



As atuais recomendações de adubação para o arroz irrigado no Rio Grande do Sul são válidas em sistemas integrados de produção agropecuária?⁽¹⁾.

Felipe de Campos Carmona⁽²⁾; Célio Pescador Mezzari⁽³⁾; Ibanor Anghinoni⁽⁴⁾; Paulo Cesar de Faccio Carvalho⁽⁴⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do CNPq (Edital Universal, processo nº 483157/2011-2).

⁽²⁾ Pesquisador; Universidade Federal do Rio Grande do Sul; Porto Alegre, RS; felipe.c.carmona@gmail.com; ⁽³⁾ Estudante; Universidade Federal de Santa Catarina; ⁽⁴⁾ Professor; Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

RESUMO: A cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul vem apresentando expressivo crescimento de produtividade nos últimos anos devido à melhoria nas práticas de manejo por parte dos produtores, especialmente no que tange ao uso de fertilizantes. Entretanto, a maior parte das curvas de resposta que deram origem às atuais recomendações de adubação não contempla os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPAs) vigentes em algumas regiões orizícolas do Estado. O presente estudo teve como objetivo avaliar a eficácia das recomendações de adubação para a cultura do arroz irrigado em SIPAs, em diferentes classes de solos de várzea no Rio Grande do Sul. O trabalho foi executado na safra 2012/13, em quatro propriedades rurais do Estado, com diferentes espécies hibernais sob pastejo animal. Nestas áreas, foi feita a recomendação de adubação com base em análises prévias do solo, sendo que os tratamentos constaram de frações das doses recomendadas. Ao final do ciclo de cultivo, foram determinadas as frações de máxima eficiência técnica (FMET) e econômica (FMEE) dos fertilizantes NPK, assim como os incrementos de rendimento e lucro líquido proporcionados pelas FMEE. Os resultados demonstram que a resposta do arroz a adubação é menor quando esta cultura está inserida em SIPAs, o que demanda estudos de calibração específicos para estes modelos de produção, com vistas a maior retorno econômico e menor impacto sobre o ambiente.

Termos de indexação: SIPA, SOSBAI, Camaquã.

INTRODUÇÃO

A cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul vem apresentando expressivo crescimento de produtividade nos últimos anos, o que se deve, principalmente, à melhoria nas práticas de manejo. O rendimento médio recorde, de cerca de 7,6 Mg ha⁻¹ na safra 2010/11, comparada à de 5,5 Mg ha⁻¹ em 2001/02 (CONAB, 2013), é reflexo desse novo panorama, sendo que boa parte do incremento do rendimento resulta das recomendações de

adubação para a cultura (SOSBAI, 2012). A eficácia dessas recomendações, baseadas em uma rede de experimentos realizados em diversos locais, anos e tipos de solo, é considerada consistente e de alto retorno econômico (Genro Jr. et al., 2010).

Entretanto, a maior parte das curvas de resposta que deram origem às atuais recomendações foi realizada em solos com preparo antecipado de outono, sem a introdução de espécies de cobertura de inverno e no sistema de sucessão arroz-pousio-arroz. Tais recomendações, que dependem da expectativa de resposta do arroz à adubação, podem chegar a valores elevados, de 150, 70 e 135 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente, para os casos de nutrientes do solo na classe Baixo e expectativa de resposta Muito alta à adubação (SOSBAI, 2012). Embora esse modelo de produção abranja grande parte das lavouras do Estado, não contempla os sistemas integrados de produção vigentes nas regiões orizícolas denominadas Zona Sul, Campanha e Fronteira Oeste. Nestas regiões, a adoção de sistemas integrados de produção agropecuária é comum, sendo que, em muitos casos, áreas aptas ao cultivo de arroz são cultivadas por dois a seis anos consecutivos com espécies forrageiras de inverno e de verão, até serem cultivadas novamente com arroz irrigado.

Nesses casos, mesmo que os resultados de análise do solo indiquem a necessidade de determinada quantidade de N-P-K, o atual sistema de recomendação de adubação para o arroz irrigado superestima a quantidade de fertilizantes a aplicar, o que leva, por exemplo, à ocorrência de acamamento e doenças no arroz, dois efeitos típicos de excesso de N da adubação, caracterizando menor eficiência de uso dos fertilizantes, com potencial impacto ambiental negativo.

