em coinoculação.

Para o fósforo, nas plantas adubadas com 100% de KCl, a inoculação de *C. cladosporioides*, e sua coinoculação de *B. aryabhattachai* (Cla+ Ary), com *B. amyloliquefaciens* (Cla.+ Amy.) e com *B. aryabhattachai* + *B. amyloliquefaciens* (Cla. + Amy + Ary) (Figura 4). proporcionou maiores teores de P nas plantas de mandioca. Quando comparado com a testemunha adubada com KCl (sem inoculação), o uso destes organismos proporcionou incrementos respectivamente de 34,9%; 26,8%; 43,1% e 20,3% nos teores de P nas folhas de mandioca.

Por outro lado, ao se utilizar uma fonte pouco solúvel como o pó de rocha nefelina-sienito, não houve efeito significativo entre os microrganismos utilizados para o teor de P das plantas quando comparado com a testemunha (Figura 4). Resultado similar a este também foi observado quando se utilizou como fonte potássica a mistura de pó de rocha e KCl (50% PR + 50% KCl), sugerindo que para o fósforo, a inoculação ou coinoculação dos microrganismos testados, quando na presença de uma fonte pouco solúvel de K, não alterou a disponibilidade de P do solo para as plantas. Este fato pode estar associado à lenta solubilização dos minerais

presentes no pó de rocha nefelina-sienito, associado temporariamente, a menor disponibilidade de potássio no solo, o que pode ter limitado sua absorção pelas plantas (Figura 1A). Tal limitação é esperada a curto prazo, uma vez que a eficácia da liberação de K a partir de minerais primários depende diretamente da atividade e da multiplicação de microrganismos solubilizadores e da constante secreção de ácidos orgânicos, fatores que podem ser reduzidos em condições iniciais de baixa disponibilidade (Castro *et al.*, 2020), bem como sobre o P que se encontra fixado ou ocluso nos colóides do solo próximos a rizosfera (Silva *et al.*, 2021; Wang, Chi e Song, 2024).

