

Palmas, TO / Outubro, 2024

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



## Manejo de fertilizantes foliares para a cultura do arroz de terras altas

Daniel de Brito Fragoso<sup>(1)</sup>, Inocencio Junior de Oliveira<sup>(2)</sup>, Daniel Pettersen Custódio<sup>(3)</sup>, Raimundo Nonato Carvalho Rocha<sup>(4)</sup> e Tatiane Bonaldo<sup>(5)</sup>

<sup>(1)</sup> Pesquisador, Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO. <sup>(2)</sup> Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. <sup>(3)</sup> Analista, Embrapa Pesca e Aquicultura, Palmas, TO. <sup>(4)</sup> Pesquisador, Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. <sup>(5)</sup> Engenheira-agrônoma, Palmas, TO.

**Resumo** – O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de fertilizantes foliares contendo nitrogênio, potássio, enxofre, zinco, boro e magnésio no desempenho produtivo de cultivares de arroz de terras altas. O experimento foi conduzido no Campo Experimental de Sistemas Agrícolas (CESAg) da Embrapa Pesca e Aquicultura, localizada em Palmas, Tocantins. As cultivares BRS Esmeralda e BRS A502 foram semeadas em duas parcelas compostas por 32 linhas com espaçamento de 30 cm entrelinhas. Cada parcela foi dividida em duas subparcelas contendo 16 linhas cada. As adubações feitas em ambas as parcelas foram 250 kg/ha da formulação NPK 04-28-10 + 100 kg/ha de ureia cloretada na formulação 20-00-20 em cobertura aos 35 dias após a emergência (DAE). Apenas uma das subparcelas de cada cultivar recebeu fertilizantes foliares e a outra subparcela foi a testemunha sem aplicação de fertilizantes foliares. As aplicações dos fertilizantes foliares realizadas foram: Produto A (1% N + 40% Zn) e Produto B (5,6% N + 2,3% K<sub>2</sub>O + 1,1% B + 1,1% Zn) na dosagem de 0,5L/ha aos 30 DAE; Produto C (14,0% N + 22,7% S) na dosagem de 0,5 L/ha aos 50 DAE; e Produto D (12,0% de N + 39,0% de K + 1,8% de Mg + 2,8% de S) na dosagem de 0,5 kg/ha aos 65 DAE. Foram avaliados o número de perfilhos/m, o número de panículas/m<sup>2</sup>, o peso de mil de grãos e a produtividade. Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com e sem aplicação de fertilizantes foliares para as variáveis peso de mil grãos e produtividade, porém não foram observadas diferenças estatísticas para as variáveis número de perfilhos/m e número de panículas/m<sup>2</sup>. Para ambas as cultivares, o tratamento com aplicação adicional de fertilizantes foliares resultou em aumento da produtividade quando comparado à testemunha sem aplicação. As cultivares BRS Esmeralda e BRS A502 tiveram produtividades de 7.891,7 e 7.571,3 kg/ha respectivamente.

**Termos para indexação:** *Oryza sativa*, adubação, fertilidade de solo, nutrição de plantas.

## Foliar fertilizer management for upland rice crops

**Abstract** – The objective of this work was to analyze the effects of applying leaf-fertilizers containing nitrogen (N), potassium (K), sulfur (S), zinc (Zn), boron (B) and magnesium (Mg) on the production performance of upland

### Embrapa Pesca e Aquicultura

Avenida NS 10, sentido Norte,  
Loteamento Água Fria,  
CEP 77008-900, Palmas, TO,  
Brasil, Caixa Postal Nº 90  
www.embrapa.br/pesca-e-aquicultura  
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações

Presidente

Roberto Manolio Valladão Flores

Secretária-executiva

Márcia Mascarenhas Grise

Membros

Andrea Elena Pizarro Muñoz,

Clenio Araujo,

Diego Neves de Sousa,

Fabrício Pereira Rezende,

Jefferson Cristiano Christofolletti,

Marcelo Konsgen Cunha e

Patrícia Oliveira Maciel

Edição executiva

Alexandre Uhlmann

Revisão de texto

Clenio Araujo

Normalização bibliográfica

Andréa Liliane Pereira da Silva

(CRB-2/1166)