Essa limitação da análise do solo como critério para a adubação do arroz pode ser devido a não identificação do potencial e da cinética de liberação dos nutrientes contidos tanto no tecido das espécies forrageiras antecessoras, quanto no esterco bovino, ao longo do ciclo do arroz em sucessão. Neste sentido, torna-se importante, por parte da pesquisa e da extensão, a produção e a popularização de informações que assegurem tomadas de decisão



mais precisas, por parte dos técnicos e produtores, quanto à recomendação de adubação para o arroz irrigado, quando esta cultura está inserida em sistemas integrados de produção agropecuária.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a resposta da cultura do arroz às atuais recomendações de adubação para a cultura (SOSBAI, 2012) em sistemas integrados de produção agropecuária, em diferentes classes de solo do Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na safra agrícola 2012/13, em propriedades privadas localizadas em quatro das seis regiões orizícolas do Rio Grande do Sul, nos municípios de Dom Pedrito, Uruguaiiana, Mostardas e Camaquã, em diferentes classes de solo e com intensidades variáveis de rotação com o arroz (**Tabela 1**).

As áreas experimentais vinham sendo conduzidas sob pastejo de bovinos de corte. Previamente à semeadura do arroz, os animais foram retirados das áreas e a cobertura vegetal foi dessecada com herbicida de ação total. Antes da dessecação, e para fins de recomendação de adubação para a cultura do arroz, foram coletadas amostras de solo, na camada de 0 – 20 cm, em uma área de 384 m² (32 x 12 m), equivalente à área experimental cultivada com arroz irrigado, em cada um dos quatro locais. Nessas amostras, foram analisados o pH em água e os teores de argila, matéria orgânica, P e K disponíveis (Mehlich 1), Ca e Mg trocáveis (KCl 1,0 mol L⁻¹) e capacidade de troca de cátions (CTC_{pH7,0}), seguindo metodologia proposta por Tedesco et al. (1995). Os resultados das análises foram utilizados para a recomendação de adubação do arroz cultivado em sucessão (SOSBAI, 2012).

Tabela 1. Classe de solo, período sem o cultivo de arroz e histórico de uso do solo nos locais estudados

| Local | Classe de solo | Período sem arroz | Histórico de cultivo |
|-------------|------------------------|-------------------|------------------------------------|
| Camaquã | Planossolo Háplico | 2 anos | Trevo branco + azevém ¹ |
| Dom Pedrito | Chernossolo Argilúvico | 5 anos | Trevo branco + azevém ¹ |
| Mostardas | Planossolo Háplico | 10 anos | Campo nativo |
| Uruguaiiana | Neossolo Litólico | 16 anos | Campo Nativo |

¹Campo de sucessão no verão, após final de ciclo das espécies hibernais.

Em cada local foram aplicados cinco tratamentos, referentes à adubação de base e de cobertura na cultura do arroz. Os tratamentos foram

relacionados à recomendação de adubação para Alta ou Muito alta expectativa de resposta do arroz, em função da cultivar e o manejo utilizados, conforme SOSBAI (2012), sendo representada em frações proporcionais em relação à dose recomendada pela interpretação da análise de solo (**Tabela 2**): **T1** – testemunha, sem adubação; **T2** – 25% da dose recomendada; **T3** – 50% da dose recomendada; **T4** – 75% da dose recomendada e **T5** – 100% da dose recomendada (**Tabela 3**). As variedades utilizadas foram IRGA 424 (cultivar de ciclo médio, com expectativa Muito alta de resposta à adubação), em Mostardas, Camaquã e Uruguaiiana; e Puitá INTA CL (cultivar de ciclo precoce, com expectativa Alta de resposta a adubação), em Dom Pedrito.

