



## Eficiência agrônômica de fertilizante nitrogenado de liberação controlada em arroz irrigado<sup>(1)</sup>

Thaís Antolini Veçozzi<sup>(2)</sup>; Rogério Oliveira de Sousa<sup>(3)</sup>; Walkyria Bueno Scivittaro<sup>(4)</sup>;  
João Paulo Sousa Gomes<sup>(5)</sup>; Jaqueline Trombetta da Silva<sup>(2)</sup>; Anderson Dias  
Silveira<sup>(6)</sup>

<sup>(1)</sup>Trabalho executado com recursos da FAPERGS.

<sup>(2)</sup>Doutoranda PPG MACSA; Universidade Federal de Pelotas; Pelotas, Rio Grande do Sul; thais\_antolini@hotmail.com;

<sup>(3)</sup>Professor Departamento de Solos; Universidade Federal de Pelotas; <sup>(4)</sup>Pesquisadora EMBRAPA Clima Temperado;

<sup>(5)</sup>Graduando Agronomia; Universidade Federal de Pelotas; <sup>(6)</sup>Graduando Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

**RESUMO:** O uso de fertilizantes nitrogenados de liberação controlada (FNLC) vem sendo avaliado como alternativa às fontes minerais prontamente solúveis. Um tipo de FNLC consiste no encapsulamento de adubos solúveis por polímeros pouco solúveis em água, promovendo a liberação gradativa de N no sistema. Este trabalho avaliou a eficiência agrônômica de fertilizante nitrogenado de liberação controlada para o arroz irrigado. O estudo foi realizado sob condições de campo na safra 2013/2014, em um Planossolo Háplico, em Capão do Leão, RS. Foram avaliados os seguintes tratamentos, com quatro repetições: T0 - testemunha sem a aplicação de N; T1 - ureia aplicada na dose recomendada para a cultura no Sul (120 kg ha<sup>-1</sup> N); T2 - FNLC aplicado em cobertura, em pré-semeadura; T3 - FNLC aplicado no sulco de plantio, em pré-semeadura. Foram avaliados o N acumulado, a produção de matéria seca, a recuperação aparente de N, a produtividade de grãos e eficiência agrônômica de uso de N. A eficiência agrônômica de uso de N não diferiu entre as fontes de N utilizadas, correspondendo a 17,2 kg kg<sup>-1</sup>, para a ureia, 13,6 kg kg<sup>-1</sup>, para o FNLC aplicado em superfície, e 11,51 kg kg<sup>-1</sup>, para o FNLC incorporado ao solo. As produtividades obtidas nos tratamentos com aplicação de fertilizante nitrogenado não diferiram entre si; superando, porém, aquela proporcionada pelo tratamento testemunha. O fertilizante nitrogenado de liberação controlada não eleva a eficiência agrônômica no uso de N e a produtividade de grãos de arroz irrigado por inundação contínua, comparativamente a ureia, aplicada na dose preconizada para o Sul do Brasil.

**Termos de indexação:** Nitrogênio, adubo, produtividade.

### INTRODUÇÃO

Altos rendimentos na cultura do arroz dependem de suprimento adequado de água e nutrientes (BOCKMAN & OLFS, 1998). A adubação nitrogenada nesta cultura busca elevar os teores de N mineral no solo, estado em que o N pode ser prontamente absorvido pela planta, que como

resposta ao insumo, aumenta a área foliar, a qual eleva a eficiência de interceptação da radiação solar e a taxa fotossintética e, conseqüentemente, a produtividade de grãos (FAGERIA et al., 2003). Os fertilizantes nitrogenados possuem baixa eficiência em solos alagados, decorrente das grandes perdas no solo (SAID, 2012). Com o aumento da demanda mundial por arroz, a eficiência na utilização e a gestão dos fertilizantes nitrogenados se tornam cada vez mais urgentes (SNYDER & SLATON, 2001). Uma forma de diminuir as perdas e aumentar a eficiência de aproveitamento do adubo é a utilização de fontes de liberação controlada, com potencial para elevar a produtividade da cultura e de redução nas perdas de N (TAO et al., 2014). Estes insumos incluem fertilizantes solúveis convencionais revestidos com material pouco solúvel em água, que protegem o nutriente fisicamente, possibilitando sua liberação gradativa no solo (TRENKEL, 1997). Em princípio, a liberação do N dos fertilizantes de liberação controlada ocorre com maior sincronismo à demanda das plantas, comparativamente às fontes solúveis, como a ureia (BOCKMAN & OLFS, 1998). No entanto, o desempenho agrônômico real destes produtos em solos cultivados com arroz irrigado por inundação precisa ser melhor estudado.

