ESTADO NUTRICIONAL E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELO ARROZ EM RESPOSTA À ESPESSURA DE LÂMINA DE ÁGUA

Daiana Ribeiro Nunes Gonçalves¹; Walkyria Bueno Scivittaro²; Rosa Maria Vargas Castilhos³; Marcos Lima Campos do Vale & Pricila Santos da Silva⁴; Gustavo Kruger Gonçalves⁵

Palavras-chave: manejo, nutrientes, folha,

INTRODUÇÃO

A orizicultura irrigada destaca-se pela elevada demanda hídrica, o que gera conflitos frequentes com os demais usuários da água, confrontando-se, na atualidade, com o grande desafio de elevar a eficiência de uso da água, mantendo a produtividade elevada e a sustentabilidade do sistema produtivo. Para atender a essa demanda, a pesquisa local tem se dedicado a propor e avaliar alternativas de manejo da água para o arroz com vistas à redução no uso e elevação da eficiência de irrigação. Várias estratégias têm sido propostas sendo uma delas, a diminuição na espessura da lâmina de água. Entretanto, esse manejo pode influenciar a disponibilidade de nutrientes para a cultura, com reflexos sobre sua absorção, acumulação e exportação de nutrientes. Em função do exposto, realizou-se o presente trabalho, que teve por objetivo determinar o efeito da espessura de lâmina de água sobre o estado nutricional e absorção de nutrientes pelo arroz

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado nas safras agrícolas 2007/08 e 2008/09, na Estação Experimental Terras Baixas (ETB), da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS. O solo da área experimental, um Planossolo Háptico, foi sistematizado em nível, com cota zero, dois anos antes da implementação deste estudo. Na instalação dos cultivos de arroz irrigado, o solo apresentava as seguintes características químicas, na profundidade de 0-20cm, respectivamente: argila: 190 g dm⁻³; pH(água): 5,8 e 5,6; 12 e 14g dm⁻³ de MO; 13,3 e 12,8mg dm⁻³ de P; 59 e 51mg dm⁻³ de K; 0,0 e 0,1cmol_c dm⁻³ de Al; 6,5 e 6,2cmol_c dm⁻³ de Ca+Mg e 9,1 e 10,1cmol_c dm⁻³ de CTC. Os tratamentos compreenderam três espessuras de lâmina de água para o arroz irrigado por inundação do solo: 10cm, 5cm e lâmina inferior a 1cm. Neste último tratamento, o solo foi mantido sob condições de umidade de saturação durante todo o período de irrigação dos demais tratamentos. Esses foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso com três repetições, na primeira safra agrícola, e quatro repetições, na segunda safra. As unidades experimentais apresentaram dimensões de 10m x 10m, sendo individualizadas por taipas.

As épocas de início e de supressão da irrigação foram fixas, correspondendo, respectivamente, aos estádios de quatro a cinco folhas (V4-V5) e maturação de colheita do arroz (R9), conforme a escala de Counce et al. (2000). No primeiro ano de cultivo, o início da irrigação ocorreu 21 dias após a emergência do arroz (dae) e no segundo, em razão da época de semeadura mais tardia, 13 dae. A irrigação foi feita de maneira intermitente, mantendo-se uma lâmina de água uniforme com uma variação aceitável de 1cm. Em ambas as safras, o arroz foi implantado em sistema convencional de preparo do solo. As semeaduras do arroz foram realizadas em 17-11-2007 e em 9-12-2008, utilizando-se um espaçamento entre linhas de 17,5cm e densidade de semeadura de 120kg ha⁻¹ de sementes viáveis. Utilizou-se a cultivar de arroz irrigado BRS Quêrência.

A adubação para o arroz foi estabelecida seguindo indicações da Sociedade (2007),

¹ Mestranda do Departamento de Solos da UFPEL. Campus UFPEL em Capão do Leão, RS. Email: daianar.nunes@gmail.com

² Pesquisadora Embrapa Clima Temperado. Email: wbscivit@cpact.embrapa.br.

³ Docente do Departamento de Solos da UFPEL. Email: rosamvc@ufpel.edu.br

⁴ Estagiário(a) Embrapa Clima Temperado. Emails: marcoscvale@hotmail.com; pricilassilva@hotmail.com

⁵ Docente da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS). Email: gustavo-goncalves@uergs.edu.br

