

# DINÂMICA DA REDUÇÃO DE UM PLANOSSOLO ALAGADO E TEORES DE NUTRIENTES NA PARTE AÉREA DO ARROZ EM FUNÇÃO DO MANEJO DA ÁGUA

Gerson Lübke Buss<sup>1</sup>; Roberto Carlos Doring Wolter<sup>2</sup>; Jonas Wesz<sup>1</sup>; Claudia Filomena Schneider Sehn<sup>3</sup>; Marcelo Machado Soncini<sup>3</sup>; Rogério Oliveira de Sousa<sup>4</sup>; Walkyria Bueno Scivittaro<sup>5</sup>

Palavras-chave: Redução, manejo de água, nutrientes na parte aérea, arroz irrigado,

## INTRODUÇÃO

O alagamento desencadeia no solo uma série de mudanças químicas e eletroquímicas que afetam profundamente a disponibilidade de nutrientes e, consequentemente, o crescimento do arroz. A presença de uma lâmina de água sobre a superfície do solo reduz drasticamente as trocas gasosas entre solo e atmosfera. Nessas condições, o oxigênio e outros gases atmosféricos penetram no solo apenas por difusão através da água de alagamento. No entanto, esse processo é cerca de dez mil vezes mais lento que a difusão no solo bem drenado e faz com que o suprimento de oxigênio em solos alagados torne-se extremamente lento e muito aquém da demanda microbiológica (VAHL, 2004).

A principal alteração química que ocorre nessa condição é a redução do ferro da forma  $Fe^{3+}$  (forma férrica) para  $Fe^{2+}$  (forma ferrosa). A cinética do  $Fe^{2+}$  influencia na disponibilidade e na absorção de nutrientes pelas plantas de arroz. A liberação do ferro para a solução do solo é muito rápida, e concentrações máximas de ferro podem ocorrer em poucas semanas de alagamento. Conforme Ponnampertuma (1972) a redução do ferro influencia as concentrações de cálcio e magnésio.

Um manejo de água diferenciado, como retardar o início do período de alagamento, drenar o solo durante determinado período do desenvolvimento do arroz e manejar as áreas com irrigação intermitente, são algumas práticas que podem alterar a concentração dos nutrientes na solução do solo e diminuir a solubilidade de compostos reduzidos, minimizando possíveis riscos de toxidez. Tais manejos também estão sendo propostos com o objetivo de reduzir o consumo de água pelo arroz, diminuindo os custos de produção.

Nesse contexto, foi realizado um experimento com os objetivos de avaliar a dinâmica de redução de um Planossolo alagado e determinar os teores de Fe, Ca e Mg na solução do solo e na parte aérea do arroz em função de diferentes manejos de água.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para atingir o objetivo proposto, foi instalado um experimento na Estação Experimental Terras Baixas da EMBRAPA Clima Temperado, localizada no município do Capão do Leão-RS. O solo (Planossolo Háplico) foi preparado no sistema convencional de cultivo do arroz e adubado individualmente em cada parcela sendo a quantidade de adubo calculada a partir de análise de solo conforme recomendações da Comissão de Química e Fertilidade de Solo da SBCS/ NRS (2004). A cultivar de arroz utilizada foi a BRS Pelota.

Os tratamentos foram estruturados em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais, com uma área de 10 m<sup>2</sup> (2 m x 5 m) cada parcela. Foram testados os seguintes tratamentos: T1- início do alagamento no

<sup>1</sup> Mestrando em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas-UFPel, Campus Universitário, s/n, Pelotas, RS, Caixa postal 354, CEP 96010-900. E-mails: gersonlubke@yahoo.com.br; jonaswesz@yahoo.com.br;

<sup>2</sup> Doutorando em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas-UFPel. E-mails: robertowolter@gmail.com;

<sup>3</sup> Acadêmicos do curso de Agronomia. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas. E-mails: claudia\_fss@hotmail.com; mmsoncini@terra.com.br;

<sup>4</sup> Doutor em Ciência do Solo, Universidade Federal de Pelotas-UFPel. E-mail: rosousa@ufpel.tche.br;

<sup>5</sup> Doutora em Fertilidade do solo e adubação, Embrapa Clima Temperado. E-mail: wbscvitit@cpact.embrapa.br

estágio V2-V3; T2- início do alagamento no estágio V6-V7; T3- início do alagamento no estágio V2-V3 com drenagem no perfilhamento (estágio V10-V11); T4- início do alagamento no estágio V6-V7 com drenagem no estágio V10-V11; e T5- irrigação intermitente.

Aos 29 dias da emergência do arroz (V2 - V3) ocorreu a entrada de água nos tratamentos T1, T3 e T5. Nos tratamentos T2 e T4 a entrada da água ocorreu após 44 dias da emergência das plantas, quando as mesmas atingiram o estágio V6-V7. Nos tratamentos T1 e T2 a lâmina de água foi mantida constante até o final do experimento através da irrigação. Nos tratamentos T3 e T4 foram realizadas drenagens por um período de 8 dias, aos 67 dias após a emergência (estágio V10 - V11) e no tratamento T5 aos 51 e 67 dias após a emergência do arroz.

