

CONDICIONADORES DE SOLO COMO FERRAMENTA PARA OTIMIZAR A PRODUTIVIDADE SUSTENTÁVEL EM GENÓTIPOS DE ARROZ DE TERRAS ALTAS

Mirian do Nascimento Mário¹; Moniky Samy Lopes²; Janaína Piza Ferreira³; Monielly Soares Andrade⁴; Flávia Barbosa Silva Botelho⁵

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., Rendimento de Grãos, Estresse Abiótico, Manejo Nutricional.

Introdução

A crescente demanda global por alimentos impulsiona a agricultura moderna a buscar estratégias que otimizem a produtividade de grãos de forma sustentável, focando na eficiência do uso de recursos e na nutrição de plantas. A disponibilidade de nutrientes nos solos é crucial para o desenvolvimento das culturas e a qualidade dos produtos, sendo um pilar central para a segurança alimentar global (Renard & Tilman, 2021). Nesse cenário, a cultura do arroz (*Oryza sativa* L.) em sistemas de terras altas no Brasil é estratégica, mas enfrenta alguns desafios significativos em determinadas regiões devido a solos de baixa fertilidade natural, alta acidez e suscetibilidade a estresses hídricos e nutricionais (Baligar, 2001).

Nesse contexto, os condicionadores de solo destacam-se como alternativa viável para melhorar as propriedades edáficas, favorecendo a retenção de água e nutrientes. Sua aplicação pode promover a agregação de partículas, aumentar a capacidade de retenção de água e nutrientes, e estimular a atividade microbiana, contribuindo para a resiliência do sistema e a disponibilidade de nutrientes para as plantas (Zhang et al., 2023). Para o arroz de terras altas, a melhoria da estrutura e da capacidade de retenção de água é particularmente relevante, dada a dependência das chuvas e a irregularidade hídrica.

Paralelamente, o zinco (Zn) é um micronutriente essencial e frequentemente limitante para o arroz, com sua deficiência sendo um dos principais fatores que impactam a produtividade em solos tropicais (Muhammad Hamzah Saleem et al., 2022). O zinco desempenha papéis cruciais na ativação enzimática, síntese de proteínas e fitohormônios, e na tolerância a estresses abióticos e bióticos (Zhou et al., 2020).

A integração estratégica de fertilizantes à base de condicionadores de solo com a suplementação de micronutrientes, como o zinco representa uma abordagem inovadora para superar essas limitações no cultivo do arroz de terras altas. Assim, este trabalho objetivou-se em avaliar a eficiência dos bioestimulantes como ferramenta para otimizar a produtividade sustentável em linhagens de arroz (*Oryza sativa* L.) de terras altas no contexto climático brasileiro. A hipótese central é que o condicionador de solo não apenas melhora o ambiente radicular, mas também atua como um veículo, otimizando a solubilização e a absorção de zinco, ao mesmo tempo em que atenua os fatores de fixação do micronutriente no solo. Essa sinergia pode levar a uma maior eficiência de uso do zinco, resultando em melhor desenvolvimento da planta, aumento da produtividade e, potencialmente, na biofortificação dos grãos de arroz (Sani & Yong, 2021).

¹Mestranda, Universidade Federal de Lavras – UFLA, Bairro: Aqueanta Sol, S.N. CEP 37200-000 Lavras – MG, Brazil, e-mail: mirian.mario1@estudante.ufla.br

²Mestranda, Universidade Federal de Lavras – UFLA, e-mail: moniky.lopes2@estudante.ufla.br

³Doutoranda, Universidade Federal de Lavras – UFLA, e-mail: janainapizaf@gmail.com

⁴Pesquisadora, Termax Minerais Industriais LTD – Brazil, 33040-260 Santa Luzia – MG, Brazil, e-mail: qualidade@termaxfertilizantes.com.br

⁵Doutora, Universidade Federal de Lavras – UFLA, e-mail: flaviabotelho@ufla.br

Material e Métodos

O experimento foi conduzido durante a safra de 2024/25, no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Foram avaliados três genótipos, BRS A502, BRS Esmeralda e CMG1590, sendo as duas primeiras cultivares recomendadas pela Embrapa Arroz e Feijão, e a terceira linhagem, genótipo pertencentes ao ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU) do programa de melhoramento genético de arroz de terras altas em convênio entre a UFLA, Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) e Embrapa Arroz e Feijão. Utilizou-se delineamento em blocos casualizados com três repetições, em esquema fatorial 3 (genótipos) x 2 (tratamentos de solo) x 3 (dosagens) mais o tratamento controle, sem nenhuma aplicação de bioestimulantes. Os tratamentos consistiram em condicionador de solo (CS), CS+Zn, aplicados em três dosagens (1; 1,5 e 2 ton/ha) via solo. A produtividade de grãos foi estimada com base no peso dos grãos colhidos, corrigido para 13% de umidade. Os dados foram submetidos à ANOVA e teste de Tukey ($\alpha = 0,05$), utilizando o software R.

