

# DINÂMICA DO AMÔNIO E DO pH NA SOLUÇÃO DE SOLOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE, CULTIVADOS COM ARROZ IRRIGADO

Filipe Selau Carlos<sup>1</sup>; Felipe de Campos Carmona<sup>2</sup>; Amanda Posselt Martins<sup>3</sup>; Ibanor Anghinoni<sup>4</sup>; Marcelo Hoerbe Andrigheiti<sup>5</sup>; Eduardo Giacomelli Cao<sup>6</sup>

Palavras-chave: nitrogênio, acidez, percentagem de sódio trocável,

## INTRODUÇÃO

No cultivo de arroz irrigado em solos afetados pela salinidade, como os verificados nas planícies costeiras do Rio Grande do Sul (CARMONA et al., 2011), a variação da concentração de  $\text{NH}_4^+$  na solução do solo pode ser afetada por uma série de fatores. A desestruturação física do solo, causada pela dispersão de argila em solos com PST acima de 15 % (RICHARDS, 1954), altera a porosidade do perfil e pode interferir no movimento ascendente do  $\text{NH}_4^+$  em direção à camada limítrofe oxidada. Além disso, os danos causados pela salinidade aos sítios de absorção de  $\text{NH}_4^+$  nas raízes das plantas podem causar uma diminuição da absorção desse nutriente, retardando a depleção dos teores na solução do solo. O NaCl inibe a absorção de  $\text{NH}_4^+$  pelo trigo (HAWKINS & LEWIS, 1993) e pela festuca (BOWMAN et al., 2006), por exemplo. Outro fator que pode contribuir para a manutenção do  $\text{NH}_4^+$  na solução é o fato de que as altas concentrações de  $\text{Na}^+$  diminuem a atividade de íons  $\text{NH}_4^+$ , reduzindo a sua disponibilidade às plantas, em face da forte competição química. A salinidade do solo também prejudica o desenvolvimento radicular, diminuindo a sua extensão (WELFARE et al., 1996) e, portanto, o seu alcance aos íons  $\text{NH}_4^+$ .

Um possível indicador da depleção de  $\text{NH}_4^+$  do solo pode ser o pH. As mudanças do pH do solo após o alagamento são atribuídos a diversos fatores, como a redução de  $\text{Fe}^{3+}$  para  $\text{Fe}^{2+}$ , redução de sulfato a sulfeto e redução do  $\text{CO}_2$  a  $\text{CH}_3$ , além do próprio acúmulo de  $\text{NH}_4^+$  (PONNAMPERUMA, 1976). Ishizuka & Tanaka (1969) observaram acentuada redução no pH da rizosfera, em função da absorção de  $\text{NH}_4^+$  pelo arroz irrigado. Dessa forma, a redução do pH pode ser um indicativo da intensidade de absorção de  $\text{NH}_4^+$  pelas raízes, cujos carreadores iônicos excretam prótons  $\text{H}^+$  como compensação à absorção de  $\text{NH}_4^+$ . Essa excreção de prótons pode alterar não apenas o pH da rizosfera, mas toda a camada de solo sob influência do sistema radicular (NYE, 1981).

Este trabalho teve como objetivos avaliar a dinâmica do  $\text{NH}_4^+$  e do pH em diferentes profundidades, na solução de solo com níveis crescentes de salinidade, cultivados com arroz irrigado por inundação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Fazenda Cavalhada, no município de Mostardas, no Rio Grande do Sul. Foram selecionados quatro locais na Fazenda, de um Planossolo Háplico, com diferentes níveis de salinidade na camada de 0 – 20 cm, expressos pela percentagem de sódio trocável (PST), conforme a Equação 1.

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Agronomia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 7712, Porto Alegre, RS, CEP 91540-000. E-mail: filipeselauCarlos@hotmail.com

<sup>2</sup> Eng. Agrônomo, Dr. Ciência do Solo, Instituto Rio Grandense do Arroz. E-mail: felipe.c.carmona@gmail.com

<sup>3</sup> Acadêmica do curso de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: amandaposselt@gmail.com

<sup>4</sup> Docente Colaborador, Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo/UFRGS. E-mail: ibanghi@ufrgs.br

<sup>5</sup> Eng. Agrônomo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: 00135966@ufrgs.br