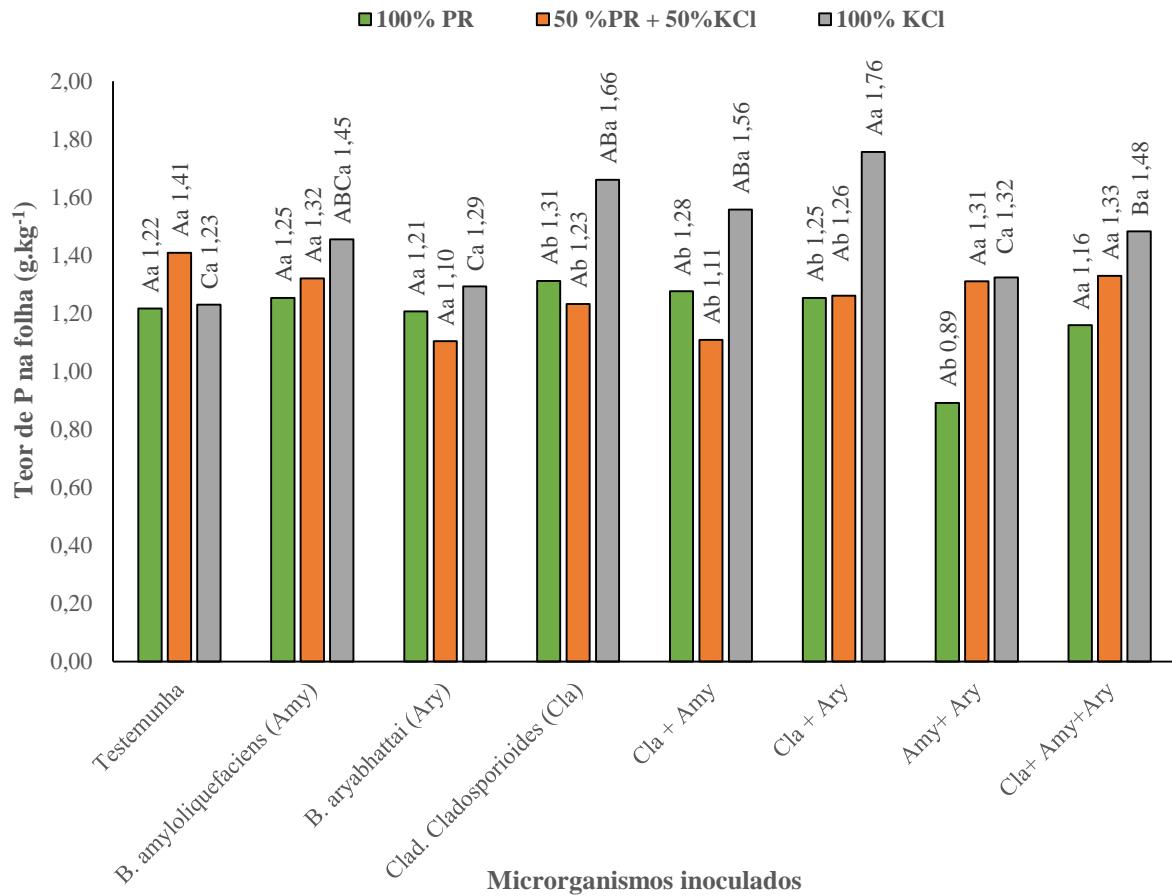


Figura 4: Teor de fósforo na folha de mandioca “cultivar IAC Vassourinha Branca” sete meses após o plantio em função das fontes de potássio testadas (100% PR – pó de rocha derivado de nefelina-sienito, 100% KCl – cloreto de potássio e 50% PR + 50% KCl) e dos microrganismos inoculados no momento do plantio. Iporá, Goiás. 2025. Letras maiúsculas comparam o efeito das fontes de potássio entre os microrganismos inoculados e letras minúsculas comparam o efeito das fontes de potássio dentro de cada tratamento microbiológico testado.

Já quando na presença de uma fonte solúvel como o KCl (100%KCl), a maior disponibilidade de K no solo possibilitou um maior teor deste elemento nas plantas (Figura 1A), bem como possivelmente também favoreceu para uma maior multiplicação destes microrganismos no solo, uma vez *C. cladosporioides*, e *B. aryabhatai* são considerados com

tolerantes ao estresse salino (Xu *et al.*, 2022; Rodrigues *et al.*, 2022). Desta forma, com uma microbiota maior e mais atuante na rizosfera, e, com capacidade de solubilizar fosfatos pouco solúveis no solo (Busato *et al.* 2022; Rosalen *et al.*, 2024), favoreceu para que houvesse maior teor de P nas folhas de mandioca nesta situação.

Bacillus amyloliquefaciens e *Bacillus aryabhattachai* são reconhecidas como bactérias promotoras de crescimento vegetal (PGPB), capazes de secretar ácidos orgânicos, fosfatases, entre outros mecanismos que favorecem a solubilização de fósforo e melhoram sua disponibilidade para as plantas (Pan *et al.*, 2023; Gao *et al.*, 2025). Por outro lado, fungos do gênero *Cladosporium* têm sido estudados nos últimos anos como promotores de crescimento vegetal (PGPF), isolados demonstrando produção de ácido indol-3-acético (IAA), atividade potencial de solubilização de fósforo e outras enzimas relacionadas (Yang *et al.*, 2023).

Em sistemas que utilizam fontes de fósforo ou potássio menos solúveis, como pó de rocha, essa ação microbiana do *C. cladosporioides* pode potencializar a liberação gradual de nutrientes, contribuindo para que as plantas extraiam fósforo de formas menos disponíveis no solo. A aplicação dessa combinação de microorganismos com fontes menos solúveis pode levar a aumentos nos teores foliares de fósforo e produtividade, como observado em vários estudos mais recentes.

Quando fungos como *C. cladosporioides* são combinados com bactérias promotoras de crescimento, pode haver efeitos sinérgicos que potencializam a mobilização de nutrientes e elevação dos teores foliares de fósforo. Isso é especialmente relevante em sistemas que utilizam fontes menos solúveis, como pós de rocha, onde a ação microbiana pode acelerar a liberação de fósforo no solo explorado pelas raízes.

Quanto a produtividade de mandioca, houve efeito significativo somente para as fontes de potássio testadas (Figura 5), obtendo-se maiores produtividades com o uso de pó de rocha nefelina-sienito e sua combinação com KCl (50% PR + 50% KCl), os quais diferiram estatisticamente da produtividade obtida com o uso somente de KCl (100% KCl). Ao se comparar a produtividade das plantas em que se utilizou o KCl como fonte de potássio, com as plantas adubadas com fontes de potássio menos solúveis, o uso da 50%PR + 50% KCL proporcionou um incremento de 16,4% na produtividade. Já ao se utilizar somente o pó de rocha nefelina-sienito (100% PR), este incremento foi de 25,3%, o que torna seu uso de relevante interesse agronômico no cultivo da mandioca.

