

# EFEITO DO MANEJO DE ÁGUA NA ABSORÇÃO DE MICRONUTRIENTES NO CULTIVO DE ARROZ EM HUMAITÁ-AM

Cristiano Weinert<sup>1</sup>; Rogério Oliveira de Sousa<sup>2</sup>; Vairton Radmann<sup>3</sup>; Half Weinberg Corrêa Jordão<sup>4</sup>; Tiago Brambilla Leonardi<sup>4</sup>; Ramilyle Junior Lourenço Ramos<sup>4</sup>; Thais Antolini Veçozzi<sup>5</sup>; Ana Paula Rocha Neves<sup>6</sup>

Palavras-chave: nutrição, oxirredução, campos naturais.

## INTRODUÇÃO

O município de Humaitá localizado na região sul do estado do Amazonas, concentra extensas áreas de campos naturais onde é realizado o cultivo de arroz (*oryza sativa* L.) de terras altas no período chuvoso. A região possui um grande potencial para o cultivo do arroz devido às propriedades do solo e ao clima. No entanto, a produtividade do arroz de terras altas no Estado do Amazonas (2.288 kg ha<sup>-1</sup>) é inferior a do arroz irrigado por alagamento contínuo do solo cultivado em outras regiões do país, como no Estado do Rio Grande do Sul (7.500 kg ha<sup>-1</sup>) (CONAB, 2015). As mudanças no estado de oxirredução do solo decorrentes do alagamento, como a diminuição dos valores de potencial redox (Eh) e aumento do pH, em solos ácidos, são favoráveis à nutrição do arroz. No entanto, estas alterações podem acarretar efeitos adversos às plantas, como toxidez de Fe e Mn e diminuição das concentrações de Zn e Cu. Alguns solos são mais propensos à toxidez por Fe, como solos sulfatados extremamente ácidos, solos arenosos moderadamente ácidos e mal drenados, de baixa CTC e de baixa fertilidade natural; solos aluviais argilosos, ácidos ou moderadamente ácidos e com baixa CTC (SOUSA, 2010). A disponibilidade de Zn diminui após o alagamento do solo, devido, possivelmente, à precipitação do Zn(OH)<sub>2</sub> como efeito do aumento do pH, à precipitação do ZnCO<sub>3</sub> como consequência do acúmulo de CO<sub>2</sub>, resultado da decomposição da matéria orgânica, e à precipitação do ZnS em ambiente de solo altamente reduzido (CAMARGO et al., 1999).

No entanto, deficiência de zinco também é comum nos solos de campos naturais da região Sul do Amazonas cultivados com arroz (RADMANN, 2011). Baixo teor natural e a calagem são as principais causas das deficiências de micronutrientes em solos cultivados com arroz de terras altas (BARBOSA FILHO, 1999).

Em função do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar o teor de micronutrientes no tecido do arroz submetido a diferentes manejos da água em três cultivares, em áreas de campos naturais no município de Humaitá, Estado do Amazonas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área de campo natural cultivado com arroz em anos anteriores no município de Humaitá – AM, nos meses de dezembro a março (período chuvoso). O delineamento experimental adotado foi de blocos casualizados, num esquema fatorial em parcelas divididas, com quatro repetições. Os fatores testados foram: Manejo de Água e Cultivares. Os níveis do fator Manejo de Água foram irrigação por inundação (inundado), irrigação até a saturação (saturado) e fornecimento somente por precipitação pluvial (natural); e de Cultivares, os níveis BRS Tropical, IRGA 417 e Roraima. Para os extratos de parcela e sub parcela, foram atribuídos os níveis dos fatores Manejo de Água e

<sup>1</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas - UFPel, FAEM/UFPel, Campus Universitário Capão do Leão, s/n, Capão do Leão-RS, Cx. Postal 354, CEP 96010-900, cristianoweinert@gmail.com.

<sup>2</sup> Eng. Agr., Doutor em Ciência do Solo, Professor Associado do Departamento de Solos, FAEM/UFPel.

<sup>3</sup> Eng. Agr., Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água.

<sup>4</sup> Graduandos do Curso de Agronomia, Instituto de Aducação Agrícola e Ambiente – IEAA/UFAM.

<sup>5</sup> Doutoranda Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água, UFPel.

<sup>6</sup> Eng. Ambiental, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Manejo e Conservação do Solo e da Água.