<sup>6</sup> Acadêmico do curso de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: duda\_cao@hotmail.com

$$\text{PST (\%)} = [(\text{Na}^+ / \text{CTC}_{\text{pH } 7,0})] \times 100$$

Equação 1

Os níveis de PST dos solos escolhidos foram 5,6 %; 21,2 % e 32,7 % (Quadro 1). A semeadura do arroz foi realizada em diferentes datas, conforme a dinâmica de plantio adotada na fazenda, as áreas com PST de 21,2 % e 32,7 % foram semeadas no dia oito de novembro de 2008 (cultivar IRGA 417) e a área com PST de 5,6 % foi semeada no dia 17 de novembro de 2008 (cultivar IRGA 422 CL). O sistema de cultivo adotado foi o semi-direto. Todas as áreas foram semeadas em linha, e a densidade de semeadura utilizada foi de 120 kg ha<sup>-1</sup>, com espaçamento de 0,2 m entre linhas. Os experimentos foram conduzidos em parcelas de 12 m<sup>2</sup> (4 x 3 m), com espaçamento de 0,5 m entre parcelas e três repetições, em cada local.

Os atributos do solo (TEDESCO et al., 1995) nos quatro locais, estão expressos na Tabela 1. As parcelas receberam a adição de N em cobertura, na dose de 120 kg ha<sup>-1</sup>, sob a forma de uréia, previamente à entrada da água de irrigação, no estágio de desenvolvimento V4. Devido à suficiência dos teores de fósforo (P) e potássio (K) em todos os locais (Tabela 1), não foi adicionado nenhum fertilizante que contivesse esses nutrientes. Utilizaram-se duas fontes de água: a Lagoa do Casamento (PST de 5,6 %) e a Lagoa dos Gateados (PST de 21,2 % e de 32,7 %). Foi mantida uma lâmina de água de 10 cm de altura até a colheita dos grãos.

**Tabela 1.** Atributos em diferentes locais e camadas dos solos utilizados no experimento

PST <sup>(1)</sup>	Camada	pH H <sub>2</sub> O	Argila	M.O.	P <sup>(2)</sup>	Cátions trocáveis						CTC	CE
						NH <sub>4</sub> <sup>(3)</sup>	K <sup>(4)</sup>	Na <sup>(5)</sup>	Ca <sup>(6)</sup>	Mg <sup>(6)</sup>	H + Al		
%	cm	1:1	g kg <sup>-1</sup>			mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>				dS m <sup>-1</sup>
5,6	0 - 5	4,4	140	24	34	15,2	70	0,40	2,50	1,40	4,67	9,2	2,23
	5 - 10	4,6	140	22	37	9,8	51	0,41	2,51	1,45	4,54	9,0	1,61
	10 - 20	4,9	140	15	28	23,0	23	0,51	2,16	1,47	3,57	7,8	1,46
21,2	0 - 5	4,9	140	19	31	20,1	90	1,58	2,03	1,80	2,56	8,2	6,34
	5 - 10	5,2	160	19	34	15,4	82	1,35	2,01	1,68	2,28	7,5	5,82
	10 - 20	6,3	160	9,5	20	17,3	82	1,80	2,07	1,79	1,63	7,5	5,40
32,7	0 - 5	5,1	130	14	47	17,2	152	5,04	1,77	3,41	2,51	13,1	15,54
	5 - 10	5,6	120	14	45	20,4	148	3,63	2,20	3,12	2,29	11,6	9,03
	10 - 20	6,3	130	10	26	14,6	160	3,30	2,34	3,01	1,93	11,0	6,87

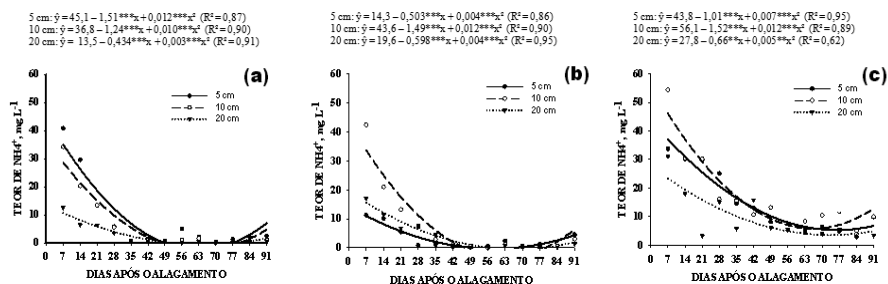
<sup>(1)</sup> Percentagem de sódio trocável (PST) na camada de 0 – 20 cm; <sup>(2)</sup> Método Mehlich 1; <sup>(3)</sup> Extrator KCl 1,0 mol L<sup>-1</sup>; <sup>(4)</sup> Extrator acetato de amônio, 1,0 mol L<sup>-1</sup>.

