ABSORÇÃO PELO ARROZ IRRIGADO E BALANÇO DE CÁTIONS NA SOLUÇÃO DE SOLOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE SALINIDADE

Felipe de Campos Carmona¹; Amanda Posselt Martins²; Marcelo Hoerbe Andrighetti³; Eduardo Giacomelli Cao⁴; Ibanor Anghinoni⁵

Palavras chave: potássio, sódio, Mostardas, PST.

INTRODUÇÃO

As regiões arrozeiras do Rio Grande do Sul, denominadas Planície Costeira Interna e Externa à Laguna dos Patos, apresentam solos com teores de sais incompatíveis ou prejudiciais ao arroz (Carmona et al., 2011). Uma das alternativas viáveis para mitigação da salinidade do solo pode ser o próprio cultivo de arroz irrigado, desde que se utilize água de boa qualidade durante o ciclo da cultura. Embora seja uma cultura sensível à salinidade nos estádios de plântula, com diminuição do estande, e no reprodutivo, com esterilidade de espiguetas (Zeng & Shannon, 2000), o estabelecimento de uma lâmina de água favorece a lixiviação de sais, especialmente do Na, no perfil do solo. Além disso, a própria absorção pela cultura favorece a saída de outros sais do sistema, já que o arroz irrigado é altamente exigente em K, Ca e Mg. Embora sejam as características do solo que determinam a intensidade das modificações na solução, a presença de plantas resultará em alterações no processo, quer pela absorção de nutrientes, quer por modificações na rizosfera, principalmente pelo fluxo de oxigênio no aerênquima e a precipitação do Fe^{3+} nas raízes (Silva et al., 2003). Diversos fatores podem influir nessa dinâmica, como a textura, a CTC, a porosidade do solo, a profundidade da camada impermeável do solo e o ambiente em que se conduz o trabalho. Faz-se necessário, portanto, verificar se o cultivo do arroz irrigado tem potencial de mitigar os níveis de salinidade no solo nas regiões do Estado onde o problema já é previamente estabelecido.

Este estudo objetivou avaliar a contribuição do cultivo de arroz irrigado na depleção de cátions básicos de solos com diferentes níveis de salinidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado nas dependências da Fazenda Cavalhada, Município de Mostardas. Foram selecionados solos com diferentes níveis de salinidade, expressos pela porcentagem de saturação por sódio na troca (PST). Selecionaram-se quatro locais com diferentes percentagens de sódio trocável (PST) na camada de 0 – 20 cm (Tabela 1), cujos valores foram: 5,6 %; 9,0 %; 21 % e 32 %.

Utilizaram-se os cultivares IRGA 417 em três locais (PSTs 9,0; 21 e 32%) e IRGA 422 CL em uma das áreas (PST 5,6%). O sistema de cultivo adotado foi o semi-direto, sendo a densidade de semeadura de 120 kg ha⁻¹. O controle de plantas invasoras se deu no estádio de desenvolvimento V3 – V4. Não foi realizada adubação de base na cultura, sendo aplicada apenas a adubação de cobertura de 120 kg ha⁻¹ de N, sob a forma de uréia, nos quatro locais, previamente à entrada da água de irrigação, no estádio de desenvolvimento V4. Os experimentos foram conduzidos em parcelas de 12 m² (4 x 3 m), com espaçamento de 0,5 m entre parcelas e três repetições. Previamente à entrada de água nos quadros, foram instalados coletores de solução do solo nas parcelas, nas profundidades de 5, 10 e 20 cm. Extraiu-se, com seringa de 60 mL, aproximadamente 40 mL de solução por

¹ Eng. Agrônomo, Dr. Ciência do Solo, Instituto Rio Grandense do Arroz, Av. Bonifácio Carvalho Bernardes, 1494, Cachoeirinha, RS, CEP 91540-000, Caixa Postal 29. E-mail: felipe.c.carmona@gmail.com

² Acadêmico do curso de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: amandaposselt@gmail.com

³ Eng. Agrônomo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail:.....

⁴ Acadêmico do curso de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: duda_cao@hotmail.com

⁵ Professor Convocado, Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo/UFRGS. E-mail: ibanghi@ufrgs.br

profundidade. As coletas foram realizadas no sétimo dia após o início do alagamento (7 DAA), e no florescimento pleno da cultura, aos 77 DAA. Após as coletas, analisaram-se os teores de Na⁺, K⁺, Ca²⁺ e Mg²⁺ na solução do solo.