Projeto gráfico

Leandro Sousa Fazio

Diagramação

Jefferson Cristiano Christofolletti

Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

rice cultivars. The experiment was carried out in the Experimental Field of Agricultural Systems (CESAg) of Embrapa Fisheries and Aquaculture in Palmas, Tocantins, Brazil. The seeds of BRS Esmeralda and BRS A502 rice cultivars were planted in two plots consisting of 32 rows with distance between rows of 20 cm. Each plot was divided into two sub-plots containing 16 lines each. The fertilizers applied to both plots were 250 kg/ha of the NPK 04-28-10 formulation + 100 kg/ha of chlorinated urea in the 20-00-20 formulation at 35 days after emergence (DAE). Only one of the sub-plots of each cultivar received leaf-fertilizers and the other sub-plot was the control without application of leaf-fertilizers. The applications of leaf-fertilizers were: Product A (1% of N + 40% of Zn) and Product B (5.6% of N + 2.3% of K<sub>2</sub>O + 1.1% of B + 1.1% of Zn) in the dosage of 0.5 L/ha applied at 30 DAE. Product C (14.0% of N + 22.7% of S) in dosage of 0.5 L/ha at 50 DAE and Product D (12.0% of N + 39.0% of K + 1.8% of Mg + 2, 8% of S) at 65 DAE were applied in the dosage of 0.5 Kg/ha. The evaluated parameters were tillers/m, panicles/m<sup>2</sup>, weight of thousand grains and productivity of grains. Significant differences were observed between treatments with and without application of foliar fertilizers for the variables thousand grain weight and productivity, however no statistical differences were observed for the number of tillers/m and panicles/m<sup>2</sup>. The sub-plots of cultivars BRS Esmeralda and BRS A502 treated with leaf-fertilizers presented the highest productivity with values of 7,571.3 and 7,891.7 kg/ha, respectively, compared with the sub-plots control without leaf-fertilizers.

**Index terms:** *Oryza sativa*, fertilization, soil fertility, plant nutrition.

## Introdução

O presente Boletim de Pesquisa contribui com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, especificamente o Objetivo 2, que tem por metas acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar, melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável. As informações sobre o manejo de fertilizantes foliares na cultura de arroz de terras altas e colabora para o uso racional de fertilizantes e promoção da agricultura sustentável pelos produtores de arroz e, portanto, para o alcance da meta 2.4 até 2030, que visa garantir sistemas sustentáveis de produção de alimentos e implementar práticas agrícolas resilientes, para o aumento da produtividade e da produção agrícolas em seus sistemas produtivos.

Esta contribuição influencia no sentido de diminuir os preços do arroz para os consumidores por meio da possibilidade de aumento da oferta no mercado de alimentos.

O arroz (*Oryza sativa* L.) é um cereal essencial para a segurança alimentar e nutricional de mais da metade das pessoas do planeta. Se destaca por fazer parte, juntamente com o feijão, da dieta alimentar dos brasileiros, sendo responsável por fornecer energia para a maioria da população (Santos et al., 2006; Barbosa et al., 2020). O arroz é considerado a principal fonte alimentar para erradicar a fome e pode fornecer 20 e 10% da necessidade diária de energia e de proteína, respectivamente, na dieta humana (Gnanamanickam, 2009; Borém; Rangel, 2015; FAO, 2022).

Segundo a Conab, a área total plantada de arroz no Brasil em 2022/2023 foi de 1.468,8 mil hectares, apresentando uma redução de 9,2% em comparativo com a safra 2021/2022. A área plantada de arroz irrigado foi estimada em 1.176,5 mil hectares e a de arroz de terras altas de 292,3 mil hectares. No caso do arroz de terras altas, a redução foi de 7,5% em relação à safra anterior (Conab, 2023).

A produção da cultura do arroz, na safra 2022/2023, foi 9.947,7 mil toneladas, 7,8% inferior à safra passada, principalmente devido à redução das áreas cultivadas nos estados do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina, de Mato Grosso e do Tocantins. No estado do Tocantins, o arroz de terras altas foi cultivado em 5,5 mil hectares, uma redução de 5,2%, a produtividade média foi de 2.460 kg/ha (crescimento de 7,7%) e houve uma produção de 13,5 mil toneladas (acréscimo de 2,3%).