Anteriormente ao início da irrigação das áreas experimentais, foram instalados coletores de solução do solo nas parcelas, nas profundidades de 5, 10 e 20 cm. O dispositivo consistiu de uma mangueira plástica de 5 mm de diâmetro conectada a um tubo coletor de PVC de 25 mm de diâmetro e 40 mm de comprimento, recoberto nas extremidades com tela de nylon (SILVA et al., 2003). Pela extremidade superficial da mangueira, extraiu-se, com uma seringa de 60 mL, aproximadamente 40 mL de solução por profundidade. Após a coleta, as alíquotas foram acondicionadas em tubos plásticos com tampa a vácuo. As coletas, tanto de solução do solo, quanto da lâmina de água, foram realizadas a partir do sétimo dia após o início do alagamento (DAA), até 91 DAA, num intervalo de sete dias entre as coletas. Após a determinação do pH das amostras, estas foram acidificadas, para posterior análise dos teores de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (TEDESCO et al., 1995).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Independentemente do nível de salinidade do solo e da profundidade avaliada, houve acentuada diminuição dos teores de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> trocável ao longo do ciclo de desenvolvimento do arroz (Figura 1). Na PST de 5,6% (Figura 1a), embora a diferença inicial entre os teores de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> entre as profundidades de 5 e 20 cm, houve uma redução praticamente total dos níveis desse nutriente aos 35 DAA, sendo que os níveis de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> se

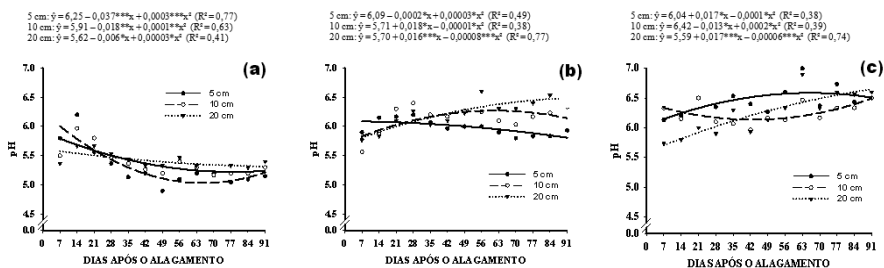
mantiveram muito baixos e estáveis, com pequena variação na profundidade de 5 cm, até o final do ciclo da cultura. A disponibilidade de  $\text{NH}_4^+$  trocável foi, portanto, muito baixa ainda a partir do período vegetativo do arroz. Verifica-se que a diminuição dos teores de  $\text{NH}_4^+$  trocável ao longo do ciclo do arroz foi superior a 90 % nas profundidades, sendo que, em média, foi de 96 %. Na PST de 5,6% (Figura 1a), os teores iniciais de  $\text{NH}_4^+$  trocável nas camadas de 5 e 10 cm foram inferiores.



**Figura 1.** Teores de  $\text{NH}_4^+$  na solução do solo nas diferentes profundidades e níveis de salinidade: PST 5,6% (a), PST 21,2% (b), PST 32,7% (c). \*\*, \*\*\*: significativo a 1 e 0,1%, pelo teste F, respectivamente.

O pH da solução do solo apresentou dinâmica semelhante nos solos com PST de 5,6 % (Figura 2a), aumentando até 14 DAA e, após, diminuindo com o tempo de alagamento em todas as profundidades avaliadas. No solo com PST de 21,2 %, verificou-se diminuição na profundidade de 5 cm e aumento nas demais profundidades (Figura 2b). Já na PST de 32,7 %, houve aumento nas três profundidades ao longo do ciclo da cultura (Figura 2c).