Este resultado positivo com as fontes menos solúveis na produtividade de mandioca pode estar associado ao ciclo longo da cultura, sendo esta colhida 12 meses após o plantio. Este fato pode ter contribuído para uma gradual e constante liberação de nutrientes no decorrer do

ciclo da cultura, enquanto que com o uso de KCl, devido sua rápida dissolução, todo potássio aplicado e disponibilizado para plantas em poucos dias após sua aplicação, tornando-o passível de perdas mais intensas por lixiviação (Silveira *et al.*, 2025). O uso somente de cloreto de potássio como fonte de K para a cultura da mandioca, considerando sua rápida dissolução, pode também ter contribuído para elevar o nível salino, próximo as plantas, mesmo que temporariamente, e consequentemente, ter prejudicado o desenvolvimento da microbiota do solo, bem como dos organismos que foram inoculados, afetando negativamente produção de raízes. Já com o uso do pó de rocha nefelina-sienito, ou sua aplicação combinada com KCl, a liberação de nutrientes, apesar da lenta disponibilidade de nutrientes para o solo, ela ocorre de forma regular em todo o ciclo da cultura, proporcionando melhores condições para as plantas absorverem estes nutrientes.

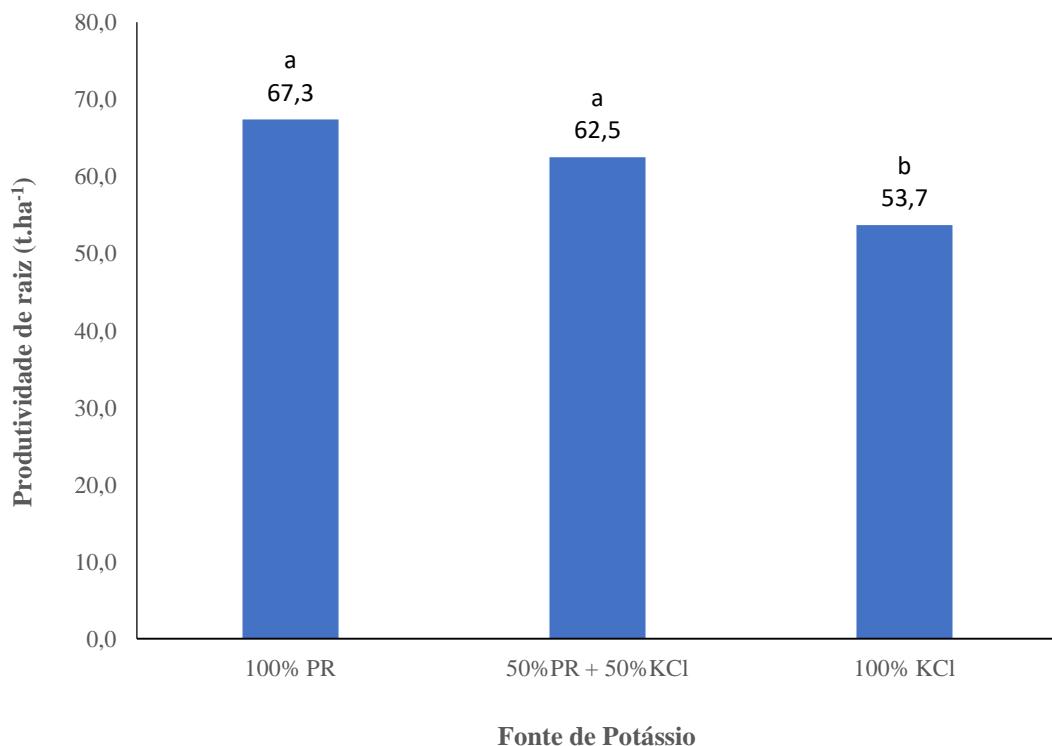


Figura 5: Produtividade da mandioca “cultivar IAC Vassourinha Branca” colhida 12 meses de idade adubada em função das diferentes fontes de potássio utilizadas como adubação de plantio (100% PR – pó de rocha derivado de nefelina-sienito, 100% KCl – cloreto de potássio e 50% PR + 50% KCl). Iporá, Goiás. 2025. Medias seguidas de mesmas letras indicam ausência de efeito significativo dos tratamentos ao teste de Tukey a 5,0% de probabilidade.

