

DISPONIBILIDADE DE NITROGÊNIO MINERAL NO SOLO PARA O ARROZ IRRIGADO CULTIVADO EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA EM PLANTIO DIRETO

Amanda Posselt Martins¹; Luiz Gustavo de Oliveira Denardin²; Filipe Selau Carlos^{2,3}; Ibanor Anghinoni⁴; Leonardo Rodrigues Nunes⁵; Murilo de Lima Coelho⁵; Dionata Filippi⁵

Palavras-chave: arroz, pastagem, pastejo.

INTRODUÇÃO

A cultura do arroz irrigado (*Oryza sativa*) possui uma grande importância econômica e social em todo o mundo, com aproximadamente 165 milhões de hectares cultivados e 745 milhões de toneladas de grãos produzidos (FAOSTAT, 2016). O Brasil é o maior produtor fora do continente asiático e, no contexto brasileiro, o Estado do Rio Grande do Sul (RS) desponta com a produtividade de cerca de 7,0 Mg ha⁻¹ no seu pouco mais de um milhão de hectares cultivados anualmente (SOSBAI, 2016). No entanto, o atual modelo de produção de arroz em terras baixas, tanto no contexto regional como mundial, vem sendo questionado quanto à sua sustentabilidade econômica, social e ambiental (Kumar e Ladha, 2011).

Nesse contexto, alternativas de sistemas de produção mais conservacionistas e sustentáveis, com a adoção de práticas como o plantio direto (PD), a diversificação de culturas e a integração entre a lavoura e a pecuária (sistemas integrados de produção agropecuária – SIPA), vem sendo destacadas para a intensificação sustentável da produção do arroz. Porém, a compreensão do impacto dessas práticas no ambiente de terras baixas e na lavoura arrozeira, ainda é escassa (IRGA, 2017; Martins et al., 2017). A sua adoção pode levar a produtividades variáveis do arroz irrigado e, de acordo com Kumar e Ladha (2011), o maior responsável por isso é o desconhecimento dos efeitos dessas práticas no solo.

Dentre os processos do solo que ocorrem de maneira diferenciada na adoção de sistemas mais conservacionistas, com ausência de revolvimento do solo e aporte contínuo de resíduos, premissas do SIPA, está o ciclo do nitrogênio (N). Essas práticas podem levar a um aumento (em tempo e quantidade) da imobilização, pela biomassa microbiana do solo, desse nutriente (Vargas et al., 2005), cuja disponibilidade e absorção pelas plantas é primordial para a obtenção de altos patamares produtivos na lavoura arrozeira (Freitas et al., 2008), sobretudo nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura. O impacto dessa imobilização do N tende a ser maior quanto maior a matéria seca (MS) produzida e a relação entre carbono e N do resíduo da cultura antecessora (Amado et al., 2002).

Assim, hipotetiza-se que, em terras baixas, a adoção de SIPA em PD, com aporte de resíduos da fase pastagem hiberna para a cultura do arroz irrigado em sucessão, irá causar uma diminuição da disponibilidade do N mineral no solo, quando comparado ao sistema tradicional de cultivo com preparo do solo e ausência de alto aporte de resíduos de culturas hibernas. Essa dinâmica diferenciada do N no sistema pode requerer, por sua vez, um manejo diferenciado da adubação nitrogenada na lavoura arrozeira. Por isso, o objetivo do presente estudo foi avaliar a disponibilidade do N mineral no solo até a entrada da lâmina de água para o arroz irrigado cultivado em sucessão a três anos de diferentes arranjos de SIPA em PD, no ambiente de terras baixas do RS.

MATERIAL E MÉTODOS

¹ Pós-Doutoranda, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Av. Bento Gonçalves nº 7712, Porto Alegre/RS, amanda.posselt@ufrgs.br.

² Doutorando em Ciência do Solo, UFRGS.

³ Pesquisador, IRGA.

⁴ Professor, UFRGS. Consultor, Instituto Rio-Grandense do Arroz (IRGA).