Aparentemente, a presença de plantas teve influência sobre o pH da solução do solo, já que, nos locais com menor nível de salinidade (Tabela 1), onde o estabelecimento do estande foi melhor (CARMONA et al., 2010), a dinâmica da acidez contrariou os preceitos previamente estabelecidos. Segundo Ponnamperuma (1972) o pH da solução de solos inundados tende à neutralidade após a submersão, atingindo normalmente um equilíbrio entre 6 e 7. Nesse sentido, a ação tamponante dos solos submersos deve ser atribuída à redução do ferro, manganês e do ácido carbônico, já que suas reações de oxirredução envolvem o consumo ou a produção dos íons  $\text{H}^+/\text{OH}^-$  (PONNAMPERUMA, 1976). Além disso, as mudanças também devem ser atribuídas ao acúmulo de  $\text{NH}_4^+$ , redução de sulfato a sulfeto e redução do  $\text{CO}_2$  a  $\text{CH}_4$ , sendo que a taxa e o grau das alterações de pH dependem de propriedades do solo e da temperatura (PONNAMPERUMA, 1972). No entanto, o acúmulo de  $\text{NH}_4^+$ , um dos requisitos para o aumento do pH, não ocorreu nesses solos, ao contrário, diminuiu acentuadamente (Figuras 1a). Além disso, outro fator que pode ter contribuído para os resultados é o fato de que solos ácidos, com baixo teor de matéria orgânica e de ferro ativo, ou altos conteúdos de enxofre, dificilmente atingem pH acima de 6,0, mesmo após meses de submersão (PONNAMPERUMA, 1976).



**Figura 2.** pH da solução do solo nas diferentes profundidades e níveis de salinidade: PST 5,6% (a), PST 21,2% (b), PST 32,7% (c). \*, \*\*, \*\*\*: significativo a 10, 1 e 0,1%, pelo teste F, respectivamente.

## CONCLUSÃO

As concentrações de  $\text{NH}_4^+$  trocável em solução do solo diminuíram com o tempo de alagamento e o desenvolvimento da cultura do arroz, sendo que essa depleção foi mais acentuada nos solos com menor nível de salinidade. Já o pH do solo diminuiu com o tempo no solo com menor salinidade, ao contrário dos solos com maiores teores de sais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOWMAN, D.C.; CRAMER, G.R. & DEVITT, D.A Effect of salinity and nitrogen status on nitrogen uptake by tall fescue turf. **Journal of Plant Nutrition.**, v.29, p.1481–1490, 2006.
- CARMONA, F.C.; ANGHINONI, I.; HOLZSCHUH, M. & ANDRIGHETTI, M.H. Cation dynamics in soils with different salinity level growing irrigated rice. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 34:1851-1863, 2010.
- CARMONA, F.C.; ANGHINONI, I.; WEBER, E.J. Salinidade da água e do solo e seus efeitos sobre o arroz irrigado no Rio Grande do Sul. **Boletim técnico 10**. Cachoeirinha : Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA), 2011. 54p.
- HAWKINS, H. J. & LEWIS, A.M. Effect of NaCl salinity, nitrogen form, calcium and potassium concentration on nitrogen uptake and kinetics in *Triticum aestivum* L. cv. 'Gamtoos'. **New Phyt**, v.124, p.171–177, 1993.
- ISHIZUKA, Y. & TANAKA, A. Nutrio-physiology of the rice plant. **Yokendo Publishing Co. Ltd.**, Tokyo. 364 p. 1969.
- NYE, P.H. Changes of pH across the rizosphere induced by roots. **Plant and Soil**, v.61, p.7-26, 1981.
- PONNAMPERUMA, F.N. The chemistry of submerged soils. **Advances in Agronomy.**, v.24, p.29-96, 1972
- PONNAMPERUMA, F. N. Specific soil chemical characteristics for rice production in Asia. **Research Paper Series**, Los Baños : The International Rice Research Institute (IRRI), 1976. 18p.
- RICHARDS, L.A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. **USDA Agricultural Handbook**, Washington, US Department of Agriculture, 1954. 160p.
- SILVA, L.S.; SOUSA, R.O. & BOHNEN, H. Alterações nos teores de nutrientes em dois solos alagados, com e sem plantas de arroz. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, p.487-490, 2003.
- TEDESCO, J. M.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEM, H. & VOLKWEISS, S. J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2 ed. (rev. e ampl). **Boletim Técnico de Solos**, 5, Porto Alegre : Departamento de Solos da UFRGS, 1995-2. 174p.
- WELFARE, K.; FLOWERS, T.J.; TAYLOR, G. & YEO, R. Additive and antagonistic effects of ozone and salinity on the growth, ion contents and gas exchange of five varieties of rice (*Oryza sativa* L.). **Enviromental Poll.**, v.92, p.257-256, 1996.