considerando uma expectativa de incremento de produtividade de 4t ha⁻¹. Essa consistiu na aplicação, em pré-semeadura, de 250kg ha⁻¹ da formulação 5-20-20, na safra 2007/08, e de 280 kg de 5-25-25, na safra 2008/09. Em cobertura, realizaram-se, duas aplicações de 55kg ha⁻¹ de N. A primeira cobertura foi realizada em solo seco imediatamente antes do início da irrigação, no estádio de 4 a 5 folhas, e a segunda, na diferenciação da panícula, sobre a lâmina de água ou em solo saturado. A avaliação do estado nutricional compreendeu a determinação dos teores de macronutrientes na folha em três épocas: perfilhamento pleno, diferenciação da panícula e floração, correspondendo aos estádios V8, R1 e R4. Nas duas primeiras épocas de avaliação, utilizou-se amostra composta pela folha índice (última completamente desenvolvida) coletada de 40 plantas por unidade experimental. Na floração, a amostra utilizada foi constituída pela folha bandeira de 40 plantas. O material vegetal colhido foi seco em estufa a 65°C até massa constante. Após moagem, foi submetido a análises químicas para determinação dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) no tecido foliar. Para a determinação da acumulação de nutrientes, coletaram-se de cada parcela, em duplicata, amostras constituídas pela parte aérea das plantas presentes em três linhas de 0,5m de comprimento. Do material vegetal colhido, separaram-se os grãos. Ambas as frações, grãos e colmos e folhas, foram secadas em estufa para determinação da produção de matéria seca. Após, foram amostradas e moídas, determinando-se os teores de N, P, K, Ca, Mg e S no tecido vegetal. A partir dos dados de produção de massa seca e de teores de nutrientes no tecido vegetal, determinaram-se as quantidades de nutrientes acumulada nos colmos e folhas e exportada pelos grãos de arroz. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando significativa ao nível de 5%, procedeu-se à comparação das médias de espessuras de lâmina de água para o arroz pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No perfilhamento pleno (estádio V8), não houve efeito dos tratamentos sobre os teores de macronutrientes na safra 2007/08 (Tabela 1). Na safra 2008/09, a variação na espessura da lâmina de água influenciou os teores foliares de K e S. Explica-se a maior absorção de K na presença de lâminas de água de maior espessura pela magnitude mais elevada da condição de redução estabelecida na presença de lâmina de água, favorecendo a difusão e deslocamento do K dos sítios de troca para a solução e a liberação do nutriente das frações não-trocável e estrutural (CASTILHOS & MEURER, 1999a). Quanto ao S, o teor foliar proporcionado pelo tratamento com lâmina de água intermediária (5cm) foi maior que o dos demais, que não diferiram entre si. Isso pode ser atribuído a variabilidade de redução do solo entre os tratamentos, interferindo na redução do sulfeto a sulfato.

Tabela 1. Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre na folha de arroz, no estádio V8, em função da espessura de lâmina de água. Safras 2007/08 e 2008/09.

Espessura da lâmina	N	P	K	Ca	Mg	S
g kg ⁻¹						
2007/2008						
<1cm	35,9 ^{ns}	4,0 ^{ns}	20,4 ^{ns}	5,0 ^{ns}	2,2 ^{ns}	2,2 ^{ns}
5-10cm	35,7	4,5	23,2	4,1	2,0	2,0
>10cm	38,0	4,7	16,0	5,4	2,2	2,0
2008/2009						
<1cm	35,8 ^{ns}	3,2 ^{ns}	22,6b	3,5 ^{ns}	2,4 ^{ns}	2,6b
5-10cm	36,2	3,3	24,2a	3,0	2,4	2,7a
>10cm	34,8	3,3	24,2a	3,1	2,3	2,6b

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

Na diferenciação da panícula, a variação na espessura da lâmina de água exerceu efeito, apenas, sobre o teor de P no tecido foliar, na safra 2007/2008. Na safra seguinte, exerceu efeito nos teores de P e de K (Tabela 2). Os tratamentos com manutenção de

lâmina de água (5cm e 10cm) propiciaram maior concentração foliar de nutriente que aquele com solo saturado. Isso pode ser atribuído ao estado de redução antecipada e mais intenso estabelecido na presença de lâminas de espessura intermediária (5cm) a alta (10cm), com aumentos na disponibilidade de P e K na solução do solo e absorvidos pelo arroz.

Tabela 2. Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre na folha de arroz na diferenciação da panícula (R1), em função da espessura da lâmina de água. Safras 2007/08 e 2008/09.

Espessura da lâmina	N	P	K	Ca	Mg	S
----- g kg ⁻¹ -----						
2007/2008						
<1cm	26,6 ^{ns}	3,2b	15,8 ^{ns}	3,4 ^{ns}	1,9 ^{ns}	1,9 ^{ns}
5-10cm	25,6	3,9a	16,6	2,9	1,7	1,4
>10cm	31,4	4,1a	17,0	2,8	1,8	1,6

2008/2009						
<1cm	28,4 ^{ns}	3,1b	17,6b	3,4 ^{ns}	2,1 ^{ns}	2,2 ^{ns}
5-10cm	30,1	3,5a	20,0a	3,0	2,2	2,1
>10cm	27,6	3,6a	21,5a	3,4	2,3	2,1

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

O efeito dos tratamentos de espessura de lâmina de água exclusivamente para os teores foliares de K e Ca na floração ocorreu somente na safra 2007/08 (Tabela 3). A maior concentração de K no tecido foliar na presença de lâmina de água ocorreu devido ao grau de redução do solo mais intenso, proporcionando maior disponibilidade do nutriente em solução. Para o Ca, os teores foliares determinados para os tratamentos com presença de lâmina de água (5 cm e 10 cm) foram semelhantes entre si e inferiores ao do tratamento sem lâmina de água. É provável que a maior disponibilidade de K em solução, decorrente de lâminas de água de maior espessura, tenha inibido a absorção de Ca pelo arroz, visto que os dois cátions competem pelo mesmo sítio de absorção (MALAVOLTA, 2006).

