

EFICIÊNCIA DE NUTRIENTES COMO INDICADORES DE SUSTENTABILIDADE EM LAVOURAS DE ARROZ IRRIGADO

Camille Flores Soares¹, Alencar Junior Zanon², Anderson Haas Poersch³, Enzo Pilecco Sonogo⁴, Michel Rocha da Silva⁵, Raul Moraes dos Santos⁶

Palavras-chave: *Oryza sativa*, intensificação sustentável, nitrogênio, fósforo, potássio.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e o aumento na demanda de alimentos aliado às preocupações em relação à conservação do ambiente e da biodiversidade, ressaltam a importância de aumentar a produção de forma vertical de maneira sustentável (IPCC, 2021). A produtividade potencial de arroz irrigado no Sul do Brasil é de 14.8 Mg ha⁻¹ (RIBAS et al., 2021), ou seja, a produtividade definida exclusivamente pela concentração de CO₂ na atmosfera, temperatura, radiação, disponibilidade de água e genética. No entanto, a produtividade alcançável sustentável economicamente está em torno de 80% do potencial produtivo (LOBELL et al., 2009). Nesse cenário, a produtividade média atual é de 8.1 Mg ha⁻¹, assim, tem-se uma lacuna de produtividade de 3.7 Mg ha⁻¹. Nesse sentido, é necessário identificar manejos e práticas agrícolas que reduzam essa lacuna, de maneira sustentável. Nesse contexto, produtores que reduzem a lacuna de produtividade de suas lavouras, atingindo o nível sustentável de produção e reduzindo o impacto sobre o ambiente, merecem agregar valor ao seu produto, de acordo com indicadores de sustentabilidade.

Ao longo dos anos, os indicadores passaram a ser considerados a ferramenta mais importante para a avaliação da sustentabilidade nas dimensões econômica, social e ambiental (HARRIS, 2003). Através de indicadores de sustentabilidade do sistema produtivo, é possível desenvolver estratégias de gestão baseadas nas práticas de manejo que apresentam maior eficiência na utilização de recursos, menor impacto ao ambiente e maior rentabilidade econômica no sistema de produção de arroz irrigado.

Cassman e Grassini (2020) indicam que a melhor métrica para sustentabilidade é quantificando a eficiência do uso dos insumos de entrada na lavoura, como produtividade por insumo de entrada unitário de energia, água, nutrientes e por impactos em uma ampla gama de serviços ecossistêmicos. Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a eficiência de nitrogênio, fósforo e potássio de oito sistemas produtivos de arroz irrigado no Sul do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Durante a safra 2021/22, nove lavouras comerciais de arroz irrigado no Sul do Brasil foram acompanhadas da semeadura até a colheita, com coleta de dados de práticas de manejo e insumos utilizados, como fertilizantes aplicados durante o ciclo da cultura. Prévio à semeadura, realizou-se uma coleta de solo em profundidade de 0-20 cm em todas as lavouras, para análise química do solo. A fim de relacionar diferentes indicadores de sustentabilidade, realizou-se estimativa do potencial de produtividade das lavouras através de modelo matemático baseado em processos e desenvolvido para simular o crescimento, desenvolvimento e produtividade de arroz

¹ Eng. Agr. Doutoranda em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Av. Roraima nº 1000, Bairro Camobi, CEP 97105-900. E-mail: camille-flores@hotmail.com

² Eng. agr. Prof. Dr. do Departamento de Fitotecnia, UFSM. E-mail: alencarzanon@hotmail.com

³ Meteorologista, doutorando em Eng. Agrícola, UFSM. E-mail: andersonhpohaas@gmail.com

⁴ Acadêmico do curso de Agronomia, UFSM. E-mail: enzopil@gmail.com

⁵ CEO Crops Team. E-mail: michelrs@live.com

⁶ Acadêmicos do curso de Agronomia, UFSM. E-mail: raulmoraesdosantos@gmail.com

(STRECK et al., 2013). A eficiência de nutrientes foi calculada considerando o teor dos mesmos no solo, a quantidade de nutriente aplicada durante o ciclo da cultura, e o rendimento de grãos por unidade de área. Para o nitrogênio utilizou-se apenas a quantidade aplicada ao longo do ciclo.