Este estudo buscou avaliar a eficiência agrônômica de fertilizante de liberação controlada, comparativamente à ureia no cultivo de arroz irrigado por inundação.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado sob condições de campo, de novembro de 2013 a março de 2014, em um Planossolo Háplico (STRECK et al., 2008), na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS. O clima da região de estudo é classificado como mesotérmico úmido (Cf) e temperado (Cfb), segundo Köppen (REISSER JÚNIOR et al., 2008).

O experimento compreendeu quatro tratamentos e quatro repetições, dispostos em blocos ao acaso. As unidades experimentais (2 m x 6 m) foram individualizadas por taipas, evitando-se a contaminação entre os tratamentos. Estes incluíram: T0- testemunha com omissão da adubação



nitrogenada; T1- dose recomendada de nitrogênio (DRN) para o arroz irrigado ( $120 \text{ kg ha}^{-1}$  de N), estabelecida em função dos resultados da análise do solo e considerando-se uma expectativa de resposta alta à adubação (SOSBAI, 2012), como ureia, parcelada em três aplicações, em pré-semeadura ( $10 \text{ kg N ha}^{-1}$ ) e em cobertura ( $110 \text{ kg N ha}^{-1}$ ), sendo metade da dose no estádio V4 (quatro folhas) e o restante em R0 (iniciação da panícula); T2- DRN, como fertilizante nitrogenado de liberação controlada (ureia recoberta com polímeros derivados de poliacrilatos não hidrossolúveis, com 39,4% de N, apresentando 20%, 80% e 100% do N com liberação em até 15, 60 e 90 dias após a aplicação, respectivamente), aplicado integralmente em cobertura em pré-semeadura; T3- DRN, como fertilizante nitrogenado de liberação controlada (ureia recoberta com polímeros derivados de poliacrilatos não hidrossolúveis, com 39,4% de N, apresentando 20%, 80% e 100% do N com liberação em até 15, 60 e 90 dias após a aplicação, respectivamente), aplicado integralmente de forma localizada no sulco de plantio, em pré-semeadura.

A cultivar de arroz irrigado de ciclo precoce Puitá INTA-CL foi semeada utilizando-se espaçamento entrelinhas de 17,5 cm e densidade de  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de sementes, em área preparada em sistema convencional. Em pré-semeadura, aplicaram-se a lanço e incorporaram-se em área total  $360 \text{ kg ha}^{-1}$  da formulação 0-25-25. Este e os demais tratamentos culturais para o arroz foram estabelecidos de acordo com as indicações técnicas para a cultura nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (SOSBAI, 2012). O início da irrigação ocorreu em 16 de dezembro de 2014, correspondendo ao estádio de quatro folhas (V4). O cultivo estendeu-se até o dia 1º de março de 2014, quando se procedeu a colheita do arroz.

Quando as plantas de arroz atingiram o estádio de maturação de colheita (R9) (COUNCE et al., 2000), foi realizada a colheita para a determinação da produtividade de grãos. Para tanto, considerou-se uma parcela útil constituída pelas 7 linhas centrais de plantas com 4 m de comprimento. O material colhido foi trilhado e levado para secador. A produtividade foi determinada a partir dos pesos determinados, corrigindo-se a umidade dos grãos para  $130 \text{ g kg}^{-1}$  de umidade.

Também no estádio de maturação de colheita, coletou-se, de cada parcela experimental, a parte aérea das plantas de arroz dispostas em duas linhas de plantas de 0,5 m de comprimento. O material vegetal colhido foi dividido em duas frações (colmos e folhas e grãos). Estas foram secas em estufa à temperatura de  $65^\circ\text{C}$ , até a massa constante. Após, determinou-se a massa de matéria seca (MS) de ambas as frações. Esse material foi homogeneizado, amostrado e moído; na sequência, foi submetido a análise química para determinação do teor de N (TEDESCO et al., 1995). De posse dos

valores de produção de matéria seca da parte aérea e de teor de N no tecido vegetal, calcularam-se as quantidades do nutriente acumuladas na parte aérea das plantas de arroz.

A recuperação aparente (RAP) de N foi calculada pela diferença entre o total de N acumulado nas plantas de arroz ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) oriundas dos tratamentos com aplicação de fertilizante nitrogenado e o total acumulado nas plantas ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) do tratamento testemunha com omissão da adubação nitrogenada, dividida pela quantidade de N aplicada ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) nos tratamentos. A eficiência agrônômica no uso de N (EAUN) foi obtida pela diferença entre as produtividades de grãos (PG) dos tratamentos com aplicação de fertilizantes nitrogenados e testemunha, dividida pelo dose de N aplicado ( $\text{kg ha}^{-1}$ ).

