

# ACÚMULO DE NUTRIENTES E PRODUTIVIDADE DO ARROZ IRRIGADO EM UM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Luiz Gustavo de Oliveira Denardin<sup>1</sup>, Filipe Selau Carlos<sup>1</sup>, Amanda Posselt Martins<sup>2</sup>, Fernanda Gomes Moojen<sup>3</sup>, Dionata Filippi<sup>4</sup>, Artur Rossato Belo<sup>4</sup>, Amanda Ruviaro Palma<sup>4</sup> e Ibanor Anghinoni<sup>5</sup>

Palavras-chave: nutrição, várzea, nutrientes

## INTRODUÇÃO

O Estado do Rio Grande do Sul (RS) é o maior produtor de arroz do Brasil, cultivando-se, anualmente, entre 1,0 e 1,2 milhão de hectares desse cereal, gerando uma produção superior a 8 milhões de toneladas ao ano (CONAB, 2016). No Estado, praticamente 100% do seu cultivo é realizado de forma irrigada, por inundação. Além disso, o sistema de produção predominantemente utilizado se baseia no intenso e frequente revolvimento do solo, onde há efeitos na mudança da dinâmica dos fluxos de carbono (KUKAL et al., 2016), sendo ainda potencializados quando somados ao monocultivo do arroz nesses ambientes (ONO et al., 2015). Sistemas tradicionais como esses têm sido avaliados em diversos continentes, e os estudos têm evidenciado perdas na qualidade do solo, envolvendo tanto atributos químicos (EL-SHAHWAY et al., 2016), quanto físicos (TRAN BA et al., 2016) e biológicos (MARTINS et al., 2017). Assim, o sistema de produção de arroz baseado no monocultivo, com intenso e frequente revolvimento do solo tem afetado a dinâmica de atributos químicos, físicos e biológicos do solo (BADO et al., 2010), com redução das produtividades do arroz ao longo do tempo (CASSMANN et al., 1995; FLINN e DE DATTA, 1984). Nesse contexto os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA), surgem como alternativa de se produzir com maior eficiência, com benefícios na fertilidade e estrutura do solo, aumentos de matéria orgânica e biomassa microbiana (CARVALHO et al., 2010; MORAES et al., 2014). Além disso, a adubação de pastagens de inverno pode otimizar o uso de fertilizantes, a partir da ciclagem de nutrientes proporcionada pelo pastejo, gerando sustentabilidade para o sistema. (ASSMANN et al., 2003; CARVALHO et al., 2010). Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o impacto de um SIPA (plantio direto de arroz e azevém pastejado no inverno), sob diferentes níveis de adubação, sobre nutrição e produtividade do arroz irrigado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Corticeiras, no município de Cristal/RS, em um Planossolo Háptico Eutrófico. Foram utilizados dois sistemas, sendo eles o Sistema Convencional (SC), representando o sistema tradicional de cultivo de arroz irrigado no RS, com revolvimento do solo para preparo e pousio durante o inverno, e um Sistema integrado de produção agropecuária (SIPA), conduzido em semeadura direta com o cultivo de azevém pastejado com bovinos no inverno e arroz no verão. Em ambos os sistemas foram aplicados cinco tratamentos em um delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram determinados em função de diferentes expectativas de resposta da cultura, e corresponderam a diferentes níveis de adubação (em kg ha<sup>-1</sup> de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O), de acordo com SOSBAI (2014): (i) testemunha, sem fertilização; (ii), Baixa expectativa de resposta, com 60-20-20; (iii) Média expectativa de resposta, com 90-30-35; (iv) Alta

<sup>1</sup> Doutorando em Ciência do Solo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Rua Jari, 359,