⁵ Graduando em Agronomia, UFRGS.

O estudo foi conduzido na Fazenda Corticeiras, localizada no município de Cristal/RS, Brasil (31°37'13"S, 52°35'20"O, 28 m de altitude). O clima caracteriza-se como subtropical úmido (Cfa), de acordo com a classificação de Köppen. A temperatura e a precipitação média anual é de 18,3°C e de 1.522 mm, respectivamente. A área, de aproximadamente 18 hectares, é caracterizada por um relevo bastante plano. O solo é um Planosso Háplico Eutrófico (Embrapa, 2013), de textura franco-argilo-arenosa (24, 23 e 53% de argila, silte e areia, respectivamente).

A área experimental vinha sendo cultivada desde a década de 1960, alternando a cultura do arroz irrigado com períodos de pousio. Antes da instalação do experimento, o último cultivo de arroz foi em 2009. Em março de 2013, imediatamente antes do experimento ser estabelecido, o solo foi coletado (*grid* de 2.000 m²) e procedeu-se a aplicação de 4,5 Mg ha⁻¹ de calcário (PRNT 70%), de acordo com a SOSBAI (2012), para elevar até 6,0 o pH do solo da camada de 0-20 cm. Os tratamentos consistiram de quatro sistemas de produção de arroz irrigado com diferentes combinações de preparo do solo, diversidade de culturas (no tempo e no espaço) e intensidade de cultivo do arroz (no tempo), ao longo dos invernos de 2013 a 2016 e dos verões de 2013/2014 a 2016/2017, conforme apresentado na Tabela 1. As culturas utilizadas são o arroz, o azevém (*Lolium multiflorum*), o cornichão (*Lotus corniculatus*), a soja (*Glycine max*) e o trevo-branco (*Trifolium repens*). O Tratamento 1 (T1) é considerado a testemunha e, os demais (T2, T3 e T4), diferentes variações de SIPA preconizados no contexto da lavoura arroseira (Tabela 1). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições, com parcelas variando de 0,8 a 1,5 hectares.

Tabela 1. Tratamentos (sistemas de produção de arroz irrigado) do experimento conduzido na Fazenda Corticeiras (Cristal/RS)

Abrev.	Manejo do solo	Culturas do sistema de produção ⁽¹⁾			
		Inverno 2013 / Verão 2013/14	Inverno 2014 / Verão 2014/15	Inverno 2015 / Verão 2015/16	Inverno 2016 / Verão 2016/17 ⁽²⁾
T1	Preparo antecipado	P/Ar	P/Ar	P/Ar	P/Ar
T2	Plantio direto	Az/Ar	Az/Ar	Az/Ar	Az/Ar
T3	Plantio direto	Az/Sj	Az/Ar	Az/Sj	Az/Ar
T4	Plantio direto	Az+Cr+Tb / Cs	Az+Cr+Tb / Cs	Az+Cr+Tb / Cs	Az+Cr+Tb / Ar

(Ar = arroz; Az = azevém pastejado; Cr = cornichão pastejado; Cs = campo de sucessão pastejado; P = pousio; Sj = soja; Tb = trevo branco pastejado).

⁽¹⁾ O pastejo das espécies forrageiras foi realizado por bovinos de corte jovens. ⁽²⁾ Safra agrícola de verão (arroz irrigado) onde foram realizadas as avaliações do presente estudo.