Cultivares, respectivamente. O solo do local é classificado como Cambissolo Háplico Alítico plíntico textura franco argilo-siltosa (CAMPOS, 2009). A análise química do solo apresentou os seguintes resultados: pH (H<sub>2</sub>O) = 5,44; M.O. = 16,99 g kg<sup>-1</sup>; P = 1 mg dm<sup>-3</sup>; K = 29 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 1,20 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 1,06 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al = 1,61 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H+Al = 3,30 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>. A correção do solo e adubação na cultura do arroz irrigado foi baseada na recomendação para o cerrado (SOUZA & LOBATO, 2004). A adubação de base na ocasião da semeadura foi de 33 kg ha<sup>-1</sup> de N, 195 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 77 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 67 Kg ha<sup>-1</sup> de FTE BR12. Essa adubação foi aplicada na forma de NPK do formulado 06-24-14 misturado ao superfosfato triplo e FTE BR12. Na adubação de cobertura foi realizada a aplicação de N e K<sub>2</sub>O. A dose de nitrogênio (160 Kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de ureia) foi parcelada em três aplicações realizadas por ocasião do início do perfilhamento, desenvolvimento completo da 8° folha e na diferenciação do primórdio floral. A dose de cloreto de potássio (KCl) em cobertura (60 + 60 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) foi realizada junto com a segunda e terceira aplicação de ureia. O controle fitossanitário seguiu as recomendações técnicas para a cultura do arroz descritas em EMBRAPA (2009).

O início da irrigação ocorreu 15 dias após a semeadura (DAS) nos níveis inundado e saturado. No sistema inundado foi mantida uma altura média de lâmina de 4 centímetros até 66 DAS. Após, a altura da lâmina foi aumentada para 8 centímetros, a qual foi mantida até a colheita. No sistema saturado o solo permaneceu nessa condição do início da irrigação até o final do cultivo.

No final da fase de emborrachamento (R<sub>2</sub>), efetuou-se a coleta de 3 amostras aleatórias com 0,25m<sup>2</sup> de área em cada sub parcela (cultivar). Estas foram secas em estufa a 65°C e posteriormente moídas. A análise de tecido para determinar os micronutrientes (manganês, ferro, zinco e cobre) foi realizada no laboratório do departamento de solos da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel e seguiu a metodologia descrita em Tedesco et al., 1995.

Para avaliação dos efeitos descritos no modelo estatístico, foi realizada a análise de variância (ANOVA). Quando observados efeitos significativos, procederam-se comparações de médias pelo teste de Tukey para as hipóteses de interesse. Para ambos os procedimentos, foi considerado um nível de significância de 5%. Todos os procedimentos de análise dos dados foram realizados com auxílio do software estatístico R (R CORE TEAM, 2012).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentadas as probabilidades associadas às estatísticas F obtidas pela ANOVA. Não foram observados efeitos significativos da interação Manejos de água e Cultivares para todas as variáveis avaliadas neste estudo. O fator Manejo de água apresentou efeito principal significativo para as quatro variáveis estudadas. O efeito principal significativo de o fator Cultivar foi observado para as variáveis Fe e Cu.

Tabela 1: Probabilidade “p” associada à estatística F calculada na ANOVA, para as variáveis Mn, Fe, Zn e Cu em tecido de planta mg kg<sup>-1</sup>.

Efeito	Mn	Fe	Zn	Cu
Manejos	0,001***	0,001***	0,002**	0,014*
Cultivares	0,125	0,001***	0,985	0,005**
Cultivar x Manejo	0,120	0,069	0,266	0,202

\* significativo a 5%, \*\* significativo a 1%, \*\*\* significativo a 0,1%.

Os resultados apresentados na Tabela 2 demonstram que os manejos inundado e saturado proporcionaram teores de Fe no tecido superior ao natural, em decorrência das mudanças no estado de oxirredução do solo. Compostos como o Fe que estava oxidado (Fe<sup>3+</sup>) passam para seu estado reduzido (Fe<sup>2+</sup>), levando ao aumento da concentração de Fe<sup>2+</sup> na solução do solo, forma em que este nutriente fica mais disponível as plantas.

Tabela 2: Comparação das médias dos níveis do fator manejo de água pelo teste Tukey a 5% de probabilidade\*, para as variáveis Mn, Fe, Zn, Cu em tecido de planta.

Nível	Mn	Fe	Zn	Cu
	----- (mg kg <sup>-1</sup> ) -----			
Natural	302,44 a	136,57 b	72,43 a	10,67 b
Saturado	194,25 b	217,59 a	60,37 b	12,20 a
Inundado	104,45 c	253,41 a	59,84 b	10,40 b

\*médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de significância adotado.

O teor de Mn no tecido foi maior no manejo natural em comparação ao saturado, este por sua vez, superior ao inundado. Isto pode ter ocorrido pelos diferentes valores de pH do solo, pois o pH mais ácido favorece a disponibilidade do Mn. O pH ácido (5,44) do solo no manejo natural pode ter contribuído para um aumento de Mn nesse tratamento. Nos manejos inundado e saturado, o pH elevou a valores em torno de 6,40 e 6,10, respectivamente (resultados apresentados em Radmann et al., 2014). Assim, quanto mais intenso o processo de oxirredução pelo manejo de água, maior foi o pH e consequentemente menor a disponibilidade de Mn.

No manejo natural o teor de Zn foi maior em relação ao inundado e saturado, que não diferiram estatisticamente entre si. Baixos teores deste nutriente estão relacionados ao aumento do pH do solo, em função da saturação do solo facilitar a formação de compostos de baixa solubilidade, reduzindo a concentração do Zn na solução do solo e consequentemente a sua absorção pela planta (FAGERIA & SANTOS 2004).