luiz\_dena@hotmail.com

<sup>2</sup> Pós doutoranda, UFRGS

<sup>3</sup> Doutoranda em Zootecnia, UFRGS

<sup>4</sup> Graduando (a) em agronomia, UFRGS

<sup>5</sup> Professor, UFRGS

expectativa de resposta, com 120-40-50 e (v) Muito alta expectativa de resposta, com 150-50-65. A adubação do fósforo (P) e potássio (K) foi realizada na base, e o nitrogênio (N) foi aplicado 66% em V3-V4, e o restante na diferenciação do primórdio floral (COUNCE et al., 2000). A avaliação do acúmulo de nutrientes foi realizada no estádio R2-R3 da cultura (COUNCE et al., 2000), a partir da coleta de três linhas de 30 cm (subamostras) de plantas. As amostras foram secas em estufa (ar forçado a uma temperatura de 65°C), pesadas com balança analítica, moídas e peneiradas ( $\varnothing = 0,5$  mm). O teor de N, P e K no tecido vegetal foi analisado após digestão química ( $H_2O_2 + H_2SO_4$ ), de acordo com Tedesco et al. (1995). O acúmulo de nutrientes foi calculado usando os dados obtidos de MS, de acordo com a seguinte equação: acúmulo de nutrientes (em  $kg\ ha^{-1}$ ) = teor de nutrientes no tecido (em  $g\ kg^{-1}$ ) x matéria seca da parte aérea (em toneladas  $ha^{-1}$ ). Para avaliação da produtividade foi realizado o mesmo procedimento, no entanto coletando-se três linhas de dois metros cada, após a maturação fisiológica da cultura (R9 – Counce et al., 2000). Após a colheita, os grãos foram trilhados, pesados e corrigidos para a umidade de 13%. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade Shapiro-Wilk ( $p < 0,05$ ). Após isso, os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando significativo ( $p < 0,05$ ), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O acúmulo de nutrientes no estádio R2 / R3 do arroz foi diferente entre os sistemas de produção e os níveis de fertilização (Tabela 1). Para o N, a maior resposta foi obtida com baixo nível de adubação, atingindo um aumento de 65% em relação à testemunha não adubada. No SIPA, apenas os níveis de adubação média e alta apresentaram valores superiores ao tratamento sem adubação. Apesar da tendência de todos os níveis de adubação avaliados serem maiores no SC do que no SIPA, observou-se um aumento no acúmulo de N ( $p < 0,05$ ) somente nos níveis de adubação para uma baixa e alta expectativa de resposta, com o SC absorvendo 52 e 33  $kg\ N\ ha^{-1}$  a mais quando comparado ao SIPA, respectivamente.

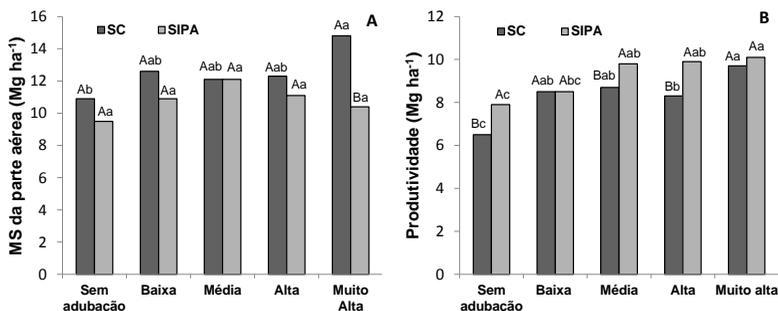
**Tabela 1.** Nitrogênio, fósforo e potássio acumulado na material seca da parte aérea do arroz em estádio R2/R3 em dois sistemas de produção, afetados por diferentes níveis de adubação, segundo distintas expectativas de resposta da cultura.

Sistema de produção	Expectativa de resposta à adubação <sup>(1)</sup>					
	Testemunha	Baixa	Média	Alta	Muito alta	Média
----- Nitrogênio ( $kg\ ha^{-1}$ ) -----						
Convencional	90 Ab	149 Aa	137 Aa	134 Aa	125 Aab	127
Integrado	76 Ab	97 Bab	134 Aa	101 Bab	124 Aa	106
Média	83	133	135	117	124	
----- Fósforo ( $kg\ ha^{-1}$ ) -----						
Convencional	29 Ab	42 Aa	36 Aab	33 Aab	41 Aab	36
Integrado	28 Aa	31 Ba	36 Aa	33 Aa	30 Ba	31
Média	29	36	36	33	36	
----- Potássio ( $kg\ ha^{-1}$ ) -----						
Convencional	179	233	213	189	214	206 A
Integrado	160	190	202	170	194	183 B
Média	169 a	212 a	207 a	180 a	204 a	

(1) De acordo com SOSBAI (2014), sendo (em  $kg\ ha^{-1}$  de  $N-P_2O_5-K_2O$ ): 60-20-20, 90-30-35, 120-40-50 e 150-50-65 para Baixa, Média, Alta e Muito alta expectativas de resposta, respectivamente. Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ): Letras maiúsculas distinguem os níveis de adubação em cada sistema de produção; letras maiúsculas distinguem os sistemas de produção do arroz em cada nível de fertilização.

Para o P, novamente o menor nível de adubação causou a maior resposta, aumentando aproximadamente 45% do acúmulo de P em comparação com o tratamento sem adubação. Houve nesse sistema de produção (SC) comportamento semelhante ao acúmulo de N, com

maiores acúmulos nos tratamentos de 11 kg P ha<sup>-1</sup> no SC em comparação com o SIPA. Quanto ao acúmulo de K, não houve diferenças entre os níveis de adubação, mas efeito simples entre os sistemas de produção: SC acumulando 23 kg ha<sup>-1</sup> de K a mais que o SIPA.



**Figura 1.** Matéria seca (MS) da parte aérea (A) e produtividade (B) do arroz em dois sistemas de produção, submetidos a diferentes níveis de adubação, seguindo diferentes expectativas de resposta da cultura.