Os fertilizantes de base (P₂O₅, na forma de superfosfato triplo; e K₂O, na forma de cloreto de potássio) foram aplicados a lanço logo após a semeadura, nas frações correspondentes a cada tratamento. A adubação de cobertura (N, na forma de uréia) foi aplicada em duas ocasiões, sendo 66% no estágio V₃-V₄, imediatamente antes da inundação definitiva e 34% no estágio V₈ (Counce et al., 2000). A semeadura nos quatro locais foi realizada entre a segunda quinzena de outubro e a primeira de novembro de 2012, no sistema de semeadura em solo seco, na densidade de 100 kg ha⁻¹ de sementes e espaçamento entre linhas de 17,5 cm. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, com três repetições. As parcelas tiveram a dimensão de 10 x 2 m (20 m²), com espaçamento de 0,5 m entre parcelas.

Tabela 2. Teor de argila e características químicas dos solos nos diferentes locais.

| Local | Argila ---- g kg ⁻¹ ---- | MO | P --mg dm ⁻³ -- | K | CTC _{pH 7,0} cmolc dm ⁻³ |
|-------------|--|----|-------------------------------|----|---|
| Camaquã | 150 | 16 | 7,5 | 35 | 8,9 |
| Dom Pedrito | 160 | 29 | 9,7 | 67 | 20 |
| Mostardas | 130 | 14 | 19 | 59 | 4,7 |
| Uruguaiiana | 190 | 25 | 3,9 | 52 | 28 |

Ao final do ciclo da cultura, foi avaliado o rendimento de grãos. Foi colhida uma área de 10 m² e, após a trilha mecanizada, a massa de grãos foi determinada com umidade corrigida para 130 g kg⁻¹. Os resultados de rendimento de grãos em função da adubação nos diferentes locais foram submetidos à análise de regressão utilizando-se equações polinomiais de segundo grau (dados não apresentados).

A partir das funções de produção, foram calculadas as frações percentuais de máxima



eficiência técnica (FMET) e econômica (FMEE) (Tisdale et al., 1993), em relação a dose recomendada pelo critério da SOSBAI (2012) da combinação de N-P-K, em cada um dos locais estudados, assim como o incremento de rendimento proporcionado pela FMET e FMEE (IFMET e IFMEE, respectivamente). O cálculo dos percentuais foi definido pelo preço do insumo variável (Tabela 2) e do arroz em casca (R\$ 613,00 Mg⁻¹), no mês de abril de 2013. O custo total da adubação em cada local, referente ao T5, foi calculado pelos preços dos fertilizantes no mês de abril de 2013 (Tabela 3). Foram considerados os valores de ureia (R\$ 1.228,00 Mg⁻¹), superfosfato triplo (R\$ 1.370,00 Mg⁻¹) e cloreto de potássio (R\$ 1.330,00 Mg⁻¹) (CONAB, 2013). A partir do custo total da adubação em cada local e da FMEE, foi calculado também o lucro líquido em cada local estudado (LFMEE).

Tabela 3. Quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio aplicados e custo da adubação de acordo com a recomendação desses nutrientes¹, em diferentes locais

| Local | Nutriente | | | Custo da adubação |
|-------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------|----------------------|
| | N | P ₂ O ₅ | K ₂ O | |
| | ----- kg ha ⁻¹ ----- | | | R\$ kg ⁻¹ |
| Camaquã | 150 | 50 | 105 | 2,61 |
| Dom Pedrito | 110 | 40 | 90 | 2,6 |
| Mostardas | 150 | 50 | 65 | 2,66 |
| Uruguaiiana | 150 | 60 | 135 | 2,59 |

¹Recomendação de adubação conforme recomendações técnicas da Sociedade Sul-Brasileira de Arroz Irrigado (SOSBAI, 2012). Referente ao Tratamento 5.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento realizado em Camaquã houve, a maior resposta à adubação, com as mais significativas frações de máxima eficiência técnica (FMET) e econômica (FMEE) (Tabela 4). O incremento de produtividade pela FMEE (IFMEE) nesse local chegou a quase 2,2 Mg ha⁻¹, o que proporcionou lucro líquido (LFMEE) de mais de R\$ 1.000,00 por ha, que é muito superior aos outros locais. Nesses, a FMEE variou entre 41 e 55% em relação à recomendação de adubação da SOSBAI (2012), em função da análise dos solos. Os IFMEEs em Dom Pedrito, Mostardas e Uruguaiiana foram pouco expressivos em relação à Camaquã, sendo inferiores a 1,0 Mg ha⁻¹, com lucros líquidos menores do que R\$ 400,00 nesses locais (Tabela 4).