Além disso, por não ocorrer este efeito salino e resultar em menor quantidade de cloro nas proximidades do sistema radicular das plantas, pode ter favorecido o desenvolvimento da microbiota do solo, contribuindo para um incremento da produtividade da mandioca. Também tem o fato de que, ao se aplicar o pó de rocha como fonte de potássio, por ele ser considerado

um fertilizante natural com multinutrientes, acaba se aplicando outros macros e micronutrientes, favorecendo para uma nutrição mais equilibrada da planta durante todo o seu ciclo, resultando em condições mais propícias para maior produção de raízes observada nestes tratamentos.

Considerando o preço de R\$ 1.100,00 por tonelada praticado para comercialização de raiz de mandioca de mesa na região, a produção adicional $13,6 \text{ t.ha}^{-1}$ de raízes obtida com 100% PR e de $8,8 \text{ t.ha}^{-1}$ com 50% PR + 50% KCl, resulta respectivamente em um retorno bruto adicional de respectivamente 14.960,00 e de 9.680,00 R\$ por hectare, com o uso destas fontes pouco solúveis, o que torna as mesmas economicamente atrativas para o produtor de mandioca, uma vez que o custo de aquisição do pó de rocha, por ser produzido na região e não sofrer nenhum tratamento químico, é relativamente baixo.

Esses resultados confirmam que, embora que o KCl proporcione efeito imediato, o uso de pó de rocha nefelina-sienito associado a microrganismos biossolvabilizadores representa uma alternativa sustentável para adubação utilizada no cultivo da mandioca, podendo vir a contribuir de forma efetiva na redução de fertilizantes importados (principalmente os potássicos), reduzir os custos de produção e melhorar a rentabilidade desta cultura para os produtores da região. Porém torna-se necessário que mais estudos sejam desenvolvidos verificando qual é seu efeito residual no solo no decorrer dos anos de aplicação, bem como qual o efeito que o mesmo proporciona em outras culturas.

4 CONCLUSÃO

O uso do pó de rocha nefelina-sienito (PR), isolado ou combinado com o cloreto de potássio (KCl), mostrou-se uma alternativa promissora e sustentável para a adubação potássica da mandioca, proporcionando incremento nos teores foliares de nitrogênio. Sua liberação gradual de nutrientes pode ter favorecido uma melhor nutrição das plantas ao longo do ciclo da cultura, afetando positivamente a produção de raízes.

Houve resposta diferenciada dos microrganismos inoculados as fontes de potássio utilizadas quanto ao teor foliar dos macronutrientes primários. *B. aryabhattachai* e sua coinoculação com *B. amyloliquefaciens* foi mais promissora com fontes pouco solúveis de K (100% PR e 50% PR + 50% KCl). Já a inoculação de *C. cladosporioides*, e sua coinoculação com *B. aryabhattachai* (*Cla. + Ary*), *B. amyloliquefaciens* (*Cla. + Amy.*) e *B. aryabhattachai + B. amyloliquefaciens* (*Cla. + Amy. + Ary*) foi mais promissora com fontes solúveis de K (100% KCl).

O uso de pó de rocha nefelina-sienito de forma isolada ou combinada com cloreto de potássio demostrou ser promissor para o cultivo de mandioca, aumentando a produtividade de raízes das plantas, e consequentemente, o retorno econômico para o produtor rural. Seu uso pode vir a ser prática agronomicamente viável para o cultivo da mandioca, contribuindo para o uso racional de fertilizantes, para a valorização de insumos regionais e para o avanço da agricultura sustentável no Cerrado goiano.

5 AGRADECIMENTOS

Ao IF Goiano pelo apoio de logística e infraestrutura, a Edem Agrominerais/Neofertil, ao CEBIO, a UEPE Chácara Recanto da Paz pela bolsa de IC, parceira e apoio financeiro para realização desta pesquisa e a todos os colegas e servidores que contribuíram para sua execução.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDA – ASSOCIAÇÃO NACIONAL PARA DIFUSÃO DE ADUBOS. **Relatório sobre o mercado de fertilizantes – janeiro a dezembro de 2024**. Brasília: ANDA, 2025. Disponível em: <https://anda.org.br/wp-content/uploads/2025/03/Comentarios.pdf>. Acesso em: 26 set. 2025.