Conforme identificado na Figura 1a, os resultados de MS de parte aérea quando não foram semelhantes (média expectativa de resposta), foram superiores no SC quando comparado ao SIPA. Esse resultado corrobora e explica também os maiores acúmulos de N, P e K em geral no SC (Tabela 1), por ser fruto da multiplicação do teor nutricional da planta com a produção de MS da parte aérea. Segundo diversos autores, em sistemas com ausência do revolvimento do solo, aliado a um incremento de produção de palha em superfície em geral há maior imobilização temporária de nutrientes (CHÁVEZ et al., 2011 e GÓMEZ et al., 2012). Desse modo, a exemplo de um mesmo fornecimento de adubação nitrogenada para ambos os sistemas, no estágio V3/V4 da cultura, no SIPA haverá menor disponibilidade de nitrogênio para induzir o perfilhamento, podendo então contribuir para diminuição de MS da parte aérea. Em contraponto, conforme observado pela Figura 1b, a menor produção de MS não refletiu na produtividade, onde o SIPA, quando não demonstrou produtividade semelhante (Baixa expectativa de resposta), produziu sempre maior quantidade de grãos do que o SC. Esse fato resulta do maior aproveitamento dos nutrientes ciclados pela pastagem, e de uma maior quantidade de nutrientes na fração lábil da matéria orgânica (MARTINS et al., 2017) disponibilizados durante todo o ciclo da cultura, indicando vantagem do SIPA em relação a eficiência de uso de nutrientes. Isso demonstra que o arroz no SIPA foi mais eficiente em converter os nutrientes em grãos, quando comparado ao SC, que investiu mais em produção de MS. Esse fato demonstra a importância de construir a fertilidade do solo, minimizando a dependência de insumos externos, como fertilizantes, e garantindo um sistema mais rico, independente e sustentável.

## CONCLUSÃO

Os SIPA apresentam diferentes respostas à adubação quando comparados a sistemas convencionais de cultivo. A semeadura direta e o pastejo no inverno possibilitam maiores produtividades de arroz quando comparado ao sistema convencional, verificado principalmente em situação onde não há o fornecimento de nutrientes. Com menor quantidade de nutriente acumulada, os SIPA apresentam maior produtividade, demonstrando sua maior eco-eficiência, possibilitada, principalmente, pela ciclagem de nutrientes.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimento à Fazenda Corticeiras, pela estrutura cedida e auxílio na condução do experimento e a CAPES e ao CNPq, pelo auxílio financeiro durante o período de estudo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSMANN, T. S. et al. Rendimento de milho em área de integração lavoura-pecuária sob o sistema plantio direto, em presença e ausência de trevo branco, pastejo e nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 4, p. 675-683, 2003.
- BADO, B. V.; AW, A.; NDIAYE, M. Long-term effect of continuous cropping of irrigated rice on soil and yield trends in the Sahel of West Africa. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 88, n. 1, p. 133–141, 2010.
- CARVALHO, P. C. et al. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Dordrecht, v. 88, n. 2, p. 259–273, 2010.
- CASSMAN, K. G. et al., Yield decline and the nitrogen economy of long-term experiments on continuous, irrigated rice systems in the tropics. In: LAL, R.; STEWART, B. A. (Ed.). **Soil management: experimental basis for sustainability and environmental quality**. Boca Raton: CRC Press, 1995. p. 181-222.
- CHÁVEZ, L. F. et al. Diversidade metabólica e atividade microbiana no solo em sistema de integração lavoura pecuária sob intensidades de pastejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, p. 1254-1261, 2011.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries históricas**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 08 mai. 2017.
- COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. An uniform, objective, and adaptive system for expressing rice development. **Crop Science**, New York, v. 40 p. 436-443, 2000.
- EL-SHAHWAY, A. S.; MAHMOUD, M. M. A.; UDEIGWE, T. K. Alterations in soil chemical properties induced by continuous rice cultivation: a study on the arid Nile delta soils of Egypt. **Land Degradation & Development**, Medford, v. 238, p. 231–238, 2016.
- GÓMEZ-REY, M. X.; COUTO-VÁZQUEZ, A.; GONZÁLEZ-PRIETO, S. J. Nitrogen transformation rates and nutrient availability under conventional plough and conservation tillage. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 124, p. 144–152, 2012.
- KUKAL, S. S. et al. Profile distribution of carbon fractions under long-term rice-wheat and maize-wheat production in alfisols and inceptisols of northwest India. **Land Degradation & Development**, Medford, v. 1214, p. 1205–1214, 2016.
- MARTINS, A. P. et al. Short-term Impacts on Soil-quality Assessment in Alternative Land Uses of Traditional Paddy Fields in Southern Brazil. **Land Degradation & Development**, Medford, v. 28, p. 534-542, 2017.
- MORAES, A. et al. Integrated crop-livestock systems in the Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 57, p. 4–9, 2014.
- ONO, K. et al. Environmental controls on fallow carbon dioxide flux in a single-crop rice paddy, Japan. **Land Degradation & Development**, Medford, v. 26, n. 4, p. 331–339, 2015.
- SOSBAI. **Arroz Irrigado: Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. 30. ed. Santa Maria: SOSBAI, 2014. 192 p.
- TRAN BA, L. et al. Effect of cropping system on physical properties of clay soil under intensive rice cultivation. **Land Degradation & Development**, Medford, v. 982, p. 973–982, 2016.