Para efetuar a coleta da solução do solo foram acomodados em cada parcela dispositivos de coleta da solução do solo na profundidade de 15 cm da superfície do solo. Na solução do solo foram avaliados o potencial redox (Eh) (cujos valores medidos foram corrigidos para o potencial padrão do eletrodo de referência AgCl, conforme a fórmula, Eh= Emedido + 220mV), o pH, e as concentrações de Fe, Ca e Mg segundo metodologias descritas em Sousa et al. (2002).

Aos 70 dias após a emergência do arroz, foram coletadas quatro plantas por parcela, sendo avaliados os teores de Fe, Ca e Mg.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados resultados do Eh e do Fe na solução do solo. Em função das medidas do Eh, observou-se que a maior redução do solo ocorreu 43 dias após a emergência do arroz nas parcelas que tiveram a entrada de água nos estágios V2-V3 (T1, T3 e T5). Porém quando o alagamento ocorreu no estágio V6-V7 das plantas, o maior estado de redução ocorreu em torno de 67 dias após a emergência no T2 e aos 57 dias no T4.

A drenagem realizada nos tratamentos T3, T4, e T5, proporcionou a entrada do oxigênio nos espaços porosos do solo, determinando assim uma intensa reoxidação do solo, o que é demonstrado pelos maiores valores de Eh aos 78 dias após a emergência do arroz nos referidos tratamentos.

As concentrações de Fe na solução do solo foram afetadas pela redução do solo, com pico de liberação ocorrendo aos 50 dias após a emergência do arroz nos tratamentos T1, T3 e T5 e aos 78 dias no tratamento T2. O aumento da concentração de Fe ocorre devido a redução dos óxidos férricos a ferrosos e conseqüente liberação para a solução do solo (SOUSA et al., 2009).

Tabela 1. Valores de Eh e Fe da solução de um Planossolo Háptico alagado em função de manejos da água e dos dias após a emergência do arroz.

Tratamentos	Dias após a emergência do arroz								
	37	43	50	57	67	78	88	98	113
	Eh (mV)								
T1	193a	147a	174b	174a	188ab	227c	191a	207a	235a
T2	nd**	nd	261a	170a	140c	183d	155b	190a	231a
T3	199a	147a	170b	155a	190ab	325a	209a	234a	239a
T4	nd	nd	244a	155a	160bc	307ab	200a	215a	245a
T5	187a	147a	168b	nd	208a	280b	205a	211a	251a
	Fe (mg L <sup>-1</sup> )								
T1	25,5a	52,1a	61,7a	48,9a	38,3a	40,6b	31,4b	35,7a	31,2a
T2	nd	nd	20,5b	33,0a	59,4a	81,8a	56,0a	56,7a	44,8a
T3	27,6a	50,6a	68,2a	53,5a	50,2a	8,6c	33,3ab	38,2a	46,2a
T4	nd	nd	24,5b	55,1a	58,9a	10,5c	41,9ab	48,1a	50,5a
T5	29,2a	36,3a	53,2ab	nd	37,7a	19,3c	38,1ab	45,1a	32,3a

\* Médias seguidas de letras distintas nas colunas em relação a cada potencial diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade. \*\*nd - não determinado pois o solo não estava alagado.

A drenagem realizada nos tratamentos T3, T4 e T5 foi eficiente para reduzir os teores de ferro na solução do solo, principalmente aos 78 dias após a emergência do arroz. O processo de drenagem promoveu a diminuição das concentrações de Fe na solução do solo. A reoxidação provocada pela drenagem inverte as reações de redução, fazendo com que haja uma oxidação dos óxidos ferrosos a férricos.

As concentrações de cálcio e magnésio na solução do solo apresentaram dinâmica semelhantes (Tabela 2). Com o alagamento do solo ocorreu aumento da concentração desses cátions até aos 43 e 50 dias para os tratamentos T1, T3 e T5, e 67 e 78 para o T2 e aos 57 para o T4. Embora o cálcio e o Magnésio não estejam envolvidos diretamente nas reações de oxirredução dos solos alagados, eles têm sua cinética estreitamente relacionada com a cinética do ferro e manganês, sendo deslocados do complexo de troca para a solução do solo por esses cátions.

Com a drenagem nos tratamentos T3, T4 e T5 ocorreu a diminuição das concentrações de Ca e Mg na solução do solo. A drenagem do solo promove a oxidação dos óxidos de Fe e Mn reduzidos diminuindo a concentração desses na solução e no complexo de troca, ocasionando a readsorção do Ca e Mg que estavam na solução.

Tabela 2. Concentrações de Ca e Mg da solução de um Planossolo Háplico alagado em função de manejos da água e dos dias após a emergência do arroz.