Os dados de produtividade e de seus componentes foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, foi aplicado o teste Tukey, ao nível de 5%, através do *software* SigmaPlot®.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de nitrogênio acumulado nas plantas de arroz e de eficiência agrônômica dos fertilizantes nitrogenados foram semelhantes para os tratamentos com aplicação de N (Tabela 1). O fertilizante nitrogenado de liberação controlada aplicado no sulco de semeadura proporcionou maior produção de matéria seca da parte aérea relativamente às demais fontes de N avaliadas, que não diferiram entre si. O desempenho do FNLC aplicado em cobertura não diferiu, ainda, da testemunha com omissão da adubação nitrogenada, que proporcionou menor produção de massa seca das plantas de arroz. As variações na produção de matéria seca das plantas de arroz proporcionadas pelas diferentes fontes/formas de aplicação do fertilizante nitrogenado não se refletiram em diferenças significativas na recuperação aparente de N (Tabela 1).

As produtividades obtidas nos tratamentos com aplicação de fertilizante nitrogenado foram estatisticamente semelhantes, diferindo apenas, daquela proporcionada pelo tratamento testemunha, que foi inferior às demais. Este fato demonstra a importância do suprimento adequado de N no desempenho produtivo do arroz irrigado (SNYDER & SLATON, 2001; SCIVITTARO & MACHADO, 2004; SCIVITTARO & GOMES, 2006). Indica, ainda, que o uso de fertilizantes de liberação controlada, independentemente da forma de aplicação, em superfície ou localizada no sulco de plantio, não elevou a produtividade de grãos do arroz irrigado por inundação contínua, proporcionando efeito semelhante ao da ureia aplicada de acordo com a recomendação da pesquisa para a região Sul (SOSBAI, 2014). Trabalhos desenvolvidos por



Delgado & Mosier (1995) e Alves et al. (2013) também demonstraram haver apenas diferenças pequenas na produtividade de arroz adubado com ureia, relativamente à ureia protegida. Da mesma forma, Said et al. (2014) verificaram que a ureia proporcionou produtividade de grãos de arroz equivalente a da ureia revestida, concluindo que estes fertilizantes não promovem aumento da produtividade e absorção de N pelas plantas no cultivo de arroz irrigado por inundação, relativamente à ureia comum. Fageria et al. (2014), ao trabalharem com arroz irrigado e de terras altas, também verificaram que a eficiência agrônômica da ureia revestida com polímero foi semelhante a da ureia comum. Esse resultado confirma dados de Caixeta et al. (2013), que trabalharam com arroz de sequeiro e também verificaram que o uso de ureia recoberta por polímeros não propiciou maior produtividade de grãos, em comparação à ureia comum.

A recomendação para a aplicação de ureia no cultivo de arroz irrigado no sul do Brasil preconiza o parcelamento das doses, procurando sincronizar as aplicações do fertilizante às fases de maior demanda nutricional pelo arroz. A literatura afirma que com o uso de fertilizantes de liberação controlada, o parcelamento é dispensado. No entanto, estes fertilizantes são formulados para culturas de sequeiro, onde o solo é mantido sob condições aeradas, sem alternância no estado de oxirredução do solo durante o cultivo. Para se tornarem alternativas viáveis, em substituição à ureia no cultivo de arroz irrigado por inundação, há necessidade de desenvolvimento de produtos com formulações específicas do material de recobrimento, adaptadas ao complexo sistema em que se cultiva o arroz irrigado por inundação.

## CONCLUSÕES

Os fertilizantes de liberação controlada não elevam a eficiência agrônômica no uso de N (EAUN), a recuperação aparente de N (RAP N) e a produtividade de grãos de arroz irrigado por inundação contínua ao ser comparado a ureia aplicada de acordo com a recomendação para o cultivo no sul do Brasil.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES, CNPq, EMBRAPA e FAPERGS, pela concessão de bolsa de estudo e de auxílio financeiro para a execução da pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ALVES, K. D.; SANTOS, A. B.; FAGERIA, N. K. Aplicação de nitrogênio em cobertura no arroz irrigado monitorada com o uso do sensor portátil. In: Congresso Brasileiro de Arroz Irrigado, 8., Avaliando cenários para a produção

sustentável de arroz. Anais... Santa Maria: UFSM; Porto Alegre: SOSBAI, 2:1284-1287, 2013.

BOCKMAN, O. C. & OLFS, H. W. Fertilizers, agronomy and N<sub>2</sub>O. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 52:165-170, 1998.

