

# EFICIÊNCIA DO USO DE NITROGÊNIO E PRODUTIVIDADE DO ARROZ, AFETADOS PELO MANEJO DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO EM GLEISSOLO HÁPLICO

José Bernardo Moraes Borin<sup>(1)</sup>; Amanda Posselt Martins<sup>(1)</sup>; Felipe de Campos Carmona<sup>(2)</sup>; Sintia da Costa Trojan<sup>(2)</sup>; Gustavo Cantori Hernandez<sup>(2)</sup>; Elio Marcolin<sup>(2)</sup>; Ibanor Anghinoni<sup>(3)</sup>

Palavras-chave: *Oryza sativa*, parcelamento de nitrogênio, irrigação intermitente

## INTRODUÇÃO

Na produção de arroz irrigado no RS, o sistema de irrigação utilizado é por inundação, com manutenção de lâmina de água contínua por um período médio de 80 a 100 dias, dependendo do ciclo da cultivar. A quantidade de água utilizada nesse sistema varia de 7.000 a 12.000 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e a eficiência de uso da água (EUA), para produção de arroz, varia de 0,8 a 1,1 kg m<sup>-3</sup> de água utilizado (Marcolin et al., 2009). Em condições extremas, o uso de água pode superar 15.000 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (SOSBAI, 2012). A irrigação é o item que mais impacta o custo de produção da lavoura de arroz irrigado do RS, correspondendo a 9,64 % do custo total (IRGA, 2013), sendo esse o recurso natural que mais limita o aumento da área cultivada. Dependendo das precipitações pluviais e do gerenciamento dos mananciais hídricos pelo produtor, extensas áreas podem ser afetadas pela escassez de água durante o ciclo da cultura, especialmente nas regiões arrozeiras gaúchas denominadas Fronteira Oeste e Campanha. Essa escassez normalmente ocorre no período reprodutivo, justamente o mais sensível ao déficit hídrico (Yoshida, 1981).

Um método de aumentar a EUA é o sistema de irrigação intermitente, alternando ciclos com solo inundado e solo com drenagem, além do cultivo em condição de solo saturado. Os resultados das pesquisas realizadas com irrigação intermitente no Rio Grande do Sul, indicam produtividades semelhantes em relação à irrigação contínua e redução de até 32% no consumo de água (Martini et al., 2009).

Os fatores que se destacam como limitantes da produtividade em solos cultivados em diversas regiões do mundo são a deficiência hídrica e o estresse nutricional (Fageria, 1998). É importante verificar a eficiência nutricional devido à sua repercussão dos adubos no custo de produção. Pode-se aliar a maior eficiência nutricional com o menor uso da água, apenas modificando o manejo da cultura. Há uma significativa interação do manejo da água com as demais práticas de manejo da cultura, influenciando a eficiência no uso de nutrientes pela cultura, especialmente o nitrogênio. Nesse contexto, a irrigação intermitente surge como alternativa, já que minimiza a necessidade de uso da água por determinado período de tempo, durante o ciclo da cultura. Entretanto, a mudança do estado de oxidação do solo, como resultado da intermitência da irrigação, pode alterar a disponibilidade de nutrientes na solução do solo, assim como a absorção pelas plantas, em especial o nitrogênio que é passível de perdas por desnitrificação. Este trabalho tem como objetivo avaliar o rendimento de grãos e a eficiência do uso de nitrogênio pela cultura do arroz, manejado por diferentes formas, em função da adoção de diferentes métodos de irrigação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O Experimento foi conduzido na Estação Experimental do IRGA, em Cachoeirinha/RS, no ano agrícola de 2012/13. O solo da área experimental, classificado como Gleissolo Háplico distrófico (Embrapa, 2006), apresenta 16 % de argila e atributos químicos na

<sup>1</sup>Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Departamento de Solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Avenida Bento Gonçalves, Porto Alegre, RS, Brasil, CEP: 91540-000, [bborin@hotmail.com](mailto:bborin@hotmail.com)

<sup>2</sup>Pesquisador, Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA)

<sup>3</sup>Professor Titular Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS)

camada de 0-20 cm, sendo para matéria orgânica (MO), fósforo disponível (P Mehlich 1), potássio disponível (K Mehlich 1), cálcio e magnésio trocáveis (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>): 14,0 g kg<sup>-1</sup>, 56,8 mg dm<sup>-3</sup>, 55 mg dm<sup>-3</sup>, 1,6 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e 0,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>, respectivamente.