O estado do Tocantins é um dos maiores produtores de arroz do Brasil e, atualmente, é o maior produtor deste cereal na região Norte e o terceiro a nível nacional. O arroz é cultivado em, praticamente, todos os municípios do estado no sistema de cultivo de terras altas. Já o cultivo irrigado é restrito às terras baixas ou várzeas da planície do Rio Araguaia (Fragoso et al., 2021; Fernandes; Neves, 2018).

Com o avanço do conhecimento e a modernização da agricultura brasileira, os usos de corretivos de solos, de adubação de base e de fertilizantes foliares constituem fatores importantes para o aumento do desempenho produtivo das culturas. A crescente competitividade do setor produtivo em escala global exige, cada vez mais, a adoção de métodos e técnicas de cultivos adequados, para manter a viabilidade econômica e a sustentabilidade dos sistemas agrícolas de produção.

Neste contexto, é fundamental conhecer melhor a exigência nutricional da cultura do arroz de terras altas

que, de maneira geral, é influenciada por vários fatores como condições climáticas, tipo de solo, cultivar plantada, produtividade esperada e práticas culturais adotadas (Fageria et al., 1995; Singh et al., 2016; Pereira, 2022).

Do ponto de vista nutricional, para o crescimento e o desenvolvimento normal de uma planta de arroz, são necessários os nutrientes carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), enxofre (S), boro (B), cloro (Cl), cobre (Cu), ferro (Fe), manganês (Mn), molibdênio (Mo) e zinco (Zn) (Fageria et al., 1995, Singh et al., 2016; Cruz et al., 2019).

De acordo com a quantidade absorvida pelas plantas, estes nutrientes são divididos em macro e micronutrientes, que devem se encontrar na forma “disponível” e em concentrações e proporções adequadas para serem absorvidos pelas plantas. Ainda que os macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S sejam necessários em maior quantidade do que os micronutrientes B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo e Zn, do ponto de vista nutricional todos são igualmente importantes e essenciais para a expressão do máximo potencial produtivo da cultura do arroz (Fageria et al., 1991; Singh et al., 2016; Pereira, 2022).

A utilização de fertilizantes foliares, aplicados em determinados estádios do ciclo da cultura do arroz de terras altas, pode proporcionar complementação nutricional para a planta com reflexos na produtividade. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de fertilizantes foliares contendo zinco, nitrogênio, potássio, enxofre, boro e magnésio no desempenho produtivo de cultivares de arroz de terras altas.

## Material e métodos

O presente trabalho foi conduzido na safra 2022/23 no Campo Experimental de Sistemas Agrícolas (CESAg) (10°08'51" S e 48°18'51" W, altitude de 267 m) da Embrapa Pesca e Aquicultura, localizada em Palmas, Tocantins. O solo da área onde foi desenvolvido o experimento é representado por um Plintossolo Pétrico concrecionário pelo Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Oliveira; Cunha, 2018). Após a remoção da cobertura vegetal, foram retiradas amostras de solos nas camadas 0-20 cm e 20-40 cm, a fim de diagnosticar os parâmetros físicos e químicos que estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1.** Parâmetros físicos e granulométricos do solo nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm.

Horizonte/ Profundidade	Frações da amostra total (g/kg)			Composição granulométrica da terra fina (g/kg)			
	Calhaus > 20 mm	Cascalho 20-2 mm	Terra fina < 2 mm	Areia grossa 2-0,20 mm	Areia fina 0,20-0,05 mm	Silte 0,05-0,002 mm	Argila < 0,002 mm
0-20	9	514	477	183	226	139	452
20-40	123	617	260	148	222	137	493

**Tabela 2.** Parâmetros químicos do solo nas camadas de 0-20 cm e 20-40 cm.

Horizonte/ Profundidade	pH		Complexo Sortivo (cmolc/kg)							(mg/kg)
	KCl 1N	H <sub>2</sub> O	Ca <sup>+</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+3</sup>	H <sup>+</sup>	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Sb	P (mel)
0-20	4,2	4,3	0,2	0,0	0,8	6,0	0,06	0,03	0,3	1,0
20-40	4,4	5,2	0,2	0,0	0,3	4,6	0,02	0,03	0,2	1,0

A área estava ocupada originalmente por vegetação de Cerrado e, após a abertura foram aplicadas, a lanço, seis toneladas de calcário dolomítico com PRNT de 87,0% + 1,5 tonelada de gesso agrícola (15% de S) e, em seguida, foi semeada *Brachiaria ruziziensis* cv. “Marandu” como planta de cobertura.

