

# INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA EM TERRAS BAIXAS: CONTRIBUIÇÃO PARA O AUMENTO DOS TEORES DE FÓSFORO E POTÁSSIO PARA O ARROZ IRRIGADO

Marina Buchain<sup>1</sup>; Iuri Rossi<sup>2</sup>; Tiago Cereza<sup>2</sup>; Felipe Carmona<sup>3</sup>; Ibanor Anghinoni<sup>4</sup>; Luiz Gustavo de Oliveira Denardin<sup>5</sup>; Amanda Posselt Martins<sup>4</sup>; Filipe Selau Carlos<sup>6</sup>

Palavras-chave: ciclagem de nutrientes, sistemas integrados de produção, *Oryza sativa*.

## INTRODUÇÃO

O Arroz é a base alimentar de cerca de 4,4 bilhões de pessoas no mundo e estima-se que o aumento da demanda desse cereal até 2050 seja de 20-30% (IRRI, 2016). Na agricultura moderna são frequentes os problemas decorrentes da especialização dos cultivos e simplificação do manejo das culturas desencadeando em inúmeros eventos de contaminação de mananciais hídricos, aumento da emissão de gases de efeito estufa, erosão e degradação do solo e perda de biodiversidade (LEMAIRE et al., 2011). Nesse cenário, os sistemas integrados de produção agropecuária são alternativas sustentáveis de produção, que buscam sinergismo entre a produção de alimentos, energia, fibra e a qualidade ambiental (Lemaire et al., 2014).

A nutrição é um elemento chave para a produção de alimentos. Contudo, no Sul do Brasil, os solos são, na grande maioria, de baixa fertilidade natural (STRECK et al., 2008). O uso de práticas conservacionistas como cobertura do solo e adoção da semeadura direta é incomum nessas áreas, refletindo consequentemente na fertilidade do solo e no desenvolvimento e produtividade das culturas (SOSBAI, 2016).

A inserção do animal no sistema estimula inúmeras melhorias no sistema solo-planta-animal (ANGHINONI; CARVALHO; COSTA, 2013). Uma das premissas para o sucesso da integração lavoura-pecuária (ILP) é a adoção da semeadura direta, prática conservacionista que possibilita o aumento do estoque de carbono orgânico no solo (ASSMANN et al., 2014). Sob esse sistema de cultivo do solo e uma pastagem manejada com adequados níveis de fertilizantes e de ajuste da altura de pastejo, a ILP tem se mostrado uma estratégia muito eficiente na produção de alimentos (grãos e carne) com melhorias nas propriedades do solo (ANGHINONI; CARVALHO; COSTA 2013).

Os animais em pastejo funcionam como catalisadores da ciclagem de nutrientes, sendo os principais macronutrientes ciclados o nitrogênio (N), o fósforo (P) e o potássio (K) (CARVALHO et al., 2010). Essa maior ciclagem de nutrientes pode ocorrer principalmente pela ação enzimática da biota ruminal sobre a biomassa vegetal ingerida, liberando parte dos nutrientes para o metabolismo dos ruminantes e outra parte prontamente disponível sendo liberada para o solo na forma de esterco e urina (Anghinoni et al., 2013). Em solos sob ILP a disponibilidade de nutrientes aumenta também devido à maior produção de biomassa vegetal das forrageiras pastejadas. O pastejo também estimula a quebra da dominância apical das *Poaceae* (gramíneas) e estimula o rebrote com maior produção de biomassa tanto da parte aérea quanto do sistema radicular, contribuindo para o aumento da adição de carbono ao solo comparado a sistemas conduzidos com coberturas de solo sem pastejo.

A rotação de culturas com leguminosas como a soja e a inserção de leguminosas de

---

<sup>1</sup> Graduanda em agronomia, Universidade Luterana do Brasil, Bolsista de iniciação científica IRGA, Avenida Bonifácio Carvalho Bernerdes, 1494, Cachoeirinha-RS, marina.buchain@outlook.com.