BRASIL. Presidência da República. Secretaria Especial de Assuntos Estratégicos (SAE). **Plano Nacional de Fertilizantes (PNF) 2022-2050**. Brasília, DF: SAE-PR, 2022. 182 p. Disponível em:<https://www.gov.br/planalto/pt-br/assuntos/assuntos-estrategicos/documentos/planos/plano-nacional-fertilizantes/@@download/file/Plano-Nacional-Fertilizantes.pdf>.

BUSATO, J. G. *et al.* Can co-application of silicate rock powder and humic-like acids increase nutrient uptake and plant growth in weathered tropical soil? **Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Soil & Plant Science**, v. 72, n. 1, p. 761–774, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/09064710.2022.2078222>

CASTRO, V. M. C. A *et al.* Solubilização de potássio presente em minerais por microrganismos e efeitos no desenvolvimento de culturas agrícolas. **Documentos**, Sete Lagoas, n.264, p.120, 2020. Disponível em:<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1134272/1/Doc-264-Solubilizacao-de-potassio>

CHEN, Y; Y, J; KONG, Q. *Potassium-solubilizing activity of Bacillus aryabhactai SK1-7 and its growth-promoting effect on Populus alba L.* **Frontiers in Microbiology**, Lausanne, v. 11, p. 1–13, 2020. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/2844/ac7b0b7bc091364d33350b37274c7aac0fe4>

FARIA, L. O. *et al.* Potassium fertilization and bioactivators on the soybean yield and soil microbiota. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 53, e74945, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-40632023v5374945>.

GAO, G. *et al.* *Bacillus amyloliquefaciens* SQ-2 and biochar: a synergy for improving plant nutrition by mobilizing phosphorus and potassium. **Frontiers in Soil Science**, v. 2, 2025. DOI: 10.3389/fsoil.2025.12298256.

HAWKESFORD, M. J. *et al.* Functions of macronutrients. In: RENGEL, Z.; CAKMAK, I.; WHITE, P. J. (org.). **Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants**. 4. ed. London: Elsevier, 2023. p. 201–281. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819773-8.00019-8>.

MARTINS, E. S.; MARTINS, E. de S.; HARDOIM, P. R. Princípios geoquímicos, mineralógicos e biológicos do manejo de remineralizadores de solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 47, e0230001, 2023.

MUNOZ, A. E. P. *et al.* Trio da produtividade na cultura da mandioca: uma avaliação socioambiental da região Norte brasileira. **Revista Brasileira de Tecnologias Sociais – RBTS**, Itajaí, v. 12, n. 1, p. 14–24, jan./jun. 2025.

PAN, L. *et al.* Phosphate-solubilizing bacteria: advances in their potential for sustainable agriculture. **Frontiers in Plant Science**, v. 14, 2023. DOI: 10.3389/fpls.2023.1074593.

RODRIGUES, L. N. F. *et al.* Use of Soil Remineralizer to Replace Conventional Fertilizers: Effects on Soil Fertility, Enzymatic Parameters, and Soybean and Sorghum Productivity. **Agriculture**, Basel, v. 14, n. 2153, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/agriculture14122153>.

ROSALEN, K. *et al.* Effect of remineralizer on soil biological quality. **Biologia**, v. 79, p. 3327–3336, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11756-024-01783-6>.

SILVA, D. A. C. *et al.* Avanços na produção e formulação de inoculantes microbianos visando uma agricultura mais sustentável. **Química Nova**, v. 44, n. 10, p. 1297-1313, 2021.

SILVA, M. J. de S. *et al.* Solubilização de fosfatos e potássio por bactérias rizosféricas: uma revisão. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE BIOTECNOLOGIA, 2024. **Solubilização de fosfatos e potássio por bactérias rizosféricas: uma revisão**. [S. l.]: Embrapa, 2024. p. 843-852. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1170700/1/17576.pdf>.

SILVEIRA, C P. *et al.* Blending potassium rocks with KCl fertilizer to enhance crop biomass and reduce K leaching in sandy soil. **Soil Systems**, Basel, v. 9, n. 3, art. 83, p. 1-13, 2025. DOI: <https://doi.org/10.3390/soilsystems9030083>.