CAIXETA, M. J.; MARTINS, F. A. D.; CONDÉ, A. B.T.; et al. Avaliação do comportamento produtivo da cultivar de Arroz BRSMG Caravera a diferentes fontes e épocas de aplicação de adubação nitrogenada em cultivo irrigado e sequeiro. In: Seminário de Iniciação Científica e Tecnológica, EPAMIG, 10, Belo Horizonte, Anais..., 2013, 1-4 p.

COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. Crop Science, Madison, 40: 436-443, 2000.

DELGADO, J. A.; MOSIER, A. R. Mitigation alternatives to decrease nitrous oxides emissions and urea-nitrogen loss and their effect on methane flux. Journal of Environmental Quality, 25:5:1105-1111, 1995.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B.; STONE, L. F. Manejo do N em arroz irrigado. EMBRAPA Arroz e Feijão, Goiás, 1ª ed., Circular técnica 58, 2003, 4p.

FAGERIA, N. K.; CARVALHO, M. C. S.; SANTOS, A. B.; et al. Eficiência agrônômica de ureia revestida com polímero em arroz de terras altas e de várzea irrigado. In: FERTBIO 2014, Araxá. Anais... Viçosa: SBCS, 2014.

REISSER JR., C.; TIMM, L. C.; TAVARES, V. E. Q. Características do cultivo de pêssegos da região de Pelotas-RS, relacionadas à disponibilidade de água para as plantas. EMBRAPA, Documentos, 240, 2008, 22 p.

SAID, N. F. Effectiveness of sulfur-coated and uncoated urea fertilizers as nitrogen sources for rice. 159 f. Dissertação (Mestre em Ciências), University Putra, Malaysia, 2012.

SAID, F. N. B.; YUSOP, M. K. OAD, F. C. Nutrient uptake, pH changes and yield of rice under slow release sulfur-coated urea fertilizers. Australian Journal of Crop Science, 8:10:1359-1366, 2014.

SCIVITTARO, W. B.; GOMES, A. S. Manejo da água e do nitrogênio em arroz irrigado. EMBRAPA, Comunicado técnico 149, 1ª ed, 2006, 8 p.

SCIVITTARO, W. B.; MACHADO, M. O. Adubação e calagem para a cultura do arroz irrigado. In: GOMES, A. S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. (Ed.). Arroz irrigado no Sul do Brasil. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p. 259-303.

SNYDER, C. S.; SLATON, N. A. Rice production in the United States – An overview. Better Crops, 85:3:1-7, 2001.

SOSBAI. Arroz Irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Itajaí, SC, 2012. 176 p. il. 29. Reunião Técnica da Cultura do Arroz Irrigado, 01 a 03 de agosto de 2012, Gravatal, SC.



STRECK, E. V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D. et al.. Solos do Rio Grande do Sul. 2 ed. revista e ampliada. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008, 222 p.

TAO, Y.; QU, H.; LI, Q.; GU, X.; ZHANG, Y.; LIU, M.; GUO, L.; LIU, J.; WEI, J.; WEI, G.; SHEN, K.; DITTERT, K.; LIN, S. Potential to improve N uptake and grain yield in water saving ground cover rice production system. Field Crop Research, 168:101-108, 2014.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A. et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2 ed. rev. e

ampl., Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, Boletim Técnico de Solos, n. 5, 1995, 174 p.

TRENKEL, M. E. Controlled release and Stabilized Fertilisers in Agriculture. International Fertilizer Industry Association (IFA), Paris, 1997, 151 p.

**Tabela 1** – Nitrogênio acumulado ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), produção de matéria seca das plantas ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), recuperação aparente de N (%), produtividade de grãos de arroz ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) e eficiência agrônômica no uso de N ( $\text{kg kg}^{-1}$ ) no cultivo de arroz irrigado em função do manejo da adubação nitrogenada.

Tratamentos	N acumulado ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	MS ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	RAP N (%)	Produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ )	EAUN ( $\text{kg kg}^{-1}$ )
Testemunha	24,5 <sup>ns</sup>	4504c	-	6573b	-
Ureia	37,8	6955bc	9,6 <sup>ns</sup>	8637a	17,20 <sup>ns</sup>
FNLC <sup>1</sup> cobertura	37,2	6973b	9,2	8199a	13,55
FNLC sulco de plantio	48,6	8356a	18,2	7954a	11,51
CV(%)	29,9	22,2	55,8	12,4	38,4

<sup>1</sup>FNLC - fertilizante nitrogenado de liberação controlada; ns - não significativo; médias seguidas de letras distintas, nas colunas, diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5%.