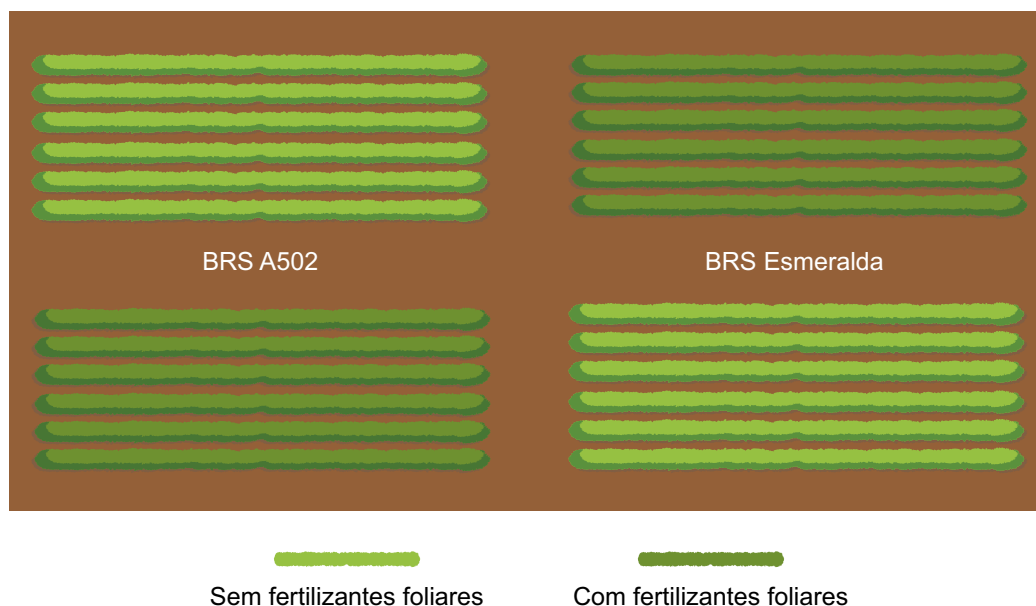
A classificação climática da região, segundo Köppen, é do tipo Aw, tropical chuvoso (superior a

1.200 mm anuais), com as estações de chuva (outubro a abril) e seca (maio a setembro) bem definidas e temperaturas médias anuais de 27 °C. Dados climatológicos durante o período de condução do experimento foram obtidos de uma estação meteorológica instalada no local.

O experimento foi semeado em duas parcelas com dimensão de 10 x 20 m e, em cada parcela, foi semeada uma cultivar de arroz. No estudo, foram

utilizadas as cultivares BRS Esmeralda e BRS A502. A instalação do experimento foi feita no sistema de semeadura direta, com palhada de *Brachiaria ruziziensis* cv. "Marandu". O plantio do experimento foi realizado no dia 7 de dezembro de 2022, com densidade de semeadura de 70 kg/ha. Não foi realizado tratamento químico das sementes. A adubação de base na semeadura foi 250 kg/ha de NPK na formulação 04-28-10.