O manejo saturado apresentou maior teor de Cu do que o natural e o inundado. A absorção de Cu está relacionada com o metabolismo das plantas e é fortemente inibida por outros cátions bivalente, como Zn<sup>2+</sup> (FAGERIA & SANTOS 2013).

Na avaliação das cultivares (Tabela 3), o maior teor médio de Fe foi observado na cultivar IRGA 417 em relação às demais. A cultivar IRGA 417 apresentou teor de Cu igual e superior as cultivar BRS Tropical e Roraima, respectivamente. A cultivar IRGA 417 é susceptível a toxidez por Fe, característica oposta a da Roraima, que é tolerante (CORDEIRO, 2009).

A interpretação dos teores de micronutrientes no tecido do arroz foram baseados nos critérios de avaliação em Dobermann et al., (2000). Os teores dos micronutrientes avaliados apresentaram-se em faixa ótima e/ou superior.

Tabela 3: Comparações das médias do fator Cultivar para as variáveis Fe e Cu em tecido de planta.

Nível	Fe	Cu
	----- (mg kg <sup>-1</sup> ) -----	
IRGA 417	252,79 a	12,10 a
BRS Tropical	195,56 b	11,28 ab
Roraima	159,21 b	9,89 b

\*médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de significância adotado.

## CONCLUSÃO

Os manejos inundado e saturado diminuem os teores de Zn, Mn e aumentam o teor de Fe no tecido do arroz.

O manejo saturado promoveu maior teor de Cu no tecido.

## AGRADECIMENTOS

A FAPEAM pela concessão de bolsa de estudo (Programa RH-Doutorado-FAPEAM). A

UFAM e UFPel pelo apoio a pesquisa e realização do Doutorado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA FILHO, M. P.; DYNIA, J. F.; FAGERIA, N. K. **Zinco e Ferro na cultura do arroz**. Brasília: EMBRAPA-SPI, (EMBRAPA –CNPAP. Documentos, 49). 1994, 71p.
- CAMPOS, M.C.C. **Pedogemorfologia aplicada á ambientes amazônicos do médio Rio Madeira**. 2009. 242f. Tese (Doutorado em Ciências do Solo)- Universidade Federal Rural de Pernambuco, Pernambuco, 2009.
- CAMARGO, F. A. de O.; SANTOS, G. de A.; ZONTA, E. Alterações eletroquímicas em solos inundados. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 1, p. 171-180. 1999.
- COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO – CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v.2 - Safra 2014/15, n.7 - Sétimo Levantamento, Brasília, p. 1-100, abril, 2015. Disponível em: < <http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 08 junho 2015.
- CORDEIRO, A. C. C. Características das cultivares de arroz irrigado indicadas para semeio na safra 2009/2010 em Roraima. Grupo Cultivar, 2009. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/arquivos/arrozroraima.pdf>> Acesso em: 09 de junho de 2015.
- DOBERMANN, A.; FAIRHURST, T.H. Rice: nutrient disorders and nutrient management. **Manila, The Philippines: International Rice Research Institute**. 191p, 2000.
- EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Informações técnicas sobre o arroz de terras altas: estados de Mato Grosso e Rondônia – safras 2009/2010 e 2010/2011**. Santo Antônio de Goiás. Embrapa Arroz e Feijão, 2009. 94 p.
- FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. dos. **Cultivo do arroz irrigado no estado do Tocantins**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2004. (Sistemas de Produção, No. 3). Disponível em:  
<[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoTocantins/a\\_dubacao\\_calagem.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Arroz/ArrozIrrigadoTocantins/a_dubacao_calagem.htm)> Acesso em: 08 junho 2015.
- FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. Aplicação de cobre em arroz irrigado em solo de várzea. In: **VIII Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado**, 2013, Santa Maria. Avaliando cenários para a produção sustentável de arroz. Santa Maria: Sosbai, 2013.
- R Core Team (2012). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em 7 jul. 2010.
- RADMANN, V. **Atributos químicos de solos cultivados com arroz na região sul do estado do Amazonas**. - Dissertação (Mestrado) –Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas. Pelotas, 2011.
- RADMANN, V., SOUSA, R. O., VAHL, L. C., JORDÃO, H. W. C., LEONARDI, T. B., RAMOS, R. J. L., NEVES, A. P. R., SILVA, J. C. M., FREITAS, R. M., SILVA, J. A. F. Caracterização química da solução do solo submetido a diferentes manejos de água no cultivo de arroz no município de Humaitá-AM... In: FERTBIO, 2014, **Anais**. Araxá, MG: Núcleo Regional Leste da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (NRL-SBCS), 2014.
- SOUSA, D.M.G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2 ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 416p.
- SOUSA, R.O.; CAMARGO, F.A.O.; VAHL, L.C. Solos alagados (reações de redox). In: MEURER, E.J. (editor). **Fundamentos de química do solo**. 4.ed. Porto Alegre: Evangraf, 2010. p.171-195.
- TEDESCO, M. J., GIANELLO, G., BISSANI, C. A. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2 ed. rev. e ampliada. Porto Alegre-RS: Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 1995, 174p