Resultados e Discussão

A análise dos efeitos principais da produtividade da cultura do arroz de terras altas revelou distinções significativas entre as linhagens avaliadas (Figura 1).

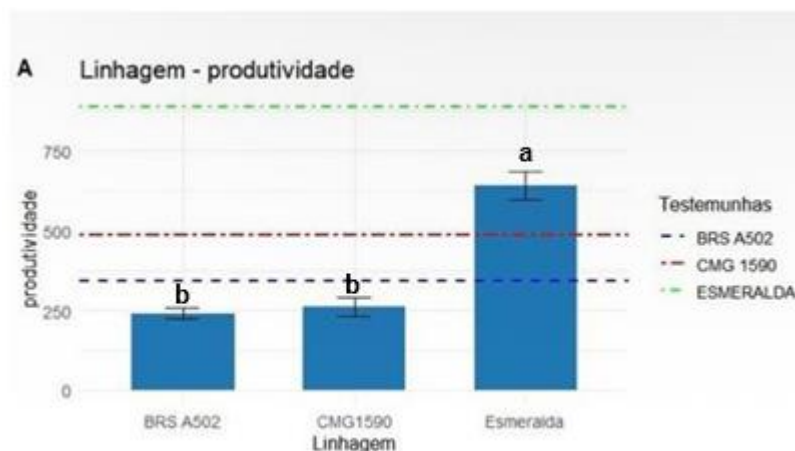


Figura 1. Comportamento das linhagens na média dos tratamentos.

A linhagem BRS Esmeralda destacou-se com a maior produtividade média, apresentando um desempenho substancialmente superior em comparação com a BRS A502 e a CMG 1590. As linhagens BRS A502 e CMG1590, por sua vez, exibiram produtividades médias estatisticamente similares entre si e significativamente inferiores à Esmeralda. Vale ressaltar, que durante a condução do experimento, houve uma detecção de uma maior taxa de emergência das sementes da cultivar BRS Esmeralda, fato que pode ter contribuído para as maiores estimativas de produtividades de grãos.

A figura 2 apresenta os valores de produtividade das linhagens observados em cada tratamento e dose.

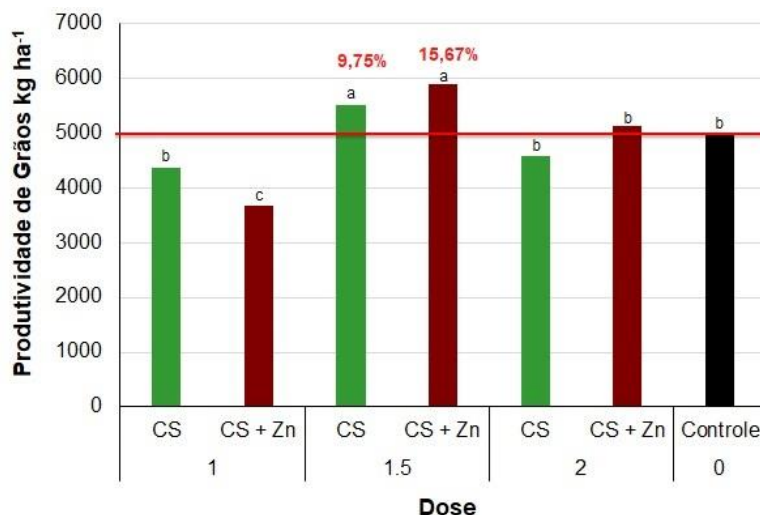


Figura 2. Produtividade em Kg.ha⁻¹ da cultura de arroz (*Oryza sativa* L.) de terras altas obtidas por cada linhagem em diferentes tratamentos e doses. Médias (\pm erro padrão) seguidas pela mesma letra não diferem de acordo com o teste de agrupamento de Turkey ($p < 0,05$).