Os tratamentos testados foram T1: Irrigação contínua (IC) desde o estádio V4 até R6. T2: Irrigação intermitente, com entrada d'água em V4 até V6, com supressão total da irrigação até o estádio V8, retornando com a irrigação contínua. T3: Irrigação intermitente, com entrada d'água em V4 até V6, com supressão total da irrigação até o estádio V8, estabelecendo a lâmina de água, e novamente fazendo a supressão até o estádio V10, retornando com a irrigação contínua. T4: Irrigação intermitente, com entrada d'água em V4 até V6, com supressão total da irrigação, estabelecendo a lâmina de água toda vez que o solo atingisse umidade de 50% da capacidade de campo até o estádio R1, retornando com a irrigação contínua.

Na irrigação contínua, a lâmina d'água era estabilizada com altura média de 5,0 cm. A supressão final d'água ocorreu em R6 para todos os tratamentos. Utilizou-se a cultivar IRGA 424 com sistema de cultivo mínimo, conforme SOSBAI (2012). A semeadura foi realizada no dia 16 de outubro, na densidade de sementes equivalente de 100 kg ha<sup>-1</sup>. A adubação de base com fósforo e potássio foi realizada considerando expectativa de resposta Alta à adubação (SOSBAI, 2012), sendo que, por ocasião da semeadura, foram aplicados os equivalentes a 50 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 90 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Em todos os tratamentos, o início da entrada da água foi no estádio V4 (Counce et. al., 2000), logo após a aplicação do herbicida e da primeira adubação nitrogenada de cobertura (SOSBAI, 2012). As parcelas tinham a dimensão de 7,5 x 22,5 m, sendo que todas foram entaipadas (altura média de 40 cm) e com entrada de água individual. A capacidade de campo foi determinada segundo a metodologia descrita pela Embrapa (1997). A umidade do solo foi determinada nas supressões de irrigação por medidores de umidade do solo (Hidrofarm®). Cada parcela foi subdividida em três, para aplicação diferenciada de nitrogênio: 0 de N; 150 kg ha<sup>-1</sup> de N em duas aplicações (66% em V3 e 34% na iniciação do primórdio floral) e 150 kg ha<sup>-1</sup> de N em três aplicações (50% em V3, 25% em V8 e 25% em V10). O delineamento experimental foi de blocos casualizados, dispostos em parcelas divididas, com três repetições, sendo que os métodos de irrigação foram locados nas parcelas principais e as formas de aplicação do N nas subparcelas. Foi avaliado o rendimento de massa seca da parte aérea nos estádio R2 e o rendimento de grãos, obtido pela produção obtida na área útil, de 6,0 m<sup>2</sup> da sub parcela, corrigindo-se a umidade para 130 g kg<sup>-1</sup>.

