

REDUÇÃO DE UM PLANOSSOLO ALAGADO E TEORES DE NUTRIENTES NA PARTE AÉREA DAS PLANTAS DE ARROZ EM FUNÇÃO DE DIFERENTES MANEJOS DE ÁGUA

BUSS, Gerson Lübke¹; WESZ, Jonas¹; WOLTER, Roberto Carlos Doring¹; SOUSA, Rogério Oliveira de¹; SCIVITTARO, Walkyria Bueno²

¹Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS

² Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS

Gerson Lübke Buss. E-mail: gersonlubke@yahoo.com.br

Rogério Oliveira de Sousa (Prof. Orientador) E-mail: rosousa@ufpel.tche.br

1 INTRODUÇÃO

A presença de uma lâmina de água sobre o solo no cultivo do arroz irrigado promove a mudança de um ambiente oxidado para um ambiente reduzido, em decorrência da atividade dos microrganismos anaeróbios. A principal alteração química que ocorre nessa condição é a redução do ferro da forma Fe^{3+} (forma férrica) para Fe^{2+} (forma ferrosa), aumentando a sua solubilidade, influenciando as características eletroquímicas do solo, o equilíbrio de outros nutrientes, e conseqüentemente aumentando a sua quantidade na solução do solo, podendo atingir níveis tóxicos às plantas de arroz.

A ocorrência de toxidez por ferro em arroz irrigado pode ser pela absorção excessiva de Fe^{2+} pelas raízes (toxidez direta) ou pela deficiência generalizada de outros nutrientes, causados por altas concentrações de Fe na solução do solo (toxidez indireta). A acumulação de concentrações excessivas de ferro no interior das folhas do arroz estimula a produção de altas concentrações de radicais livres que danificam de forma irreversível os componentes estruturais das células, levando a uma acumulação de polifenóis oxidados (YAMAUCHI & PENG, 1993).

Um manejo de água diferenciado pode diminuir a solubilidade do ferro e impedir que altas concentrações do elemento coincidam com as fases em que o arroz é mais sensível. Retardar o início do período de alagamento, drenar a lavoura antes dos estágios de desenvolvimento em que o arroz é mais sensível à toxidez e manejar a lavoura com irrigação intermitente, são algumas práticas descritas na literatura como eficientes.

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, Mn, Ca e Mg na parte aérea do arroz em função de diferentes manejos de água.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Para atingir o objetivo proposto, foi instalado um experimento na Estação Experimental Terras Baixas da EMBRAPA Clima Temperado, localizada no município de 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 m² (2 m x 5 m) cada parcela. Foram testados os seguintes tratamentos: T1- início do

alagamento no 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, $Eh = E_{medido} + 220mV$), o pH, e as concentrações de Fe e Mn 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, Mn, Ca e Mg.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados resultados do Eh e pH 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.

Tabela 1. Valores de pH e Eh 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
	----- 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
	----- pH -----								
T1	5,30a	5,93a	6,03a	5,96a	5,88a	5,98a	6,09a	6,04a	5,58a
T2	nd	nd	5,33b	5,68a	5,87a	6,05a	6,12a	6,11a	5,67a
T3	5,29a	5,87a	5,97a	5,94a	5,90a	5,48c	5,92a	5,86a	5,61a
T4	nd	nd	5,49b	5,82a	5,88a	5,51bc	6,00a	5,90a	5,57a
T5	5,29a	5,86a	5,96a	nd	5,75a	5,67b	6,01a	5,98a	5,58a

* 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.

Com a realização da drenagem nos tratamentos T3, T4, e T5, ocorreu novamente a entrada do oxigênio nos espaços porosos do solo, determinando assim

uma intensa reoxidação do solo, atingindo altos valores de Eh.

O manejo da água de alagamento tem efeito expressivo sobre o pH do solo, pois no momento da entrada de água o pH se encontrava próximo de 5,3 (T1, T3 e T5) e já após uma semana o pH se encontrava próximo a 5,9, esse aumento significativo também ocorreu nos tratamentos T2 e T4, porém em menor intensidade. O aumento do pH em solos alagados é devido as reações de oxirredução, que ocorrem com o consumo de íons H⁺ (VAHL et al., 2004).