Tabela 3. Teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre na folha de arroz na floração (R4), em função da espessura de lâmina de água. Safras 2007/08 e 2008/09

Espessura da lâmina	N	P	K	Ca	Mg	S
----- g kg ⁻¹ -----						
2007/2008						
<1cm	30,0 ^{ns}	3,4 ^{ns}	9,6b	4,5a	1,6 ^{ns}	1,6 ^{ns}
5-10cm	29,8	3,2	10,6ab	3,8b	1,2	1,6
>10cm	29,4	3,0	12,3a	3,2b	1,2	1,4

2008/2009						
<1cm	27,0 ^{ns}	1,9 ^{ns}	11,9 ^{ns}	4,6 ^{ns}	1,7 ^{ns}	1,9 ^{ns}
5-10cm	27,2	2,1	12,3	4,4	1,7	1,8
>10cm	26,7	2,1	12,1	3,6	1,6	1,8

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

Os resultados de quantidades de macronutrientes acumulados nos colmos e folhas (Tabela 4) demonstram que na safra 2007/08, apenas as quantidades de Ca e S foram influenciadas pela espessura da lâmina de água. A manutenção de uma lâmina de água mais espessa (10cm) propiciou maior acumulação de ambos os nutrientes, comparativamente aos tratamentos com lâmina baixa ou com omissão desta. Este efeito deve-se a maior produção de matéria seca e o aumento na disponibilidade de Ca e S proporcionados pela lâmina de 10 cm. O Ca tem sua solubilidade aumentada devido ao deslocamento para a solução do solo pelo Mn e Fe, sendo a intensidade desse efeito diretamente proporcional à condição de redução estabelecida. O S tem a disponibilidade de sulfato aumentada após a redução do Fe. Em 2008/09, o efeito da variação na espessura da lâmina de água manifestou sobre a quantidade de Ca acumulada nos colmos e folhas do arroz. O comportamento observado foi distinto daquele reportado para o ano anterior, ou seja, a acumulação de Ca na parte aérea da planta foi maior na ausência da lâmina de

água, decrescendo a medida que se aumentou sua espessura. Este efeito esteve associado à variação na produção de matéria seca dos colmos e folhas e na concentração de Ca no tecido vegetal, que diminuíram com o aumento da espessura da lâmina de água.

Tabela 4. Nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre acumulados nos colmos e folhas de arroz, em função da espessura da lâmina de água. Safras 2007/08 e 2008/09

Espessura da lâmina	N	P	K	Ca	Mg	S
2007/2008						
<1cm	65,9 ^{ns}	12,9 ^{ns}	157,3 ^{ns}	26,2b	16,4 ^{ns}	5,9b
5-10cm	58,1	12,4	142,5	25,6b	13,7	5,3b
>10cm	62,2	12,6	155,3	33,0a	20,0	8,4a
2008/2009						
<1cm	74,1 ^{ns}	22,4 ^{ns}	151,5 ^{ns}	38,5a	28,8 ^{ns}	8,2 ^{ns}
5-10cm	80,6	27,5	189,0	33,0ab	29,4	6,4
>10cm	67,6	19,7	141,3	27,8b	21,2	7,0

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

Não houve efeito da espessura da lâmina de água sobre as quantidades de macronutrientes exportadas pelos grãos em ambas as safras (Tabela 5).

Tabela 5. Nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio, magnésio e enxofre exportados pelos grãos de arroz, em função da espessura da lâmina de água. Safras 2007/08 e 2008/09

Espessura da lâmina	N	P	K	Ca	Mg	S
2007/2008						
<1cm	65,0 ^{ns}	28,5 ^{ns}	40,0 ^{ns}	3,0 ^{ns}	9,3 ^{ns}	4,4 ^{ns}
5-10cm	68,1	31,1	48,0	3,8	10,3	4,8
>10cm	75,9	33,8	50,3	3,7	11,0	5,6
2008/2009						
<1cm	75,2 ^{ns}	33,5 ^{ns}	70,1 ^{ns}	3,0 ^{ns}	14,7 ^{ns}	8,4 ^{ns}
5-10cm	83,8	28,2	65,3	3,0	13,1	8,1
>10cm	73,1	31,4	64,9	2,9	14,0	7,2

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan ao nível de 5%.

CONCLUSÃO

A presença e variação na espessura da lâmina de água praticamente não influencia a absorção de nutrientes pelo arroz irrigado. As variações na produção de matéria seca e a disponibilidade de nutrientes condicionaram efeitos distintos entre as espessuras de lâminas de água e entre anos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTILHOS, R. M. V.; MEURER, E. J. Formas de potássio em solos do RS, cultivados com arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1; **REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO**, 22., 1999, Pelotas. Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 1999a. p. 326-329.
- COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, Madison, v. 40, p. 436-443, 2000.
- MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. p. 638.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas: SOSBAI, 2007. 154p.