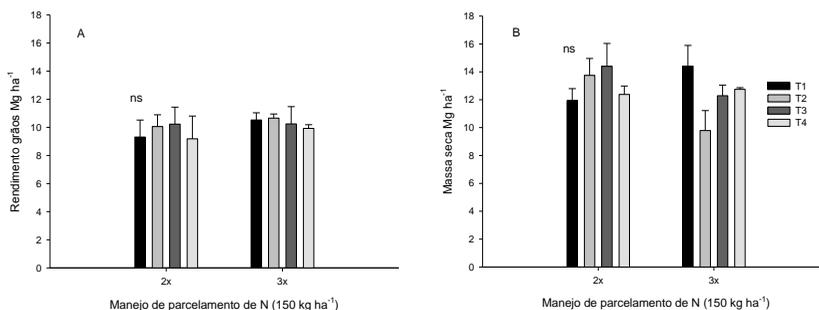
A recuperação aparente de nitrogênio (RAN) foi obtida pela diferença de N absorvido pela quantidade de N aplicada, em porcentagem. A eficiência agrônômica de uso do nitrogênio (EAUN) foi calculada a partir da diferença de rendimento de grãos nas subparcelas com e sem N, dividido pela dose de N. A eficiência fisiológica de uso do nitrogênio (EFUN) foi calculada pela razão entre o rendimento de grãos e a absorção total de N nas sub-parcelas (Fageria, 1998). Os resultados referentes ao rendimento de grãos, massa seca, RAN, EAUN e EFUN foram submetidos à análise de variância (p<0,05). Quando significativa, as médias foram comparadas pelo teste Tukey (p<0,05).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento de grãos foi em média de 10,0 Mg ha<sup>-1</sup>, não havendo diferenciação (p<0,05) dos tratamentos tanto em relação ao manejo da irrigação como ao manejo da adubação nitrogenada (Figura 1), repetindo-se o verificado no ano agrícola de 2011/12 por Borin et al. (2012). Desta forma é possível diminuir em até 41 % dos dias de irrigação, já que foram 99 dias para o tratamento de irrigação contínua (T1) e 57 dias para o tratamento (T4) que retorna a água a partir de V6 toda vez que a umidade do solo atingisse 50 % da capacidade de campo (CC), dependendo do regime hídrico previsto. A CC do Gleissolo em estudo apresenta umidade volumétrica de 0,30 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup>. Devido à distribuição da precipitação pluviométrica uniforme no ano agrícola de 2012/13, no local do experimento (Cachoeirinha RS), a umidade do solo nunca chegou à metade da CC, com um mínimo de umidade de 0,20

$m^3 m^{-3}$ . Assim, não foi retornada a lâmina no T4 entre os estádios V6 - R2.

O manejo de irrigação e o modo de aplicação de nitrogênio também não apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) na massa seca, a qual produziu em média  $12,7 \text{ Mg ha}^{-1}$ .



**Figura 1** - Rendimento de grãos de arroz irrigado (A) e massa seca no estágio R2 (B), em relação ao manejo de água e manejo de aplicação de nitrogênio, na safra 2012/13, em um Gleissolo. Tratamentos: T1= Irrigação contínua; T2 = I. intermitente V6-V8; T3 = I. intermitente V6-V8 e V8-V10; T4 = I. intermitente a partir de V6, retorno d'água toda vez que o solo atingisse 50% da CC até R2. ns = diferença não significativa.

Foi observada a interação do manejo d'água com o manejo do N na RAN. Quando foi feita somente uma intermitência (T2), houve diferença entre as aplicações de N, em 2x com maior porcentagem de nitrogênio acumulado, em relação à sua aplicação em 3x. Isto pode ter ocorrido devido à maior probabilidade de perda por volatilização no parcelamento em 3x, onde recebeu menores doses de N no solo seco seguido de inundação (V4 e V8), tendo uma aplicação sobre a lâmina d'água. No parcelamento de N em duas vezes, houve diferença entre os tratamentos de irrigação, com o T2 diferenciou-se do T1 e T4, evidenciando maior RAN com a aplicação da uréia em solo seco com retorno da lâmina d'água. O T1 e T4 podem ter apresentado maiores perdas de nitrogênio por volatilização de amônia. Avalizam estas hipóteses os resultados encontrados por Knoblauch et. al. (2012) que verificaram maiores perdas na aplicação em grânulos sobre a lâmina de água em comparação a aplicação em solo seco com posterior alagamento, manejo idêntico ao aplicado ao tratamento dois do presente estudo. Utilizando este manejo de irrigação, deve-se então fazer uma calibração para a dose a ser recomendada, já que as perdas de N são minimizadas.