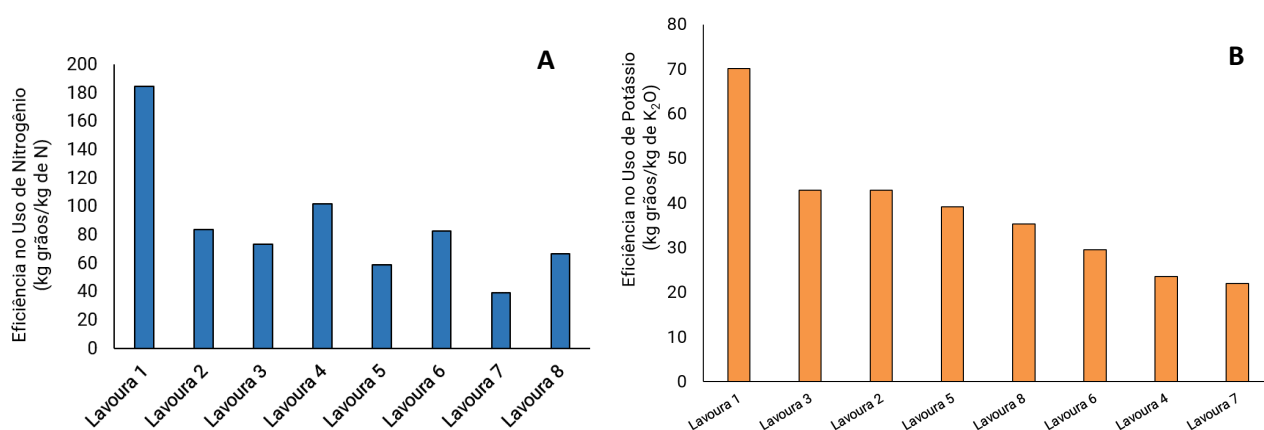
RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior quantidade de grãos produzidos com um quilo de nitrogênio, potássio e fósforo, foram de 180, 70 e 160 kg ha⁻¹, respectivamente. Yuan et al. (2021), utilizando a eficiência de nitrogênio como indicador de sustentabilidade em 88% dos sistemas produtivos de arroz no mundo, observaram que os sistemas que possuem eficiência produtiva maior que 70% do potencial apresentam eficiência no Uso do N entre 55 e 200 kg grãos/kg N, corroborando com os resultados deste trabalho, onde a variação foi de 40 a 180 kg grãos/kg N (Figura 1A). Entre as lavouras avaliadas, a de menor eficiência no Uso do N convergiu com uma das menores eficiências produtivas (Lavoura 7), no entanto não é menor do 70% do seu potencial, permanecendo dentro da faixa de maior retorno econômico (70-85% do potencial) (LOBELL et al., 2009). Através da intensificação sustentável na produção de arroz no Uruguai, Tseng et al. (2020) observaram alteração nos valores de eficiência, de 98 para 137 kg grãos/kg N.

Os valores de eficiência de potássio variaram de 25 a 70 kg grãos/kg K₂O (Figura 1B). Dobermann; Cruz; Cassman (1996) observaram eficiências de 30 a 110 kg grãos/kg de K₂O na Ásia, já Van Keulen (1986) reportou uma faixa de eficiência de K₂O de 55 a 80 kg grãos/kg de K₂O.

Conforme Arouna et al. (2021), os valores ideais de eficiência no uso do fósforo para a cultura do arroz vão de 100 a 400 kg grãos/kg de P₂O₅, onde uma eficiência menor que 100 kg é relacionada ao excesso de aplicação e eficiência maior que 400 kg é relacionada a lavouras que estão minerando o solo. Das eficiências de fósforo encontradas nas lavouras avaliadas, apenas a Lavoura 5 apresentou valor menor que 100 kg (Figura 1C), apesar de estar em torno de 70% do seu potencial, entre as lavouras, foi a que apresentou menor eficiência produtiva (Figura 1D).

Devkota et al. (2019) e Arouna et al. (2021) já citam a utilização de indicadores baseados na eficiência de nutrientes para classificar a sustentabilidade dos sistemas produtivos de países da Ásia e África, respectivamente. Nesse sentido, este critério se mostra uma boa alternativa para classificar o impacto e a sustentabilidade das lavouras de arroz no Sul do Brasil.



