

EFICIÊNCIA NO USO DA ÁGUA EM SISTEMA DE ARROZ COM REÚSO DE ÁGUA E GOTEJAMENTO

TAMARA MARIA GOMES¹, LUANA CAROLINA MENEGASSI², LILIAN SANTOS MONTEIRO³, FABRÍCIO ROSSI⁴

¹ Eng. Agrônoma, Professora Associada, Departamento de Engenharia de Biossistemas, FZEA/USP, Pirassununga, SP, tamaragomes@usp.br

² Eng. de Biossistemas, Doutora em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

³ Eng. de Biossistemas, Mestranda em Engenharia de Sistemas Agrícolas, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

⁴ Eng. Agrônomo, Professor Associado, Departamento de Engenharia de Biossistemas, FZEA/USP, Pirassununga, SP.

Apresentado no
LII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2023
18 a 21 de outubro de 2023 – Ribeirão Preto - SP, Brasil

RESUMO: O cultivo do arroz irrigado é um potente sumidouro dos recursos naturais, exige grandes extensões de áreas férteis, assim como, grandes volumes de água doce. Este cenário é agravado com o aumento populacional e a crise climática. Diante disto, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a eficiência no uso da água (EUA) no cultivo do arroz do tipo especial, irrigado por gotejamento subsuperficial com efluente tratado de laticínio (ETL), em diferentes concentrações, em duas condições de umidade de solo. O experimento foi desenvolvido, em escala piloto, em condições de ambiente protegido, com delineamento experimental em blocos ao acaso, com esquema fatorial (2x4) + dois controles, com quatro repetições. Duas umidades do solo, saturação-SAT e capacidade de campo-CC e quatro doses de ETL: 25% ETL e 75% água, 50% ETL e 50% água, 75% ETL e 25% água e 100% ETL. Os valores de EUA frente as doses de ETL não foram alterados na umidade do solo na capacidade de campo, enquanto na saturação, foram superiores para a dose 50% ETL, proporcionando uma economia de 100% dos fertilizantes sintéticos, como fonte de nitrogênio e potássio, e promovendo a conservação dos recursos hídricos.

PALAVRAS-CHAVE: arroz do tipo especial, produtividade da água, efluente de laticínio

WATER USE EFFICIENCY IN RICE SYSTEM WITH WATER REUSE AND DRIPPING

ABSTRACT: The cultivation of irrigated rice is a powerful sink of natural resources, requiring large areas of fertile areas, as well as large volumes of fresh water. This scenario is aggravated by population growth and the climate crisis. In view of this, this research aimed to evaluate the water use efficiency (WUE) in the cultivation of special type rice, irrigated by subsurface dripping with treated dairy effluent (TDE), in different concentrations, in two conditions of soil moisture. The experiment was carried out, on a pilot scale, in protected environment conditions, with an experimental design in randomized blocks, with a factorial scheme (2x4) + two controls, with four replications. Two soil moistures, saturation-SAT and field capacity-FC and four doses of TDE: 25% TDE and 75% water, 50% TDE and 50% water, 75% TDE and 25% water and 100% TDE. The values of WUE compared to TDE doses were not altered in soil moisture at field capacity, while in saturation, they were higher for the 50% TDE dose, providing a 100% saving of synthetic fertilizers, as a source of nitrogen and potassium, and promoting the conservation of water resources.

KEYWORDS: special type rice, water productivity, dairy effluent.