<sup>2</sup> Graduando em Agronomia, Universidade Luterana do Brasil.

<sup>3</sup> Doutor, Universidade Luterana do Brasil.

<sup>4</sup> Doutor (a), Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

<sup>5</sup> Mestre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

<sup>6</sup> Mestre, Instituto Rio Grandense do Arroz.

inverno como trevo branco e cornichão tornam a ILP ainda mais rica. Além de serem plantas leguminosas, que têm por excelência a capacidade de realizar fixação simbiótica de N, essas culturas inserem mais diversidade ao solo, pois possuem menor relação C:N, havendo menor imobilização no processo de mineralização no solo comparado às gramíneas.

A adoção das práticas supracitadas em áreas de arroz, tendo como base sistemas conservacionistas, é fundamental, visto que a grande maioria das lavouras de arroz no Sul do Brasil recebem preparo de solo anualmente (SOSBAI, 2016).

Assim, a integração do cultivo de arroz com o pastejo sob plantio direto é um sistema de produção que pode aumentar a disponibilidade de formas lábeis de carbono e nutrientes, refletindo no aumento da biomassa microbiana e conseqüentemente na maior atividade de enzimas extracelulares do solo.

Dessa forma, esse estudo teve como objetivo avaliar os teores de P e K na solução do solo no cultivo de arroz irrigado em diferentes sistemas integrados de produção sob plantio direto no subtropical brasileiro.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi iniciado em 2013 em Cristal-RS. O solo é classificado como Planossolo Háplico eutrófico típico (EMBRAPA, 2006). Os tratamentos utilizados no protocolo experimental consistem em cinco sistemas organizados em um delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições e semelhantes aos cenários de produção agropecuária nos solos de terras baixas do Rio Grande do Sul. As unidades experimentais são parcelas que possuem tamanho variável de 0,7 a 1,4 ha. O princípio dos tratamentos consiste em níveis de intensidade e diversificação de cultivos (Tabela 1).

**Tabela 1.** Tratamentos estabelecidos no experimento desde 2013 com as culturas estabelecidas no período de outono/inverno e primavera/verão até o ano agrícola de 2016.

| Trat.     | 2013                                     |                         | 2014                                     |                         | 2015                                     |                         | 2016                                     |                         |
|-----------|--|-------------------------|--|-------------------------|--|-------------------------|--|-------------------------|
|           | outono/<br>inverno                       | primav/<br>verão        | outono/<br>inverno                       | primav/<br>verão        | outono/<br>inverno                       | primav/<br>verão        | outono/<br>inverno                       | primav/<br>verão        |
| <b>T1</b> | Pousio                                   | Arroz                   | Pousio                                   | Arroz                   | Pousio                                   | Arroz                   | Pousio                                   | Arroz                   |
| <b>T2</b> | Azev<br>(pastejo)                        | Arroz                   | Azev<br>(pastejo)                        | Arroz                   | Azev<br>(pastejo)                        | Arroz                   | Azev<br>(pastejo)                        | Arroz                   |
| <b>T3</b> | Azev<br>(pastejo)                        | Soja                    | Azev<br>(pastejo)                        | Arroz                   | Azev<br>(pastejo)                        | Soja                    | Azev<br>(pastejo)                        | Arroz                   |
| <b>T4</b> | Azev<br>+ TB<br>(pastejo)                | Capim<br>Sudão          | Azev<br>+ TB<br>(pastejo)                | Soja                    | Azev<br>+ TB<br>(pastejo)                | Milho                   | Azev<br>+ TB<br>(pastejo)                | Arroz                   |
| <b>T5</b> | Azev<br>+ TB +<br>Cornichão<br>(pastejo) | Campo<br>de<br>Sucessão |

À exceção do Sistema 1, que sempre é preparado convencionalmente entre os cultivos de arroz, os demais tratamentos são conduzidos em sistema de plantio direto.