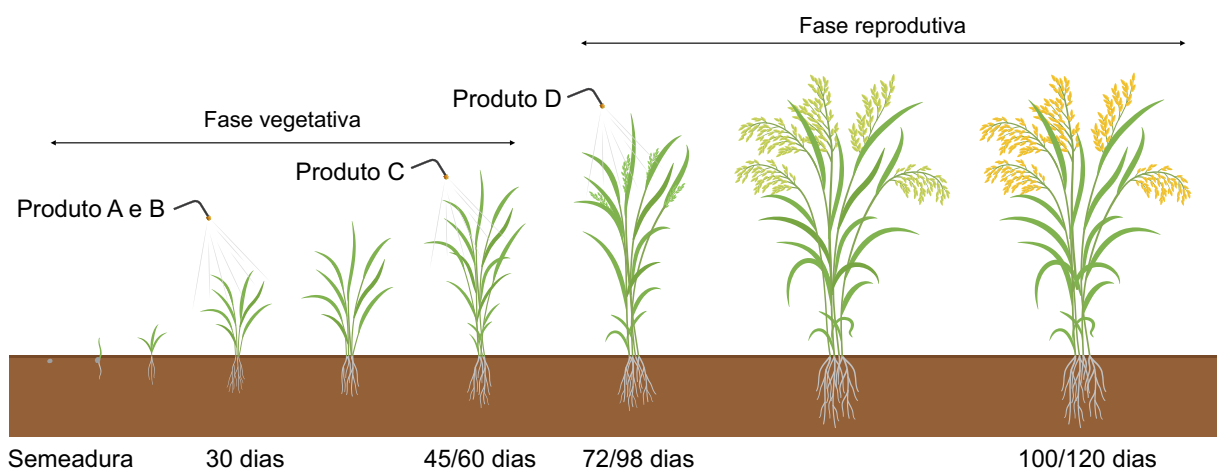
O delineamento experimental foi de parcelas subdivididas com dois fatores: cultivares (BRS Esmeralda e BRS A502) e fertilizantes foliares (com e sem fertilizantes). Cada parcela experimental foi composta por 32 linhas com espaçamento de 30 cm entrelinhas. As parcelas foram divididas em duas subparcelas contendo 16 linhas cada, conforme mostrado na Figura 1.



**Figura 1.** Croqui do experimento em parcelas subdivididas.  
Ilustração: freepik.com.

Toda a área do experimento recebeu a mesma adubação de plantio de 250 kg/ha da formulação NPK 04-28-10 + 100 kg/ha de ureia cloretada na formulação 20-00-20 em cobertura aos 35 dias após a emergência (DAE). As subparcelas das cultivares tratadas com os fertilizantes foliares (verde escuro)

receberam adicionalmente N (32,6%), K (41,3%), Zn (41,1%), S (25,5%), Mg (1,8%) e B (1,1%) na dosagem de 500 mL/ha distribuídos em aplicações nas fases de perfilhamento, início do florescimento e enchimento de grãos (Figura 2).



**Figura 2.** Ilustração das fases de desenvolvimento das plantas de arroz e das aplicações dos fertilizantes foliares.  
Ilustração: freepik.com.



Semanalmente, foi realizado monitoramento de pragas e doenças e, com base nas observações feitas, não foram necessárias pulverizações com inseticidas, fungicidas e herbicidas, em parte por se tratar de área de primeiro ano, em parte porque a

dessecação antecipada exerceu um controle efetivo de plantas daninhas (Figura 3). Aos 105 dias após a emergência das plantas, com os grãos em maturidade fisiológica, foi realizada manualmente a colheita (Figura 4).



Foto: Daniel Fragoso.

**Figura 3.** Imagem do experimento mostrando bom estado sanitário (4/1/2023).



Foto: Daniel Fragoso.

**Figura 4.** Imagem do experimento no estágio de colheita (30/3/2023).

Em cada subparcela, foram colhidas seis amostras de quatro linhas de 1 m de comprimento, em um total de 24 amostras. Após o corte das plantas, realizou-se a trilha mecânica e os grãos de cada amostra foram colocados em sacos de pano de algodão para secagem natural à sombra até atingirem umidade na massa dos grãos. A produtividade de grãos foi obtida por meio de pesagem dos grãos em casca, corrigindo-se a umidade para 13% e convertendo em kg/ha.