INTRODUÇÃO: Na base da alimentação mundial está o consumo do arroz, é um cereal estratégico para a segurança alimentar e nutricional, com importância social, econômica, cultural e agrícola. O consumo preferencial é pelo arroz branco longo e fino, no entanto, as

cultivares especiais têm se destacado no mercado nos últimos anos, para atender um público de paladar mais exigente. O cultivo do arroz no Brasil é predominante realizado em sistemas de irrigação por inundação ou em terras altas. O plantio em terras altas corresponde a 25% da área cultivada e 10% da produção, enquanto o arroz inundado concentra 75% da área cultivada e 90% da produção. No sistema inundado é necessário um volume médio de água de 6 a 12 mil $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ para um período de irrigação de 80 a 100 dias (SOSBAI, 2018), com média de 8,9 mil $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ (ANA, 2020). Estratégias que promovam a conservação dos recursos naturais, como o reúso da água e sistemas de irrigação mais eficientes, a cada dia são mais almejadas pelos produtores que visam atingir a agricultura sustentável. A irrigação por gotejamento tem proporcionado produtividades de arroz superior ou semelhante ao sistema inundado (COLTRO et al., 2017), e valores de produtividade da água acima do sistema tradicional (SIDHU et al., 2019). Complementar à sistemas de irrigação mais eficientes, o reúso da água surge como uma alternativa para diminuir a pressão sobre os recursos hídricos, além de ser fonte de nutrientes às plantas. As águas residuárias geradas pela agroindústria possuem maior potencial de utilização, a exemplo dos efluentes gerados por laticínios, pela proximidade aos campos de cultivo e pela redução de contaminantes, quando comparado com esgotos domésticos.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado em ambiente protegido, na Faculdade Zootecnia e Engenharia de Alimentos/USP, no Departamento de Engenharia de Biosistemas, Pirassununga-SP. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em esquema fatorial (2x4) + dois controles, com quatro repetições, sendo duas condições de umidade do solo (saturação-SAT e capacidade de campo-CC) e quatro doses de efluente tratado de laticínio (ETL), sendo estas: 25% ETL e 75% água (25E); 50% ETL e 50% água (50E), 75% ETL e 25% água (75E) e 100% ETL (100E), nas quais não foram fornecidas nenhuma quantidade de fertilizante nitrogenado e potássico. Os tratamentos controles foram: irrigação com água para umidade do solo na capacidade de campo (WCC) e irrigação com água para umidade na saturação (WSAT), com adubação completa para a cultura. As parcelas totalizaram 40 unidades, constituídas de caixas de fibra de vidro com 1 m^2 de área superficial e 500 L de volume. A cultivar de arroz utilizada foi a IAC 301, tipo arbóreo. O semeio foi realizado em linhas com espaçamento de 0,17 m entrelinhas, densidade de 50 sementes m^{-1} , sendo 4 linhas por parcela experimental. O semeio foi realizado no dia 28/04/2021 e a colheita no dia 13/10/2021, totalizando 168 dias de cultivo, valor acima do indicado para cultivar (120 dias), devido ao plantio realizado em período de ocorrência de menores temperaturas. O efluente utilizado para aplicação dos tratamentos foi proveniente de um laticínio comercial localizado em Santa Cruz da Conceição, cujo tratamento adotado foi do tipo biológico anaeróbio, com biomassa suspensa, por operação em bateladas sequenciais, com tempo de ciclo de 48 horas. O sistema de irrigação adotado foi o gotejamento subsuperficial. Cada parcela recebeu quatro linhas de tubo gotejadores, enterrados a 0,10 m de profundidade, com 1 m de comprimento cada e gotejadores espaçados entre si de 0,15 m e entre linhas de irrigação com 0,20 m. O gotejador escolhido foi do tipo integrado, não compensante de pressão, anti sifão, modelo Aires, marca Netafim, vazão 1,6 L h^{-1} e pressão de serviço de 15 m.c.a. O manejo da irrigação foi realizado, com base na determinação da umidade do solo, por tensiômetros instalados na parte central da parcela experimental, na profundidade de 0,20 m, em três repetições por tratamento (blocos 1, 3 e 4), com turno de rega de dois dias. Os valores de tensão foram ajustados pelo modelo de Van Genuchten (1980) aos coeficientes gerados pela curva de retenção da água no solo. A umidade adotada como capacidade de campo foi de 0,45 $\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$, valor correspondente no tensiômetro à 9 kPa. A eficiência no uso da água (EUA), foi obtida pela relação entre produtividade de grãos (kg ha^{-1}) e lâmina total de irrigação (kg m^{-3}). Os resultados foram analisados por análise da variância e comparação de média pelo teste Tukey ($p < 0,05$), além da