Na safra agrícola de verão 2016/2017, todos os sistemas testados foram cultivados com a cultura do arroz irrigado (Tabela 1) e procedeu-se as avaliações referentes ao presente estudo. O aporte acumulado de N via fertilizante, durante os três anos anteriores, foi de 460, 960, 680 e 800 kg N ha⁻¹ para os sistemas de produção T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Os sistemas de produção T2, T3 e T4 tiveram a sua pastagem dessecada no dia 29/09/2016. A produção de matéria seca (MS) das culturas do inverno de 2016 (Tabela 1) média foi de 0,11±0,03, 3,06±0,39, 2,82±0,53 e 2,18±0,50 Mg ha⁻¹ para o T1, T2, T3 e T4 (média ± erro padrão), respectivamente. O arroz irrigado foi semeado um mês após a dessecação, no dia 31/10/2016. De modo geral, o manejo da cultura do arroz foi realizado seguindo as recomendações técnicas da cultura (SOSBAI, 2016), visando uma expectativa de resposta Muito Alta à adubação. A primeira adubação, com adubo fosfatado e potássico, foi realizada aos 18 dias após a semeadura (DAS), com aplicação de 70 kg P₂O₅ ha⁻¹ e 80 kg K₂O ha⁻¹. A segunda adubação, com adubo nitrogenado e potássico, foi realizada aos 40 DAS, com aplicação de 60 kg N ha⁻¹ e 40 kg K₂O ha⁻¹. A entrada da lâmina de água foi realizada um dia após esta adubação (aos 41 DAS).

As determinações do N mineral do solo [nitrato (NO₃) + nitrito (NO₂) + amônio (NH₄⁺)] foram realizadas aos 7, 19, 26 e 43 DAS do arroz irrigado. Para isso, a camada de 0-5 cm do solo foi coletada, com o auxílio de um trado calador. Em cada parcela, para a

composição de uma amostra, foram coletadas três subamostras. Após a coleta, as amostras foram mantidas refrigeradas e trazidas para laboratório. No laboratório, a amostra do solo foi dividida em duas e pesada. A primeira porção foi destinada à análise da umidade do solo (secagem a 105°C) e a segunda porção à análise do N mineral, de acordo com Tedesco et al. (1995). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e, quando significativa ($p < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A disponibilidade de N mineral no solo foi afetada pela época de coleta do solo, sendo diferente conforme o estágio de desenvolvimento do arroz irrigado (Figura 1). De modo geral, houve um acréscimo do N disponível à cultura com o aumento dos DAS, cujos valores médios, entre os sistemas de produção avaliados, foram de 15, 44, 43 e 58 kg N ha⁻¹ aos 7, 19, 26 e 43 DAS, apenas na camada de 0-5 cm do solo. A primeira coleta (7 DAS) diferenciou-se da segunda e da terceira coleta. Estas, por sua vez, foram menores do que a quarta (e última) coleta, que ocorreu poucos dias após a aplicação de 60 kg N ha⁻¹ e a entrada da lâmina de água.

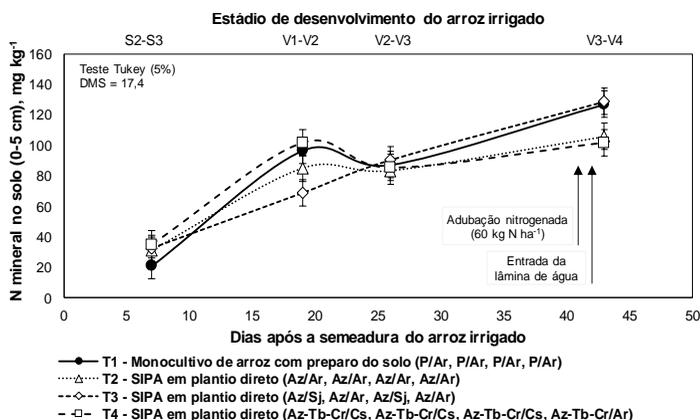


Figura 1. Nitrogênio (N) mineral no solo ao longo do ciclo do arroz irrigado (safrinha 2016/2017) cultivado em sucessão a diferentes sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA), em plantio direto durante três anos (Ar = arroz; Az = azevém pastejado; Cr = cornichão pastejado; Cs = campo de sucessão pastejado; P = pousio; Sj = soja; Tb = trevo branco pastejado). DMS = diferença mínima significativa entre as médias ($p < 0,05$).