Para amostragem da solução do solo foram instalados 3 coletores de solução do solo por parcela, distribuídos aleatoriamente e alocados a 5 cm de profundidade. Os coletores consistiram de tubos de PVC de 25 mm de diâmetro com 50 mm de comprimento, revestidos por tela de náilon nas extremidades. Nesse tubo foi inserida uma mangueira de PVC de 5 mm de diâmetro. Pela extremidade superior da mangueira, extraíram-se 40 mL de solução, utilizando-se uma seringa de 20 mL. As coletas de solução do solo foram realizadas nos anos agrícolas 2014/15, 2015/16 e 2016/17 a partir do primeiro dia após o alagamento (DAA), até cerca de 70 DAA, com intervalo médio de sete dias entre as coletas, e de 15 dias nas últimas duas coletas. Após coletadas, as amostras eram encaminhadas imediatamente para o laboratório onde eram acidificadas com três gotas de HCl 5%, filtradas e os teores de P determinados por espectrofotometria visível e os teores de K determinados por espectrofotometria de absorção atômica (Tedesco et al., 1995). Os dados

foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e quando se obteve diferença significativa ( $p < 0,05$ ), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adoção dos sistemas integrados em terras baixas (SITB) influenciou significativamente os teores de P na solução do solo cultivado com arroz irrigado. Esses aumentos são evidenciados claramente até os primeiros 40 dias de estabelecimento da irrigação nos anos agrícolas 2014/15 e 2015/16 (Figuras 1a e 1b). No ano agrícola 2016/17 as diferenças entre os SITB e o monocultivo de arroz irrigado (T1) evidenciaram-se até os primeiros 30 dias de irrigação da cultura (Figura 1c). Nos anos agrícolas de 2014/15 e 2016/17 os teores de P no T1 não ultrapassaram  $0,3 \text{ mg L}^{-1}$ , enquanto que os demais tratamentos sob SITB apresentaram disponibilidade de P variando de  $0,2$  a  $1,0 \text{ mg L}^{-1}$  nos primeiros 20 dias de alagamento. Em 2015/16 os teores de P tiveram uma maior disponibilidade, quando comparado aos demais anos. Contudo, em boa parte das avaliações, até os 40 dias iniciais de alagamento os teores de P do T2 foram superiores ao T1, indicando a eficiência da ciclagem de nutrientes e eficiência da passagem de nutrientes da fase da pastagem para o arroz quando se tem um pasto bem manejado (CARVALHO et al., 2010).

O comportamento K, por sua vez, foi superior nos tratamentos SITB durante praticamente todo o período de avaliação da safra 2014/15, com teores variando de  $5$  a  $20 \text{ mg L}^{-1}$  do T2 e T3 em relação ao T1 (Figura 1d). Em 2015/16 a diferença significativa dos teores de K foi observada até os primeiros 20 dias de irrigação (Figura 1e) e no último ano agrícola as maiores disponibilidades significativas de K na solução do solo alagado sob SITB foram evidenciadas nos primeiros 30 dias de irrigação (Figura 1f).

## CONCLUSÃO

A adoção de sistemas integrados com pecuária de corte e rotação de culturas sob plantio direto são importantes no aumento da disponibilidade de P e K para a cultura do arroz irrigado. A maior disponibilidade desses nutrientes demonstra a eficiência da adoção desses sistemas como alternativas de se alcançar maior sustentabilidade econômica e ambiental dos solos arrojados, tendo como base a ciclagem de nutrientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. D. F.; COSTA, S. E. V. G. DE A. Abordagem sistêmica do solo em Sistemas Integrados de Produção Agrícola e Pecuária no subtropico brasileiro.

**Revista Brasileira de Ciencia do Solo**, v. 8, n. 2, p. 325–380, 2013.

ASSMANN, J. M. et al. Soil carbon and nitrogen stocks and fractions in a long-term integrated crop-livestock system under no-tillage in southern Brazil. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 190, 2014.