Tabela 1. Atributos químicos e teor de argila dos solos estudados, na camada de 0 – 20 cm

PST ⁽¹⁾	pH H ₂ O	Argila	M.O.	P ⁽²⁾	K ⁽³⁾	Ca ⁽³⁾	Mg ⁽³⁾	CTC _{pH 7,0}
%		.....g kg ⁻¹	.....	..mg dm ⁻³	.....	.....cmol _c dm ⁻³	.....	.....
5,6	4,4	140	18,9	32	42	2,33	1,45	8,4
9,0	4,6	150	13,7	38	62	1,87	1,96	7,2
21	4,9	140	14,1	26	83	2,05	1,77	7,7
32	5,1	130	12,3	36	154	2,16	3,14	11,7

⁽¹⁾ Percentagem de sódio trocável⁽²⁾Mehlich I; ⁽³⁾ Extrator acetato de amônio (pH 7), 1,0 mol L⁻¹;

Quando as plantas, em cada local, atingiram o estágio de desenvolvimento V4, procedeu-se a avaliação do estande. Em cada parcela, contou-se o número de plantas emergidas em duas linhas de 1,0 m. Para avaliação da massa seca da parte aérea efetuou-se a coleta no florescimento pleno (FP), coletando-se 1,0 m de plantas, exceção. As plantas foram secas em estufa de ventilação forçada por 72 horas, para a determinação da biomassa e posterior análise dos teores de Na, K, Ca e Mg. A partir dessas avaliações, foi calculada a absorção de nutrientes no florescimento pleno.

Para determinação do balanço de nutrientes do solo, em função da absorção das plantas, efetuou-se a subtração das concentrações iônicas na solução aos 7 DAA pelas concentrações aos 77 DAA. Foram utilizadas as concentrações iônicas médias nas profundidades de 5, 10 e 20 cm, já que, para o arroz irrigado, cerca de 90% das raízes se concentram na camada de 0-20 cm. De posse dos valores do saldo iônico na solução entre 7 e 77 DAA e da absorção iônica aos 77 DAA foram determinadas, por diferença, as perdas de íons por lixiviação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre os níveis de salinidade avaliados, o melhor estabelecimento ocorreu na PST de 9,0%, sendo superior até ao verificado na PST de 5,6% (Tabela 2), de menor nível de salinidade do solo (Tabela 1). Isso pode ter ocorrido pela semeadura mais tardia na PST de 5,6% (17 de novembro de 2008), numa condição desfavorável de umidade, ao contrário da condição verificada nas PSTs de 9,0% (1° de novembro de 2008), 21 e 32% (8 de novembro de 2008). O estabelecimento inferior na PST de 21% e, principalmente, na PST de 32% deve ser atribuído à maior salinidade do solo nesses locais, em comparação aos demais solos (Tabela 1). Shannon et al. (1998) e Grattan et al. (2002) já haviam reportado uma diminuição do estande de plantas proporcional ao nível de salinidade, tanto do solo quanto da água de irrigação e da solução do solo.

Tabela 2. Estande e massa seca do arroz irrigado, cultivado em solos com diferentes níveis de salinidade

PST ⁽¹⁾	Estande ⁽²⁾	Massa seca ⁽³⁾
%	plantas m ⁻²	t ha ⁻¹
5,6	303	18,8
9,0	361	14,8
21,0	259	16,7
32,0	10	5,9

⁽¹⁾ Percentagem de sódio trocável. ⁽²⁾ No estágio de desenvolvimento V4 (Counce et al., 2000). ⁽³⁾ No florescimento pleno.

A tendência de maior produção de massa seca no florescimento pleno se verificou justamente no menor nível de salinidade (Tabela 2). Entretanto, a tendência de maior produção observada na PST de 21%, em relação à PST de 9,0 %, não era esperada. A exemplo do que ocorreu no estabelecimento, a massa seca observada no maior nível de salinidade foi muito inferior aos demais locais (Tabela 2), reflexo da maior salinidade do solo (Tabela 1).

A diferença entre os teores de Na na solução do solo aos 7 DAA e 77 DAA foi similar nas PSTs de 5,6%, 9,0% e 21% (Tabela 3). A absorção desse íon, entretanto, foi bastante diferenciada nesses três locais, sendo superior na PST de 21% (Tabela 3). A menor absorção na PST de 9,0% pode ser explicada, em parte, pela menor produção de massa seca no florescimento pleno nesse local. Apesar dessa absorção discrepante, a diferença entre o saldo iônico e a absorção de nutrientes foi positiva e semelhante, indicando que, nesses três locais, foram perdidos por lixiviação entre 55 e 68 mg L⁻¹ de sódio, isso sem contabilizar possíveis contribuições da fração não trocável à solução do solo. Já na PST de 32%, esse valor chegou a 520 mg L⁻¹. A maior lixiviação nesse local pode ter sido estimulada tanto pela baixa absorção de Na (Tabela 3), em função do baixo estande e produção de massa seca (Tabela 2), quanto pela alta salinidade do solo (Tabela 1).