Em uma rede de 23 experimentos realizados no sistema arroz-pousio-arroz, nos mais variados tipos de solos de várzea do Rio Grande do Sul, Genro Jr

et al. (2010) verificaram incremento médio do arroz irrigado pela adubação de 3,2 Mg ha⁻¹, sendo que a máxima resposta chegou a quase 4,0 Mg ha⁻¹ em um dos locais. Entretanto, e ao contrário do presente estudo, naquele trabalho os tratamentos testemunha, sem adição de fertilizantes, apresentaram rendimento médio de 6,5 Mg ha⁻¹, enquanto no presente, a média foi de 9,7 Mg ha⁻¹.

Estes resultados são um consistente indicativo dos efeitos que a integração com a pecuária têm sobre a cultura do arroz. Apesar da escassez de trabalhos focados na produção integrada de arroz e pecuária no Rio Grande do Sul, os resultados do presente estudo estão em sintonia com estudo realizado na Planície Costeira Externa por Saibro & Silva (1999), que avaliaram os efeitos de três ciclos de pastejo em pastagens cultivadas de estação fria na produção de arroz irrigado. Os ganhos em rendimento de arroz, nesse trabalho, chegaram a 18% na sucessão com espécies leguminosas, em comparação ao cultivo de arroz no sistema convencional. Ressalte-se, entretanto, que aquele experimento foi realizado em um período em que os tetos de produtividade de arroz eram inferiores aos atuais e a intensidade de rotação dos sistemas era menor, especialmente em relação às áreas de Dom Pedrito, Mostardas e Uruguaiiana (Tabela 1).

Tabela 4. Fração de máxima eficiência técnica (FMET) e econômica (FMEE) pela aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio em arroz irrigado; incremento de rendimento pela fração de máxima eficiência técnica (IFMET) e econômica (IFMEE) pela aplicação de nitrogênio, fósforo e potássio em arroz irrigado e lucro líquido pela aplicação da fração de máxima eficiência econômica (LFMEE) nos diferentes locais.

| Local | FMET | FMEE | IFMET | IFMEE | LFMEE |
|-------------|---------------|------|-------------------------------|-------|----------------------|
| | ----- % ----- | | ---- Mg ha ⁻¹ ---- | | R\$ ha ⁻¹ |
| Camaquã | 85,7 | 78,6 | 2,20 | 2,19 | 1.135,00 |
| Dom Pedrito | 51,3 | 40,7 | 0,53 | 0,50 | 203,00 |
| Mostardas | 52,0 | 44,8 | 0,81 | 0,80 | 369,00 |
| Uruguaiiana | 65,8 | 55,2 | 0,86 | 0,84 | 373,00 |

Em SIPAs conduzidos em solos de várzea de ambiente subtropical, recomenda-se, além de gramíneas adaptadas, como o azevém (Marchezan et al., 2005), o cultivo de outras forrageiras, dentre elas, espécies leguminosas, principalmente na forma de pastagens consorciadas (Gomes et al., 1993). Pastagens constituídas por azevém + trevo branco + cornichão apresentam potencial para alta produtividade animal em sistemas de rotação com pecuária de corte e arroz irrigado, permitindo ganho



de peso acima de 500 kg ha⁻¹ e ganho de 1 kg animal⁻¹ dia⁻¹ (Marchezan et al., 2005).

Em um SIPA consolidado, a oferta de nutrientes é constante, uma vez que existem diferentes fontes em decomposição (resíduos de plantas e dejetos animais), sendo os nutrientes liberados de forma diferente entre as duas fontes (Hoffmann et al., 2001). A ingestão de forragem pelos animais estimula o crescimento das plantas pastejadas contribuindo para a maior extração e reciclagem dos nutrientes por meio da excreção de fezes e urina.