análise de regressão, com o melhor ajuste. A análise foi realizada utilizando o software SISVAR, versão 5.7 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: A eficiência no uso da água (EUA) é o índice que quantifica a relação entre a produtividade obtida pela cultura pelo volume de água aplicada pela irrigação. Nesta pesquisa os resultados não mostraram interação entre doses de efluente tratado de laticínio (ETL) e a umidade do solo (saturação –SAT e capacidade de campo CC). Dentro da umidade a EUA foi superior para CC ($0,55 \text{ kg m}^{-3}$) em relação a SAT ($0,28 \text{ kg m}^{-3}$) (Figura 1).

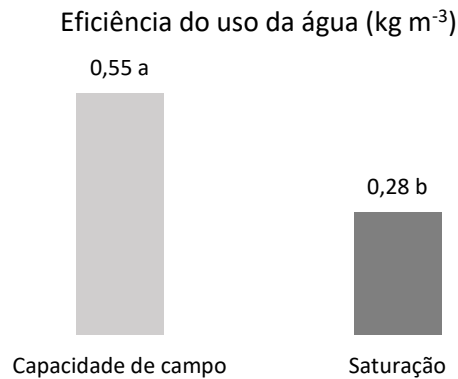


FIGURA 1. Eficiência do uso da água para a umidade do solo na capacidade de campo e na saturação.

As doses de efluente não alteraram EUA na umidade na CC (Tabela 1). Na SAT, a dose de 50E teve o maior valor de EUA ($0,39 \text{ kg m}^{-3}$), com diferença entre as demais doses (Figura 2 e Tabela 1).

Tabela 1. Eficiência do uso da água para a umidade do solo na capacidade de campo e na saturação, nas diferentes doses de efluente.

Dose	Eficiência do uso da água (kg m ⁻³)	
	Capacidade de campo	Saturado
W	0,36	0,16 d
25E	0,54	0,31 b
50E	0,63	0,39 a
75E	0,55	0,30 b
100E	0,64	0,23 c
CV(%)	23,38	10,16

CV: coeficiente de variação. Médias seguidas por letras diferentes diferem pelo teste de Tukey $p < 0,05$. W: irrigação com 100% água; 25E: 25% ETL e 75% água; 50E: 50% ETL e 50% água; 75E: 75% ETL e 25% água; 100E: 100% ETL.