Contrariando a hipótese original, a diferença na disponibilidade do N mineral do solo para o arroz irrigado, entre os diferentes sistemas de produção avaliados, só ocorreu na segunda e na quarta coleta (19 e 43 DAS, respectivamente) (Figura 1). E, mesmo nessas coletas, não foi apresentado um padrão no comportamento do N mineral [e.g., quanto mais MS do resíduo do inverno anterior ($T2 > T3 > T4 \gg T1$), maior a imobilização e menor o N mineral]. Aos 19 DAS, o T3 apresentou menor teor do que o T1 e o T4, com o T2 apresentando valores intermediários. No entanto, essa tendência desapareceu aos 26 DAS (teor similar em todos os sistemas = 87 mg kg⁻¹) e se inverteu aos 43 DAS, quando o T3 apresentou maiores teores do que o T2 e o T4, sendo similar à referência T1.

Os SIPA, quando bem manejados, são capazes de explorar sinergismos entre os componentes do sistema (solo, planta, animal, atmosfera), que resultam em propriedades emergentes (Moraes et al., 2014). De fato, o que ocorre é que, no momento em que a fase pastagem do SIPA é manejada como uma “lavoura de carne”, recebendo o devido manejo –

sobretudo de adubação, como foi o caso do presente estudo –, além do retorno direto no ganho de peso dos animais pela maior produção da espécie forrageira, há também o ganho do sistema como um todo (Anghinoni et al., 2013). Esse foi o caso do presente estudo, onde a provável explicação para a ausência de diferenças entre os SIPA (T2, T3 e T4) e o sistema tradicional de cultivo do arroz (T1) é o provável maior estoque de N na matéria orgânica do solo, pela maior entrada desse nutriente, na forma de adubo, nesses sistemas. Além disso, essa também é a explicação mais plausível para a dinâmica diferenciada do T3 em comparação aos demais sistemas, que recebeu bem menos N via adubo do que os demais SIPA (680 kg N ha⁻¹ vs., em média, 880 kg N ha⁻¹), por contar com a cultura da soja na rotação de verão (Tabela 1).

CONCLUSÃO

No geral, não ocorre menor disponibilidade de N mineral durante os estádios iniciais de desenvolvimento do arroz irrigado (até a entrada da lâmina de água) cultivado após três anos de diferentes arranjos de SIPA em PD bem manejados (adubação de N na fase pastagem), comparativamente ao sistema tradicional de cultivo (com pousio e preparo do solo).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGHINONI, I. et al. Abordagem sistêmica do solo em sistemas integrados de produção no subtropical brasileiro. **Tópicos em Ciência do Solo**, Viçosa, v. 8, p. 325-380, 2013.
- AMADO, T. J. C. et al. Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de culturas de cobertura do solo, sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, p. 241-248, 2002.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2013.
- FAOSTAT. **Food and agriculture organization of the United Nations statistics: production / crops – rice, paddy – world – 2016**: Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 26 mai. 2017.
- FREITAS, T. F. S. et al. Produtividade de arroz irrigado e eficiência da adubação nitrogenada influenciadas pela época da semeadura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 2397-2405, 2008.
- IRGA. **Soja 6000, Manejo para alta produtividade em terras baixas**. Porto Alegre, RS: Gráfica e Editora RJR, 2017.
- KUMAR, V.; LADHA, J. K. Direct seeding of rice: recent developments and future research needs. **Advances in Agronomy**, Madison, v. 111, p. 297-413, 2011.
- 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 Brazilian subtropics. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v. 57, p. 4-9, 2014.
- SOSBAI. **Arroz Irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil**. Itajaí, SC: SOSBAI, 2012.
- SOSBAI. **Arroz Irrigado: Recomendações Técnicas da Pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas, RS: SOSBAI, 2016.
- TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre/RS: UFRGS, 1995.
- VARGAS, L. K. et al. Imobilização de nitrogênio em solo cultivado com milho em sucessão à aveia preta nos sistemas plantio direto e convencional. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, p. 76-83, 2005.