Quando a adubação nitrogenada foi parcelada em três vezes, houve diferença ( $p < 0,05$ ) entre os tratamentos de irrigação na EFUN (Tabela 1). A EFUN do T2 diferenciou-se ( $p < 0,05$ ) do T1, produzindo mais grãos em relação à quantidade de N absorvido, podendo-se considerar uma eficiência alta. Fageria (1998), estudando arroz de sequeiro, encontrou EFUN de  $62 \text{ kg kg}^{-1}$ . O mesmo autor sugere a combinação da EFUN com RAN para obter a Eficiência de Utilização do nutriente para avaliar eficiência nutricional junto a EFUN, entretanto, neste trabalho não houve interação dos tratamentos avaliados (dados não publicados).

**Tabela 1** – RAN, EAUN e EFUN, nos diferentes manejos de irrigação e aplicação de nitrogênio, em Gleissolo Háplico de Cachoeirinha, na safra 2012/13.

Parcelamento da adubação nitrogenada	Manejo de irrigação			
	T1	T2	T3	T4
----- Recuperção aparente de nitrogênio (RAN), % -----				
2x	75 b	138 Aa	82 ab	75 b
3x	86	49 B	70	72
----- Eficiência agrônômica do uso de N (EAUN), kg grãos kg N aplicado <sup>-1</sup> -----				
2x	13 ns	23	24	11
3x	21 ns	27	24	16
----- Eficiência fisiológica do uso de N (EAUN), kg grãos kg N aplicado <sup>-1</sup> -----				
2x	60 ns	46	71	63
3x	61 b	112 a	77 ab	71 ab

Tratamentos: T1= Irrigação contínua; T2 = I. intermitente V6-V8; T3 = I. intermitente V6-V8 e V8-V10; T4 = I. intermitente a partir de V6, retorno d'água toda vez que o solo atingisse 50% da CC até R2. Valores seguidos de letras maiúsculas comparam, na coluna, o parcelamento da adubação nitrogenada dentro de cada manejo de irrigação. Valores seguidos de letras minúsculas comparam, na linha, o manejo de irrigação dentro de cada parcelamento da adubação nitrogenada. Teste Tukey (p<0,05). ns = diferença não significativa.

## CONCLUSÃO

A irrigação intermitente não diminui a produtividade do arroz quando comparada com a irrigação contínua.

A intermitência pode ser utilizada como uma ferramenta para melhorar a eficiência de utilização do nitrogênio pela cultura do arroz irrigado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COUNCE, P.; KEISLING, T.C.; MITCHELL, A.J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. *Crop Science*, Madison, v.40, n.2, p. 436-443, 2000.
- EMBRAPA. **Manual de métodos de análise do solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, RJ, 1997. p.212.
- EMBRAPA - **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2.ed. Rio de Janeiro. Embrapa, 2006. 306p.
- FAGERIA, N. K. Otimização da eficiência nutricional na produção das culturas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, 1998. p.6-16
- IRGA, 2013. Disponível em <[http://www.irga.rs.gov.br/uploads/anexos/1293728428Custos\\_de\\_Producao.pdf](http://www.irga.rs.gov.br/uploads/anexos/1293728428Custos_de_Producao.pdf)> Acessado em: 10 de maio de 2013.
- KNOBLAUCH, R. et al.. Volatilização de Amônia em Solos Alagados Influenciada pela Forma de Aplicação de Ureia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 2012. p.813-821.
- MARCOLIN, E.; GENRO JUNIOR, S.A. & MACEDO, V.R.M. Eficiência de uso de água em função de sistemas de manejo da irrigação em arroz irrigado. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, Porto Alegre, 2009. CD-ROM.
- MARTINI, L.F.D.; AVILA, L.A.; MEZZOMO, R.F.; MARCHESAN, E.; REFATTI, J.P.; CASSOL, G.V.; MACHADO, S.L.O. & MASSEY, J.H. Irrigação intermitente permite redução do volume de água aplicado sem afetar a produtividade do arroz irrigado. In: VII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, Porto Alegre, 2009. CD-ROM.
- SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). Arroz irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado. Itajaí - SC: SOSBAI, 2012. 179p.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; WOLKWEISS, S. J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p.
- YOSHIDA, S. Fundamentals of rice crop science. Los Baños, The International Rice Research Institute, 1981. 269