Após a drenagem houve uma diminuição no pH, principalmente na coleta realizada aos 78 dias. A reoxidação provocada pela drenagem inverte as reações de redução, fazendo com que haja uma liberação de H⁺, o que faz diminuir o pH.

Aos 113 dias após a emergência, o pH ficou próximo a 5,6 em todos os tratamentos. Essa queda em relação aos valores anteriores provavelmente ocorreu devido a entrada de oxigênio via aerênquima das plantas de arroz.

Na Tabela 2 são apresentados os resultados das concentrações de Mn e Fe na solução do solo. As concentrações de Mn nos tratamentos T1, T3, e T5 aumentaram até 50 dias após a emergência, atingindo valores próximos de 1,20 mg L⁻¹. Nos tratamentos T2 e T4 esse pico ocorreu aos 67 dias, com concentrações de 1,15 mgL⁻¹. O aumento desse elemento na solução do solo ocorre devido a redução dos óxidos mangânicos a manganosos e conseqüentemente liberação para a solução do solo (SOUSA et al., 2009). O processo de drenagem promoveu a diminuição das concentrações de Mn na solução do solo.

Tabela 2. Concentrações de Mn e Fe 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
----- Mn (mg L ⁻¹) -----									
T1	0,83a	1,18a	1,2a	1,03a	0,77a	0,68b	0,55ab	0,49a	0,51a
T2	nd**	nd	0,93a	1,1a	1,15a	1,11a	0,78a	0,74a	0,66a
T3	0,76a	1,04a	1,19a	1,02a	0,94a	0,24c	0,5b	0,53a	0,64a
T4	nd	nd	0,81a	1,14a	1,15a	0,29c	0,68ab	0,68a	0,67a
T5	0,85a	1,16a	1,22a	nd	0,81a	0,4c	0,56ab	0,63a	0,58a
----- Fe (mg L ⁻¹) -----									
T1	25,51a	52,12a	61,73a	48,88a	38,28a	40,58b	31,35b	35,72a	31,19a
T2	nd	nd	20,54b	33,04a	59,4a	81,81a	55,98a	56,67a	44,84a
T3	27,56a	50,57a	68,21a	53,49a	50,21a	8,56c	33,27ab	38,15a	46,22a
T4	nd	nd	24,48b	55,12a	58,93a	10,47c	41,87ab	48,05a	50,48a
T5	29,23a	36,26a	53,23ab	nd	37,73a	19,27c	38,12ab	45,09a	32,33a

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

As concentrações de Fe na solução do solo apresentaram uma dinâmica semelhante à do Mn, para os cinco manejos de água. O pico de liberação do Fe ocorreu 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).

Apesar das diferenças entre os picos de concentração de Mn e Fe na solução do solo nos diferentes tratamentos, isso não se refletiu na parte aérea das plantas (Tabela 3). Os teores desses nutrientes na parte aérea do arroz aos 70 dias após a emergência encontram-se dentro de uma faixa considerada adequada para o arroz,

de acordo com os níveis estabelecidos por Dobermann & Fairhurst (2000), independente do manejo da água.

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, com os maiores teores nos tratamentos T1 e T3, provavelmente em função desses tratamentos terem entrada de água mais cedo. 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.

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

Tratamentos	Mn (mg Kg ⁻¹)	Fe (mg Kg ⁻¹)	Ca (g Kg ⁻¹)	Mg (g Kg ⁻¹)
T1	254,20a	467,56a	3,16a	2,37a
T2	257,18a	391,87a	2,54b	2,11a
T3	327,25a	549,35a	2,84ab	2,11a
T4	360,79a	434,60a	2,64b	2,19a
T5	360,79a	456,57a	2,57b	2,20a

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

4 CONCLUSÕES

A irrigação intermitente e a drenagem do solo próximo ao perfilhamento do arroz reduzem a intensidade do processo de oxirredução do solo diminuindo as concentrações de Fe²⁺ e Mn²⁺ na solução do solo, porém sem afetar a concentração desses nutrientes na parte aérea do arroz.

5 REFERÊNCIAS

- 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.
- YAMAUCHI, M., PENG, X.X. Ethylene production in rice bronzing leaves induced by ferrous iron. **Plant Soil**. 149, 227–234. 1993.

6 AGRADECIMENTOS

A FAPERGS e a CAPES pela concessão da bolsa de estudo e auxílio financeiro para a realização desse trabalho.