Tratamentos	Dias após a emergência do arroz								
	37	43	50	57	67	78	88	98	113
	Ca (mg L <sup>-1</sup> )								
T1	22,5a	31,9a	31,6a	25,5a	18,8a	17,7b	14,0b	12,2a	11,6a
T2	nd**	nd	24,9a	27,2a	27,7a	28,2a	20,9a	17,7a	15,1a
T3	20,5a	27,0a	28,6a	23,9a	22,3a	6,3c	13,6b	12,3a	15,2a
T4	nd	nd	22,1a	28,9a	28,1a	7,7c	18,6ab	16,2a	16,1a
T5	23,4a	31,5a	31,1a	nd	19,9a	10,2c	15,4b	14,9a	13,5a
	Mg (mg L <sup>-1</sup> )								
T1	9,1a	12,9a	13,5a	10,6a	7,9a	6,8b	5,3b	4,9a	4,7a
T2	nd	nd	10,4a	11,5a	12,1a	11,6a	8,4a	7,7a	6,5a
T3	8,5a	11,5a	12,7a	10,4a	9,8a	2,2c	5,2b	5,3a	6,5a
T4	nd	nd	9,6a	12,8a	12,5a	2,8c	7,4ab	6,8a	7,1a
T5	9,5a	13,4a	13,4a	nd	8,5a	3,8c	6,0b	6,2a	5,7a

\* Médias seguidas de letras distintas nas colunas em relação a cada potencial diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5 % de probabilidade. \*\*nd - não determinado pois o solo não estava alagado.

Apesar das diferenças entre os picos de concentração de Fe na solução do solo nos diferentes tratamentos (Tabela 1), isso não se refletiu na parte aérea das plantas de arroz (Tabela 3). Os teores desses nutrientes na parte aérea do arroz aos 70 dias após a emergência encontram-se acima da faixa considerada adequada para o arroz, de acordo com os níveis estabelecidos por Dobermann & Fairhurst (2000), independente do manejo da água.

Tabela 3. Teores de Fe, Ca e Mg na parte aérea do arroz aos 70 dias após a emergência, em função de manejos de água.

Tratamentos	Fe (mg Kg <sup>-1</sup> )	Ca (g Kg <sup>-1</sup> )	Mg (g Kg <sup>-1</sup> )
T1	467,7a	3,2a	2,4a
T2	391,9a	2,5b	2,1a
T3	549,4a	2,8ab	2,1a
T4	434,6a	2,6b	2,2a
T5	456,6a	2,6b	2,2a

\* Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem estatisticamente pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Na Tabela 3 são também apresentados os teores de Ca e Mg na parte aérea das plantas. Para os teores de Ca observaram-se diferenças estatísticas, porém apenas o T1 diferindo dos tratamentos T2, T4 e T5, provavelmente em função desse tratamento ter entrada de água mais cedo, ocasionando maiores concentrações iniciais desse nutriente na solução do solo (Tabela 2). Já para os teores de Mg no tecido não foram observados efeitos de tratamento, o que pode ser atribuído ao fato de que as plantas foram colhidas próximo da realização das drenagens.

## CONCLUSÃO

A irrigação intermitente e a drenagem do solo realizada na fase de perfilhamento do arroz reduzem a intensidade do processo de oxirredução do solo diminuindo as concentrações de  $Fe^{2+}$ , Ca e Mg na solução do solo, porém sem afetar de forma significativa a concentração de ferro e manganês na parte aérea do arroz.

## AGRADECIMENTOS

A FAPERGS, CNPq e a CAPES pela concessão das bolsas de estudo e auxílio financeiro para a realização desse trabalho.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO - RS/SC. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Porto Alegre: SBSCNRS/ EMBRAPA-CNPT, 2004, 400 p.
- DOBERMANN, A.; FAIRHURST, T.H. Rice: nutrient disorders and nutrient management. Manila, The Philippines: International Rice Research Institute. 191p, 2000.
- SOUSA, R.O.; BOHNEN, H.; MEURER, E.J. Composição da solução de um solo alagado conforme a profundidade e o tempo de alagamento, utilizando novo método de coleta. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, 2002a. v.26, p. 343-348.
- SOUSA, R.O.; VAHL, L.C.; OTERO, X.L. Química de Solos Alagados. In: MELLO, V.F.; ALLEONI, L.R.F. Química e Mineralogia do Solo. Parte II – Aplicações. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. p.485-528.
- VAHL, L.C.; SOUSA, R.O. Aspectos físico-químicos de solos alagados. In: GOMES, A.S.; MAGALHÃES Jr., A.M. (eds.). Arroz irrigado no Sul do Brasil. 1º ed. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2004. p. 97-118.
- PONNAMPERUMA, F.N. The chemistry of submerged soils. Advances in Agronomy, New York, v. 24, p. 29-96, 1972.