Tabela 3. Concentração iônica na solução do solo, absorção de cátions no florescimento pleno e diferença entre a concentração na solução e absorção iônica do arroz irrigado, cultivado em solos com diferentes níveis de salinidade

PST ⁽¹⁾	Sol [7 DAA - 77 DAA] ⁽²⁾	Absorção	Δ ⁽³⁾
%	mg L ⁻¹	mg dm ⁻²	mg L ⁻¹
.....Na.....			
5,6	70,4	5,43	65,0
9,0	69,9	1,78	68,1
21,0	64,4	9,32	55,1
32,0	524	3,25	520
.....K.....			
5,6	11,2	343	-331
9,0	22,8	247	-225
21,0	64,8	239	-174
32,0	43,5	74,2	-30,7
.....Ca+Mg.....			
5,6	27,8	102	-74,0
9,0	28,7	59,2	-30,5
21,0	442	55,9	386
32,0	399	16,5	383

⁽¹⁾ Percentagem de sódio trocável. ⁽²⁾ Saldo iônico na solução do solo pela diferença de concentração medida aos sete dias após o alagamento e aos 77 dias após o alagamento. ⁽³⁾ Diferença entre o saldo iônico na solução do solo e a absorção iônica pelas plantas.

A diferença entre o saldo de K entre 7 DAA e 77 DAA e a absorção de K pelas plantas foi negativa nos quatro locais (Tabela 3), indicando que houve contribuição de formas não-trocáveis de K para a nutrição das plantas, principalmente naqueles locais onde houve maior desenvolvimento (Tabela 2). Mesmo com um estande muito baixo, a absorção de K na PST de 32%, também foi suficiente para determinar uma contribuição de formas não trocáveis (Tabela 3). As plantas superiores possuem mecanismos extremamente eficientes na absorção de K, mesmo em baixas concentrações na solução do solo. Isso gera um gradiente em direção às raízes, criando um ambiente favorável à liberação de formas não trocáveis de K, ocasionando um permanente tamponamento das formas de K trocáveis e não trocáveis, adsorvidas tanto com baixa quanto com alta energia de ligação, presentes

nas entrecamadas dos argilominerais, ou em minerais primários (Kaminski et al., 2007). Os valores negativos para a diferença entre o saldo de K na solução na camada até 20 cm e a absorção de K pelas plantas, dificultam a lixiviação desse elemento nos solos estudados, ao contrário do que foi verificado com o Na (Tabela 3).

Em trabalho realizado com Planossolos submetidos ao alagamento sem a presença de plantas de arroz, Sousa et al. (2002) verificaram aumento dos teores de Ca e Mg na solução do solo até 35 DAA e posterior diminuição até a estabilidade. Resultado semelhante foi obtido por Silva et al. (2003), com e sem a presença de plantas. Entretanto, ambos os estudos foram realizados em vasos, o que impediu um fluxo hidráulico descendente que pudesse carrear esses elementos em profundidade, como foi verificado por Santos et al. (2002), a campo, na profundidade de 60 cm. Dessa forma, pode-se inferir que a depleção de Ca e Mg foi devida principalmente à lixiviação, já que as maiores perdas se deram nos dois locais de maior salinidade. Os valores positivos e semelhantes da diferença entre o saldo de Ca+Mg na solução e a absorção pelas plantas, observados nas PSTs de 21% e 32%, comprovam uma significativa perda de Ca+Mg por lixiviação. Isto em decorrência, principalmente, dos altos teores desses elementos na solução do solo, nos primeiros dias de alagamento (Carmona et al., 2010). Por não serem tão exigidos pela cultura do arroz, a depleção de ambos (Ca e Mg) na solução do solo não chegou ao nível verificado com o K, que praticamente desapareceu da solução do solo em alguns casos (Carmona et al., 2010).

CONCLUSÕES

A lixiviação e a absorção radicular governaram a dinâmica de cátions básicos na solução do solo, independentemente do seu nível de salinidade, na camada de exploração das raízes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARMONA, F. C.; ANGHINONI, I.; HOLZSCHUH, M.; ANDRIGHETTI, M. Cation dynamics in soils with different salinity level growing irrigated rice. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 34, p.1851-1863, 2010.
- CARMONA, F.C.; ANGHINONI, I.; WEBER, E. **Salinidade da água e do solo e seus efeitos sobre o arroz irrigado no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Instituto Rio Grandense do Arroz, 2011. 54p. (Boletim Técnico).
- GRATTAN, S.R.; ZENG, L.; SHANNON, M.C.; ROBERTS, S.R. Rice is more sensitive to salinity than previously thought. **California Agriculture**, Oakland, v.56, p.189-195, 2002.
- KAMINSKI, J.; BRUNETTO, G.; MOTERLE, D.F.; RHEINHEIMER, D.S. Depleção de formas de potássio do solo afetada por cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.1003-1010, 2007.
- SANTOS, A.B.; FAGERIA, N.K.; ZIMMERMANN, F.J.P. Atributos químicos do solo afetado pelo manejo da água e do fertilizante potássico na cultura de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, p.12-16, 2002.
- SHANNON, M.C.; RHODES, J.D.; DRAPER, J.H.; SCARDACI, S.C.; SPYRES, M.D. Assessment of salt tolerance in rice cultivars in response to salinity problems in California. **Crop Science**, Madison, v.38, p.394-398, 1998.
- 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.
- 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**, Viçosa, v.26, p.343-348, 2002.
- ZENG, L.; SHANNON, M.C. Salinity effects on seedling growth and yield components of rice. **Crop Science**, Madison, v.40, p.996-1003, 2000.