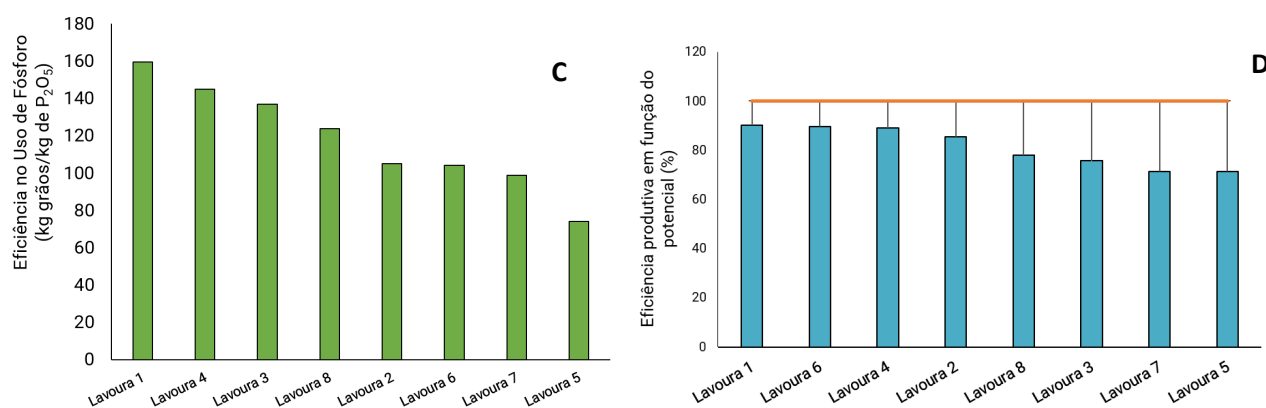


Figura 3. Eficiência no uso de nitrogênio (A), potássio (B) e fósforo (C) em kg grãos/kg de nutriente, e eficiência produtiva em função do potencial (D) de lavouras de arroz na safra 2021/22.

CONCLUSÃO

A eficiência no uso de nitrogênio, fósforo e potássio podem ser empregados como indicadores para classificar o nível de sustentabilidade das lavouras de arroz irrigado. Além disso, é possível identificar se os produtores estão utilizando a dose certa ou excesso de fertilizantes, assim como se está ocorrendo mineração do solo.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela bolsa de doutorado ao primeiro autor, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela bolsa de produtividade em pesquisa do segundo autor e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul pela bolsa de iniciação científica ao quarto autor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AROUNA, A. et al. Assessing rice production sustainability performance indicators and their gaps in twelve sub-Saharan African countries. **Field Crops Research**, v. 271, p. 108263, 2021.

CASSMAN, K. G.; GRASSINI, P. A global perspective on sustainable intensification research. **Nature Sustainability**, 3, 262–268, 2020.

DEVKOTA, K. P. et al. Economic and environmental indicators of sustainable rice cultivation: A comparison across intensive irrigated rice cropping systems in six Asian countries. **Ecological Indicators**, v. 105, p. 199-214, 2019.

DOBERMANN, A.; CRUZ, P. C.; CASSMAN, K. G. Fertilizer inputs, nutrient balance, and soil nutrient-supplying power in intensive, irrigated rice systems. I. Potassium uptake and K balance. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v. 46, n. 1, p. 1-10, 1996.

HARRIS, J. M. Sustainability and sustainable development. International society for ecological economics. **Internet Encyclopedia of Ecological Economics**, v.1, n. 1, 1–12, 2003.

IPCC. Climate Change: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. **Cambridge University Press**, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, p. 1535, 2021.

LOBELL, D.B.; CASSMAN, K.G.; FIELD C.B. Crop yield gaps: their importance, magnitudes and causes. **Review of Environment and Resources**, v. 34, p. 179-204, 2009.

RIBAS, G. G. et al. Assessing factors related to yield gaps in flooded rice in southern Brazil. **Agronomy Journal**, v. 113, n. 4, p. 3341-3350, 2021.

STRECK, N. A. et al. SimulArroz: um aplicativo para estimar a produtividade de arroz no Rio Grande do Sul. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO**, 8., 2013, Santa Maria. Anais... Santa Maria/RS: SOSBAI, 2013. p.1618-1627.

TSENG, M. et al. Towards actionable research frameworks for sustainable intensification in high-yielding rice systems. **Scientific reports**, v. 10, n. 1, p. 1-13, 2020.'

VAN KEULEN H. **Crop yield and nutrient requirements**. In: Van Keulen H and Wolf J (eds) Modelling of agricultural production: weather, soils and crops, pp 155-181, 1986.