CARVALHO, P. C. DE F. et al. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 88, n. 2, p. 259–273, 2010.

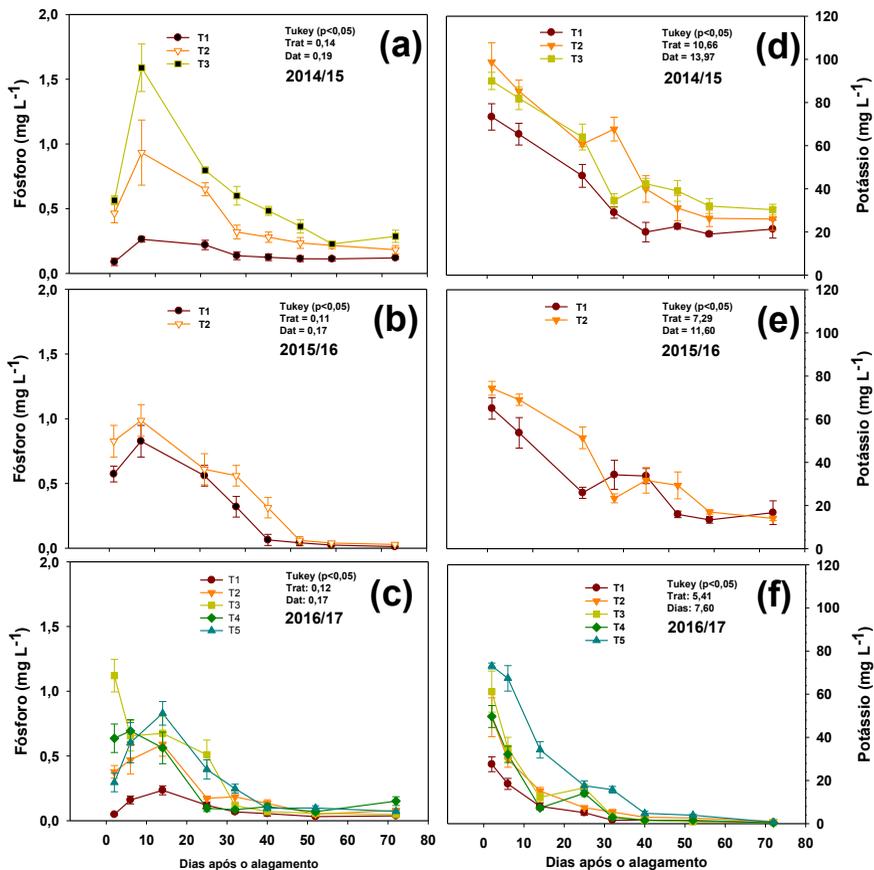
IRRI. **Rice facts**. Disponível em: <<http://irri.org>>. Acesso em: 22 ago. 2016.

LEMAIRE, G. et al. Integrated crop–livestock systems: Strategies to achieve synergy between agricultural production and environmental quality. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 190, p. 4–8, jun. 2014.

SOSBAI. **Arroz Irrigado - Recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Bento Gonçalves: [s.n.].

STRECK, E. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: Emater-RS: [s.n.].

TEDESCO, M. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre-RS, Brazil: [s.n.].



**Figura 1.** Teores de fósforo (A,B e C) e potássio (D, E e F) na solução de um Planossolo conduzido sob diferentes sistemas de integração arroz pecuária de corte, nos anos agrícolas 2014/15, 2015/16 e 2016/17. T1: arroz contínuo com pousio no inverno, T2: arroz contínuo com pastejo sobre azevém no inverno, T3: rotação arroz/soja com pastejo sobre azevém no inverno, T4: rotação arroz/soja/milho com pastejo sobre azevém e trevo branco no inverno e T5: arroz cultivado em sucessão a três anos de azevém, cornichão e trevo branco no inverno e campo de sucessão no verão. Teste de Tukey (p<0,05). Barras verticais indicam o desvio padrão.