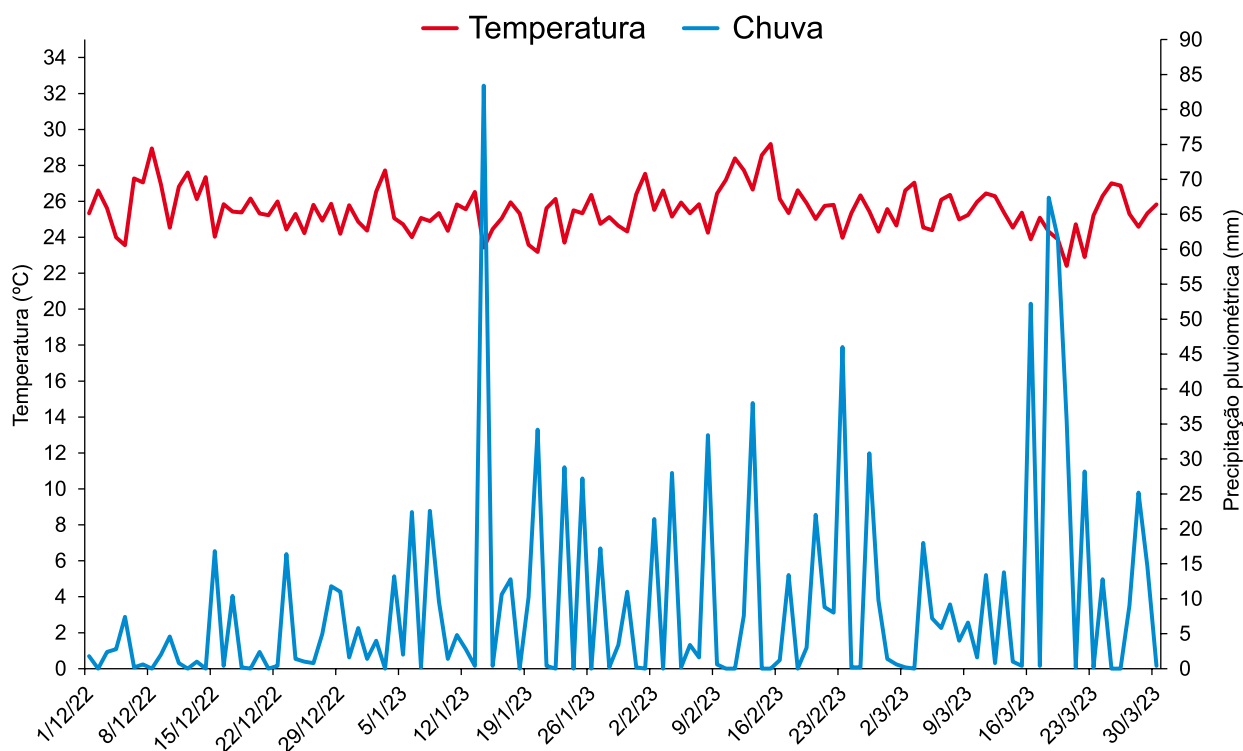
Foram avaliados também o número de perfilhos/m, o número de panículas/m<sup>2</sup> e o peso de mil grãos. Os números de perfilhos e de panículas foram obtidos por meio de contagem direta. O peso de mil grãos foi obtido pela coleta ao acaso e pela pesagem de duas amostras de cada parcela, corrigindo a 13% a base úmida. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo Teste Tukey 5% de probabilidade.

## Resultados e discussão

Os dados climatológicos de temperatura e precipitação pluviométrica estão apresentados na Figura 5. A precipitação total no período foi de 1.103 mm, distribuídos da seguinte forma: dezembro: 109

mm; janeiro: 324,8 mm; fevereiro: 279 mm; e março: 390,2 mm. A temperatura variou entre 23 °C e 29 °C, com média de 25 °C.

Os dados dos parâmetros produtivos estão apresentados nas Tabelas 3-6. Foram observadas



**Figura 5.** Dados de temperatura média e de precipitação pluviométrica no período de condução do experimento.

Fonte: Dados da Estação Meteorológica do CESAq em Palmas, TO.

diferenças significativas para os parâmetros produtividade e massa de mil grãos e nos tratamentos com e sem aplicação de fertilizantes foliares (Tabelas 3 e 4). Entretanto, mediante um mesmo tratamento, as cultivares não apresentaram maior produtividade, embora tenham exibido maior massa média de grãos.

O arroz é uma cultura exigente em nutrientes, especialmente nitrogênio, fósforo, potássio e

micronutrientes (Fageria et al., 1991; Singh et al., 2016; Pereira, 2022). Neste trabalho, foi observada resposta de aplicação adicional de fertilizantes foliares contendo outros nutrientes, como zinco (Zn), boro (B), magnésio (Mg) e enxofre (S), além dos elementos contidos na adubação de formulações de NPK + adubação nitrogenada de cobertura tradicionalmente usada pelos produtores de arroz, que resultou em aumento de produtividade.