SONG, Y *et al.* The IAA-Producing Rhizobacterium *Bacillus* sp. SYM-4 Promotes Maize Growth and Yield. **Plants**, v. 14, n. 11, p. 1587, 23 maio 2025. DOI: 10.3390/plants14111587.

TEDESCO, J. C. **Manual de metodologia para análise de solos em laboratório**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013. Disponível em: <https://www.docsity.com/pt/docs/manual-tedesco-urgs/4837590/>. Acesso em: 01 out. 2025.

VALICHESKI, R.R *et al.* Uso do pó de rocha nefelina-sienito como fonte de potássio na soja: efeitos nos atributos químicos do solo. **Revista Contribuciones a las Ciencias Sociales**, São José dos Pinhais, v. 17, n. 8, p. 1-22, 2024. DOI: <https://doi.org/10.55905/revconv.17n.8-268>.

WANG, X; CHI, Y; SONG, S. Important soil microbiota's effects on plants and soils: a comprehensive 30-year systematic literature review. **Frontiers in Microbiology**, v. 15, e1347745, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2024.1347745>.

XU, H. *et al.* Endophytic bacterium *Bacillus aryabhattai* induces novel transcriptomic changes to stimulate plant growth. **PLoS ONE**, v. 17, n. 8, e0272500, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0272500>.

YANG, N. *et al.* A novel endophytic fungus strain of *Cladosporium*: its identification, genomic analysis, and effects on plant growth. **Frontiers in Microbiology**, v. 14, 2023. DOI: 10.3389/fmicb.2023.1287582.

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

Autor¹, Autor², Autor³ Autor⁴, Autor⁵, Autor⁶

(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

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

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

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

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

⁵ Docente do curso de Agronomia, UniCesumar, Maringá (PR), Brasil.

Graduando em Agronomia, UniCesumar, Maringá (PR), Brasil.

⁶ Biólogo, UniCesumar, Maringá (PR), Brasil.

⁷ Mestre, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas (PPGTL), UniCesumar, Maringá (PR), Brasil.

⁸ Doutor, Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Limpas (PPGTL), UniCesumar, Maringá (PR), Brasil.

Sobrenome dos autores (campo sob a responsabilidade da equipe editorial)

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 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

Sobrenome dos autores (campo sob a responsabilidade da equipe editorial)

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).

Sobrenome dos autores (campo sob a responsabilidade da equipe editorial)

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 juntas 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: IGBE (2022).

Sobrenome dos autores (campo sob a responsabilidade da equipe editorial)

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:

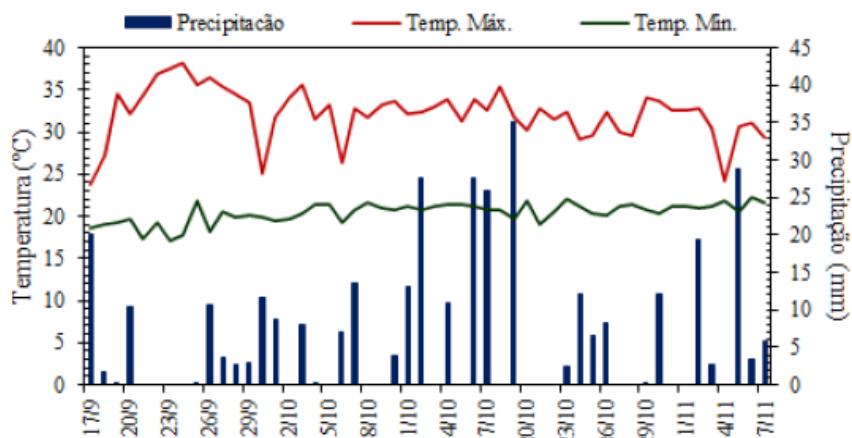


Figura 1. Precipitação pluviométrica e temperaturas máxima e mínima registradas em Jataí-GO no período de condução do experimento.
Fonte: INMET (2018).

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)

Sobrenome dos autores (campo sob a responsabilidade da equipe editorial)

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_2O_3), 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

Sobrenome dos autores (campo sob a responsabilidade da equipe editorial)

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.jspx?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

Sobrenome dos autores (campo sob a responsabilidade da equipe editorial)

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/l12305.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. 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 --

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

1 a 0 de 0 registro(s)