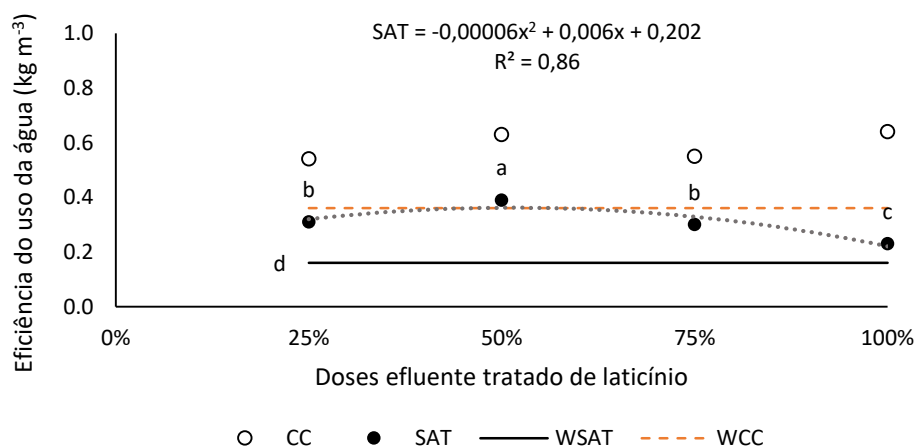


FIGURA 2. Eficiência do uso da água, comparação entre irrigação com doses de efluente tratado de laticínio (ETL, bola) e água (W, linha), dentro da umidade do solo na CC e SAT, para a produtividade de grãos (C) e eficiência do uso da água (D). WCC: irrigação com água na CC; WSAT: irrigação com água na SAT; 25%: 25% ETL e 75% água; 50%: 50% ETL e 50% água; 75%: 75% ETL e 25% água; 100%: 100% ETL. Bola e linha, vazia e tracejada, respectivamente, regressão não significativa (CC) e cheia e contínua, respectivamente, regressão significativa (SAT).

Os valores da EUA estão abaixo pelo relatado em outros estudos com irrigação por gotejamento (SIDHU et al., 2019) e molhamento e secagem alternados do solo (FENG et al., 2021). Esse fato está associado ao maior tempo de cultivo, pela condição de um período com baixas temperaturas, como relatado anteriormente, o que levou a maior aplicação das lâminas de irrigação. Entretanto, verifica-se que a irrigação com uma fonte alternativa de água pode substituir 50% da água doce, reduzindo a pressão sobre os recursos hídricos, essa combinação de água é efluente, possibilitou também a redução no uso de fertilizante nitrogenado e potássico de fonte sintética, além de balancear o efeito salino que o ETL promove ao solo (DONATTI et al., 2017).

CONCLUSÕES: Os valores de EUA encontrados, para irrigação localizada, ficaram abaixo do esperado. Entretanto, na comparação entre os tratamentos estudados, o valor de EUA foi maior na lâmina para manutenção da umidade do solo na CC, em relação a saturação. Quanto as doses de ETL, na saturação, a fonte com 50% promoveu o maior valor, demonstrando o potencial do reúso da água, como conservação dos recursos hídricos e economia de fertilizantes sintéticos.

AGRADECIMENTOS: Os autores agradecem ao auxílio pesquisa da FAPESP, processo n° 2019/029212.

REFERÊNCIAS:

- ANA - Agência Nacional de Águas. **Mapeamento do arroz irrigado no Brasil**. Brasília: ANA, 2020, 40 p.
- COLTRO, L., MARTON, L. F. M., PILECCO, F. P., PILECCO, A. C., MATTEI, L. F. Environmental profile of rice production in Southern Brazil: A comparison between irrigated and subsurface drip irrigated cropping systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 153, p. 491–505, 2017.
- DONATTI, R. N., GOMES, T. M., MENEGASSI, L. C., TOMMASO, G., ROSSI, F. (2017). Sodium phytoremediation by green manure growing in soil irrigated with wastewater of dairy industry. **Engenharia Agrícola**, v. 37, n. 4, p. 665–675, 2017.
- FENG, Z. Y., QIN, T., DU, X. Z., SHENG, F., LI, C. F. Effects of irrigation regime and rice variety on greenhouse gas emissions and grain yields from paddy fields in central China. **Agricultural Water Management**, v. 250, 2021.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- SIDHU, H. S., JAT, M. L., SINGH, Y., SIDHU, R. K., GUPTA, N., SINGH, P., SINGH, P., JAT, H. S., GERARD, B. Sub-surface drip fertigation with conservation agriculture in a rice-wheat system: A breakthrough for addressing water and nitrogen use efficiency. **Agricultural Water Management**, v. 216, p. 273–283, 2019.
- SOSBAI - Sociedade sul-brasileira de arroz irrigado. **Arroz Irrigado: recomendações da pesquisa para o Sul do Brasil**. Cachoeirinha: SOSBAI, 2018, 205p.
- VAN GENUCHTEN, M. T. A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil science society of America journal**, v. 44, n.5, p. 892-898, 1980.