Os efeitos principais dos tratamentos (CS, CS+Zn e controle) e da dose (1; 1,5 e 2) foram estatisticamente significativos (Figura 2). A produtividade média entre os tratamentos CS e CS+Zn em relação ao controle mostrou-se similar, com sobreposição considerável das barras de erro, quando aplicado a dosagem de 2 ton/ha. Para 1,5 ton/ha pode-se observar que as produtividades de grãos, na média dos genótipos, foram cerca de 9,75% e 15,67% considerando os tratamentos com CS e CS + Zn, respectivamente. As diferentes dosagens induziram diferenças significativas na produtividade média, sendo que a dosagem de 1,5 ton/hectare proporcionaram as melhores estimativas.

A variabilidade intrínseca entre genótipos desempenha um papel determinante na resposta das culturas a estratégias de manejo nutricional e à alteração das propriedades edáficas. Os resultados, do presente experimento, demonstraram que a linhagem BRS Esmeralda possuiu uma capacidade inerente superior de converter os insumos aplicados em produtividade.

Elucida-se que o estabelecimento e desenvolvimento da cultura do arroz de terras altas, durante a safra 2024/2025, foram condicionados por um regime hídrico atípico. Observou-se uma distribuição pluviométrica errática entre dezembro e fevereiro, sucedida por um período de veranico de duração considerável. Essas condições de estresse hídrico ocorreram em um momento crítico do ciclo fenológico do arroz, mais precisamente durante o estágio reprodutivo R2. Tal coincidência temporal entre a deficiência hídrica e a fase de maior demanda metabólica comprometeu substancialmente o enchimento de grãos e a formação de componentes produtivos, culminando em um incremento notável na porcentagem de espiguetas estéreis. Este resultado corrobora a literatura que aponta a extrema vulnerabilidade do arroz à escassez de água durante a fase reprodutiva (Ramos et al., 2023). Ademais, as informações meteorológicas disponibilizadas pelo INMET (2025) revelam que o período de estresse hídrico foi acompanhado por flutuações térmicas extremas, com temperaturas oscilando entre 17°C e 35°C. Tais extremos térmicos, isoladamente ou em sinergia com o estresse hídrico, são reconhecidamente fatores que induzem

a esterilidade de grãos em arroz (Ramos et al., 2023), fornecendo uma hipótese complementar para os resultados observados.

Conclusões

As doses, os tratamentos e as concentrações de zinco influenciaram a produtividade do arroz (*Oryza sativa* L.), com variações significativas entre as linhagens avaliadas. O emprego do condicionador de solo combinado com o micronutriente Zn, na dose de 1,5 toneladas/hectare proporciona maior resposta agrônômica em linhagens elites de terras altas, com estimativas de produtividades superiores a 15% quando comparado ao tratamento controle, sem a aplicação do condicionador.

Agradecimentos

À Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) por todo apoio ao Programa de Melhoramento de Arroz de Terras Altas da Universidade Federal de Lavras (Melhorarroz UFLA).

Referências

INMET: Dados meteorológicos de dezembro de 2024 à abril de 2025. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br>, consultado em maio de 2025.

KONDOMBO, C. P. et al. Assessing yield performance and stability of local sorghum genotypes: A methodological framework combining multi-environment trials and participatory multi-trait evaluation. **Heliyon**, v. 10, n. 4, p. e25114, 7 fev. 2024.

MUHAMMAD HAMZAH SALEEM et al. Functions and strategies for enhancing zinc availability in plants for sustainable agriculture. **Frontiers in Plant Science**, v. 13, n. 1, 7 out. 2022.

RAMOS, D. P. et al. Effect of foliar application with selenium on biofortification and physiological attributes of irrigated rice cultivars. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 123, p. 105534, 2023.

RENARD, D.; TILMAN, D. Cultivate biodiversity to harvest food security and sustainability. **Current Biology**, v. 31, n. 19, p. R1154–R1158, out. 2021.

BALIGAR, V. C.; FAGERIA, N. K.; HE, Z. L. NUTRIENT USE EFFICIENCY IN PLANTS. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 32, n. 7-8, p. 921–950, 30 abr. 2001.

SANI, MD. N. H.; YONG, J. W. H. Harnessing Synergistic Biostimulatory Processes: A Plausible Approach for Enhanced Crop Growth and Resilience in Organic Farming. **Biology**, v. 11, n. 1, p. 41, 28 dez. 2021.

ZHANG, K. et al. Biological soil conditioner with reduced rates of chemical fertilization improves soil functionality and enhances rice production in vegetable-rice rotation. **Applied Soil Ecology**, v. 195, p. 105242, 30 dez. 2023.

ZHOU, P. et al. Application of Nanoparticles Alleviates Heavy Metals Stress and Promotes Plant Growth: An Overview. **Nanomaterials**, v. 11, n. 1, p. 26, 24 dez. 2020.