**Tabela 3.** Produtividade de cultivares de arroz de terras altas em resposta a fertilizantes foliares.

Cultivar	Produtividade (kg/ha)	
	Sem fertilizante foliar	Com fertilizante foliar
BRS Esmeralda	6.336,2 aB*	7.571,3 aA
BRS A502	6.465,8 aB	7.891,2 aA

\* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si.

**Tabela 4.** Massa média de grãos de cultivares de arroz de terras altas em resposta a fertilizantes foliares.

Cultivar	Massa média de mil grãos (g)	
	Sem fertilizante foliar	Com fertilizante foliar
BRS Esmeralda	28,7 aB*	29,9 aA
BRS A502	24,9 bB	26,1 bA

\* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si.

As subparcelas das cultivares BRS Esmeralda e BRS A502 tratadas com os fertilizantes foliares Produto A (1% N + 40% Zn) e Produto B (5,6% N + 2,3% K<sub>2</sub>O + 1,1% B + 1,1% Zn), Produto C (14,0% N + 22,7% S) e Produto D (12,0% de N + 39,0% de K + 1,8% de Mg + 2,8% de S) tiveram maiores produtividades por apresentarem maior massa média de grãos (Tabelas 3 e 4). Não foi observada diferença estatística para os valores médios de número de perfilhos e número de panículas, porém houve tendência de aumento para esses parâmetros quando se usou a adubação foliar (Tabelas 5 e 6). Os valores médios de produtividades das cultivares BRS Esmeralda e BRS A502 foram 7.571,3 kg/ha e 7.891,7 kg/ha, respectivamente (Tabela 3).

Segundo Fageria e Baligar (2008), o nitrogênio é um elemento essencial para o crescimento vegetativo e constitui um fator determinante no perfilhamento das plantas de arroz. Ele desempenha um papel importante na formação de clorofila, que é necessária para a fotossíntese. A deficiência de nitrogênio pode resultar em plantas de arroz amareladas e com crescimento lento (Fageria et al., 1995; Singh

et al., 2016; Pereira, 2022), o que não foi observado neste trabalho.

Neste experimento, as subparcelas tratadas com fertilizantes foliares Produto A (1% N + 40% Zn) e Produto B (5,6% N + 2,3% K<sub>2</sub>O + 1,1% B + 1,1% Zn), Produto C (14,0% N + 22,7% S) e Produto D (12,0% de N + 39,0% de K + 1,8% de Mg + 2,8% de S) tiveram mais perfilhos e números de panículas por área, porém não foi observada diferenças estatísticas para estes parâmetros (Tabelas 5 e 6).

É importante ressaltar que as quantidades e o momento das aplicações dos fertilizantes foliares podem variar de acordo com as condições do solo, o clima, a variedade de arroz cultivada e as práticas agrícolas locais. Recomendam-se a realização de análises de solo e o acompanhamento das orientações específicas para garantir uma nutrição adequada das plantas de arroz de terras altas em uma determinada região ou sistema de cultivo.

Além dos nutrientes primários, ou seja, os macronutrientes, as plantas de arroz requerem do ponto de vista nutricional micronutrientes como zinco (Zn), magnésio (Mg), manganês (Mn), cobre (Cu),

**Tabela 5.** Número de perfilhos de cultivares de arroz de terras altas em resposta a fertilizantes foliares.

Cultivar	Nº de perfilhos/m	
	Sem fertilizante foliar	Com fertilizante foliar
BRS Esmeralda	72 aA*	92 aA
BRS A502	92 aA	99 aA

\* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si.

**Tabela 6.** Número de panículas de cultivares de arroz de terras altas em resposta a fertilizantes foliares.

Cultivar	Nº panículas/m <sup>2</sup>	
	Sem fertilizante foliar	Com fertilizante foliar
BRS Esmeralda	185 aA*	231 aA
BRS A502	261 aA	266 aA

\* Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e pelas mesmas letras minúsculas na vertical não diferem estatisticamente entre si.

boro (B) e molibdênio (Mo) em quantidades adequadas. A deficiência de micronutrientes pode causar problemas de crescimento e afetar negativamente o desempenho produtivo das plantas de arroz (Fageria et al., 1991; Fageria; Moreira, 2011).