Por possuírem sistema radicular fasciculado e agressivo, as gramíneas tendem a promover maior agregação ao solo, ficando a matéria orgânica protegida no interior dos agregados, evitando sua decomposição. Quanto maior o tempo de cultivo dessas espécies forrageiras, maiores os efeitos benéficos sobre o sistema. Isto ficou bastante evidenciado neste trabalho, uma vez que as menores respostas à adubação foram verificadas em Dom Pedrito, Mostardas e Camaquã (**Tabela 3**), locais onde o cultivo de espécies forrageiras sob pastejo foi de cinco a 16 anos (**Tabela 1**). Por outro lado Camaquã, cujo solo estava há apenas dois anos sem cultivo de arroz, apresentou maior resposta (**Tabela 3**).

O aumento inicial de carbono orgânico em sistemas que incluem o cultivo de espécies forrageiras ocorre inicialmente na superfície do solo, mas, com o decorrer do tempo, pode haver acúmulo no perfil a até 20 cm de profundidade (Haynes & Williams, 1999). Como a amostragem do solo neste trabalho foi realizada na camada de 0 – 20 cm (**Tabela 2**), provavelmente a maior concentração de nutrientes proporcionada pela ILP foi “diluída” e não detectada pelos atuais métodos analíticos, especialmente nos locais com maior tempo sem o cultivo de arroz (Mostardas e Uruguaiana). A amostragem de camadas de solo mais superficiais, portanto, pode ser uma alternativa para uma interpretação mais precisa da análise de solo, para fins de recomendação de adubação do arroz em sistemas integrados de produção.

CONCLUSÕES

A análise de solo isoladamente pode não ser um bom indicador da quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio a aplicar no arroz irrigado em sistemas integrados de produção agropecuária, pois sua produtividade é maior e a sua resposta à adubação é menor, em relação às respectivas expectativas.

Nesses sistemas de integração, a resposta do arroz a adubação é tanto menor, quanto maior o período em que o solo estiver sob pastejo animal.

REFERÊNCIAS

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

GENRO JUNIOR, S.A.; MARCOLIN, E. & ANGHINONI, I. Eficácia das recomendações de adubação para diferentes expectativas de produtividade de arroz irrigado por inundação. *R. Bras. Ci. Solo*, 34:1667-1675, 2010.

GOMES, A.S.; SOUSA, R.O. & LERIDIO, A.A. Produtividade do arroz irrigado em diferentes sistemas de cultivo. In: REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 20, 1993, Pelotas, Anais..., Pelotas, EMBRAPA/CPACT, 1993, p.135-137.

HAYNES, R.J. & WILLIAMS, P.H. Influence of stock camping behavior on the soil microbiological and biochemical properties of grazed pastoral soils. *Biol. Fert. Soils*, 28:253-258, 1999.

HOFFMANN, I.; GERLING, D.; KYIOGWOM, U.B. & MANÉ- BIELFELDT, A. Farmers management strategies to maintain soil fertility in a remote area in northwest Nigeria. *Agric. Ecos. Envir.*, 86:263-275, 2001.

MARCHEZAN, E.; SEGABINAZZI, T.; ROCHA, M. G.; DIFANTE, G.S. & MARZARI, V. Produção animal em pastagem hibernal, sob níveis de adubação, em área de várzea. *R. Bras. Agroc.*, 11:67-71, 2005.

SAIBRO, J.C. & SILVA, J.L.S. Integração sustentável do sistema arroz x pastagens utilizando misturas forrageiras de estação fria no litoral norte do Rio Grande do Sul. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS DE CORTE, 4., Canoas, 1999. Palestras... Canoas, ULBRA, 1999, p.27-55.

SILVA, M. L. N.; FREITAS, P. L.; BLANCANEUX, P. et al. Índice de erosividade de chuva da região de Goiânia (GO). In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO. 13., 1996. Anais. Águas de Lindóia: Embrapa, 1996. CD-ROM

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Porto Alegre, RS: SOSBAI, 164p, 2012.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. Análise de solo, plantas e outros materiais. 2.ed. Porto Alegre, Departamento de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5)

TISDALE, S.L.; NELSON, W.L & BEATON, J.D. Soil fertility and fertilizers. 5ed. New Jersey: Macmillan,1993. 634p.

**XXXV Congresso
Brasileiro de
Ciência do Solo**

CENTRO DE CONVENÇÕES - NATAL / RN



**O SOLO E SUAS
MÚLTIPLAS FUNÇÕES**
02 a 07 DE AGOSTO DE 2015