## Conclusões

As aplicações dos fertilizantes proporcionaram aumento das produtividades das cultivares BRS Esmeralda e BRS A502, fato que demonstra os benefícios da aplicação de fertilizantes foliares contendo nitrogênio, potássio, enxofre, zinco, magnésio e boro no desenvolvimento de plantas de arroz e na produtividade de cultivares de arroz de terras altas.

## Agradecimentos

À equipe do projeto MelhorArroz da Embrapa Arroz e Feijão, ao apoio das equipes de Transferência de Tecnologia e do Campo Experimental de Sistemas Agrícolas da Embrapa Pesca e Aquicultura e à Yara Fertilizantes pela doação de insumos que viabilizaram os resultados desta pesquisa.

## Referências

- BARBOSA, L.; MADI, L.; TOLEDO, M. A.; REGO, R. A. As tendências da alimentação. In: **Brasil Food Trends 2020**, São Paulo: ITAL, p. 39- 47. 2010.
- BORÉM, A.; RANGEL, P. H. N. **Arroz do plantio à colheita**. Viçosa: UFV, 2015. 242 p.
- CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 8 – Safra 2023, n. 3 - Terceiro levantamento, Brasília, Julho de 2023. 86 p.
- CRUZ, T. N. M.; SAVASSA, S. M.; MONTANHA, G. S.; ISHIDA, J. K.; DE ALMEIDA, E.; TSAI, S. M.; LAVRES JUNIOR, J.; CARVALHO, H. W. P. A new glance on root-to-shoot in vivo zinc transport and time-dependent physiological effects of ZnSO<sub>4</sub> and ZnO nanoparticles on plants. **Scientific Reports**, v. 9, n. 10416, 12 p.
- FAGERIA, N. K.; BALIGAR, V. C.; JONES, C. A. **Growth and mineral nutrition of field crops**. New York: Marcel Dekker, 1991. 476 p.
- FAGERIA, N. K.; FERREIRA, E.; PRABHU, A. S.; MOREIRA, P. BARBOSA FILHO, M. P.; FILIPPI, M. C. **Seja o doutor do seu arroz**. Potafós: Arquivo do agrônomo, 1995. 22 p.
- FAGERIA, N. K., BALIGAR, V. C. Ameliorating soil acidity of tropical Oxisols by liming for sustainable crop production. *Advances in Agronomy*, v. 99, p. 345-399. 2008.
- FAGERIA, N. K.; MOREIRA, A. Yield and yield components of upland rice as influenced by nitrogen sources. **Journal of Plant Nutrition**, n. 34, p. 361–370. 2011.
- FAO. **Statistical Yearbook**. Rome, 2022. 380 p.
- FERNANDES, J. R.; NEVES, M.F. **Arroz: plano estratégico para as cadeias produtivas do agronegócio no Estado do Tocantins: 2018 – 2027**. Palmas: FIETO, 2018. 144 p.
- FRAGOSO, D. B.; NAKANO, P. H. R.; ROCHA, R. N. C.; CARDOSO, E. A. Contribuição das cultivares de arroz da Embrapa na produção de arroz irrigado no estado do Tocantins. **AGRIES**, v. 7, 2021. 6 p.
- FRAGOSO, D. B.; CARDOSO, E. A.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, C. M. **Caracterização e diagnóstico da cadeia produtiva do arroz no estado do Tocantins**. Brasília-DF: Embrapa, 2013. 40p.
- GNANAMANICKAM, S. S. **Rice and Its Importance to Human Life**. Prog. Biol. Con, 2009. 11p.
- OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília-DF: Embrapa, 2018. 356 p.
- PEREIRA, V. F. **Balanço nutricional de plantas de arroz irrigado pelo método CND**. Santa Maria-RS: UFSM, 2022. 63 p.
- SANTOS, A. B.; STONE, L. F.; VIEIRA, N. R. A. (Orgs). **A Cultura do Arroz no Brasil**. 2. ed. Brasília-DF: Embrapa, 2006. 1000 p.
- SINGH, R.; SRIVASTAVA, M.; SHUKLA, A. Environmental sustainability of bioethanol production from rice straw in India: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 54, p. 202–216. 2016.





*Ministério da  
Agricultura e Pecuária*