

ARROZ IRRIGADO POR IRRIGAÇÃO SUBTERRÂNEA: CRESCIMENTO E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES PELO ARROZ E EMISSÃO DE GEE

Autores: Pablo Abelaira de Souza¹; Yasmin Jacondino Nunes²; Wagner de Almeida Lucas³; Filipe Selau Carlos⁴; Rogério Oliveira de Sousa⁴.

Palavras-chave: Gases de Efeito Estufa, metano, óxido nitroso, Sustentabilidade, Terras Baixas, gotejamento.

Introdução

O cultivo do arroz irrigado no Rio Grande do Sul (RS) é tradicionalmente realizado sob alagamento contínuo do solo durante a maior parte do ciclo da cultura. Essa prática proporciona diversas vantagens nutricionais para a planta, uma vez que a condição de anaerobiose, estabelecida pela lâmina de água, promove alterações microbianas e químicas que aumentam a disponibilidade de vários nutrientes. No entanto, o elevado consumo de água associado a esse sistema tem incentivado a busca por alternativas de irrigação que reduzam o volume hídrico necessário para a produção.

Entre as alternativas estudadas, o sistema de irrigação por gotejamento subterrâneo, pode representar uma opção viável para o cultivo de arroz irrigado. Esse método, no entanto, altera a dinâmica de disponibilidade de nutrientes, pois o solo não permanece permanentemente alagado, modificando as condições químicas e biológicas. Diante disso, torna-se essencial investigar como o arroz responde em termos de crescimento e absorção de nutrientes nesse novo sistema.

Além da questão hídrica e nutricional, o cultivo do arroz irrigado por alagamento também está associado a impactos ambientais, principalmente pela emissão de gases de efeito estufa (GEE), como o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O). O CH₄ é o segundo gás mais relevante no aquecimento global e sua emissão no arroz irrigado ocorre principalmente devido à decomposição de matéria orgânica em condições anaeróbicas. O regime de irrigação é um dos principais fatores que controlam essas emissões, sendo que os maiores fluxos de CH₄ são observados em sistemas de alagamento contínuo. Sistemas que favoreçam a entrada de oxigênio no solo, como o gotejamento subterrâneo, tendem a reduzir essas emissões.

Por outro lado, o N₂O, embora emitido em menores quantidades, possui um potencial de aquecimento global cerca de 300 vezes maior que o do CO₂. Sua formação está relacionada às mudanças nas condições de oxirredução do solo, favorecidas por ciclos de umedecimento e secagem e pela aplicação de fertilizantes nitrogenados.

O sistema de gotejamento subterrâneo, originalmente desenvolvido em Israel e hoje utilizado em diversas culturas ao redor do mundo, incluindo o Brasil, tem sido testado como uma solução para melhorar a eficiência no uso da água e reduzir os impactos ambientais da produção de arroz. No município de Santa Vitória do Palmar (RS), uma área piloto de 100 hectares já apresenta resultados promissores, como a redução no consumo de água e a possibilidade de adotar sistemas de plantio direto com culturas em sucessão ao arroz, como soja e plantas de cobertura de inverno.

Apesar desses avanços iniciais, ainda são necessários estudos mais aprofundados para avaliar a viabilidade técnica e agrônômica do sistema ao longo dos anos, assim como seus efeitos sobre as emissões de GEE. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar as emissões de CH₄ e N₂O, o crescimento do arroz e absorção de N, P e K no cultivo de arroz

¹ Graduado em Gestão Ambiental Bacharelado, Universidade Federal de Pelotas, pabloabelaira@gmail.com

² Graduanda em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, yasmin.jacondino@gmail.com

³ Mestrando PPG MASCA, Universidade Federal de Pelotas, wagneralmeidalucas94@hotmail.com

⁴ Prof. Dr. FAEM, Universidade Federal de Pelotas, filipeselaucaarlos@hotmail.com; rosousa@ufpel.edu.br

irrigado pelo sistema de gotejamento subterrâneo, investigando o seu potencial de mitigação desses gases frente ao sistema tradicional de alagamento.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em um Planossolo localizado na Agropecuária Canoa Mirim, no município de Santa Vitória do Palmar, RS, em uma área de terras baixas cultivada com arroz irrigado. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições, avaliando-se dois tratamentos distintos de irrigação: T1 - alagamento contínuo do solo, e T2 - irrigação por gotejamento subterrâneo.

Com base nas emissões acumuladas de CH_4 e N_2O , foi calculado o Potencial de Aquecimento Global Parcial (PAGp), convertendo-se os dados para CO_2 equivalente por meio da seguinte equação: $\text{PAGp} = (\text{CH}_4 \times 25) + (\text{N}_2\text{O} \times 298)$

Onde PAGp corresponde ao potencial de aquecimento global parcial (kg CO_2 equivalente por hectare), CH_4 e N_2O representam as emissões acumuladas de cada gás durante a safra (kg ha^{-1}), e 25 e 298 são os fatores de potencial de aquecimento global para CH_4 e N_2O , respectivamente, considerando um horizonte de 100 anos.

Os fluxos diários e as emissões sazonais de CH_4 e N_2O foram analisados de forma descritiva (média \pm desvio padrão).

As emissões sazonais e o PAGp, bem como o índice de PAGp ajustado ao rendimento de grãos, foram submetidos à análise de variância e, quando significativo, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Além das avaliações de emissão de gases, durante o desenvolvimento do arroz foram coletadas plantas em intervalos aproximados de 15 dias, em segmentos de 0,5 metro linear por parcela. Nessas amostras, determinaram-se o peso de matéria seca e os teores nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), possibilitando a construção de curvas de crescimento da cultura e de acumulação de N, P e K na parte aérea das plantas.

Resultados e Discussão

Na Figura 1, observa-se que os quatro indicadores avaliados e organizados apontam que o sistema de irrigação por alagamento contínuo resultou em maior acúmulo de matéria seca (Figura 1A) pelas plantas de arroz, bem como em maiores teores acumulados de N (Figura 1B), K (Figura 1C) e P (Figura 1D) na parte aérea. Esses resultados sugerem, de forma preliminar, que o alagamento contínuo proporciona uma maior disponibilidade de nutrientes para as plantas, favorecendo o crescimento e a absorção de nutrientes, em comparação ao sistema de irrigação por gotejamento subterrâneo. A produtividade de grãos também foi afetada (dados não apresentados) e foi maior no sistema de alagamento contínuo ($11,3 \text{ ton ha}^{-1}$) em comparação a irrigação subterrânea ($9,7 \text{ ton ha}^{-1}$). No entanto, o volume de água utilizado na irrigação subterrânea foi de $7.450 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, que é considerado um baixo volume quando comparado as quantidades normalmente utilizadas com a irrigação por alagamento contínuo.

Na Figura 2, são apresentadas as emissões totais de gases de efeito estufa (GEE) durante todo o ciclo da cultura nos dois sistemas de irrigação. A análise dessa figura indica que o sistema de alagamento contínuo foi responsável pelas maiores emissões de CH_4 , fato atribuído à manutenção de condições anaeróbias no solo durante praticamente todo o ciclo do arroz. Em contrapartida, o sistema de irrigação por gotejamento subterrâneo apresentou as maiores emissões de N_2O , devido à alternância entre condições oxidantes e redutoras no solo.

Ao converter as emissões para CO_2 equivalente (Tabela 1), verificou-se que o sistema de irrigação por gotejamento subterrâneo apresentou uma redução de aproximadamente 50% nas emissões totais em comparação ao alagamento contínuo, configurando-se como uma alternativa promissora para mitigar as emissões de GEE em cultivos de arroz irrigado.

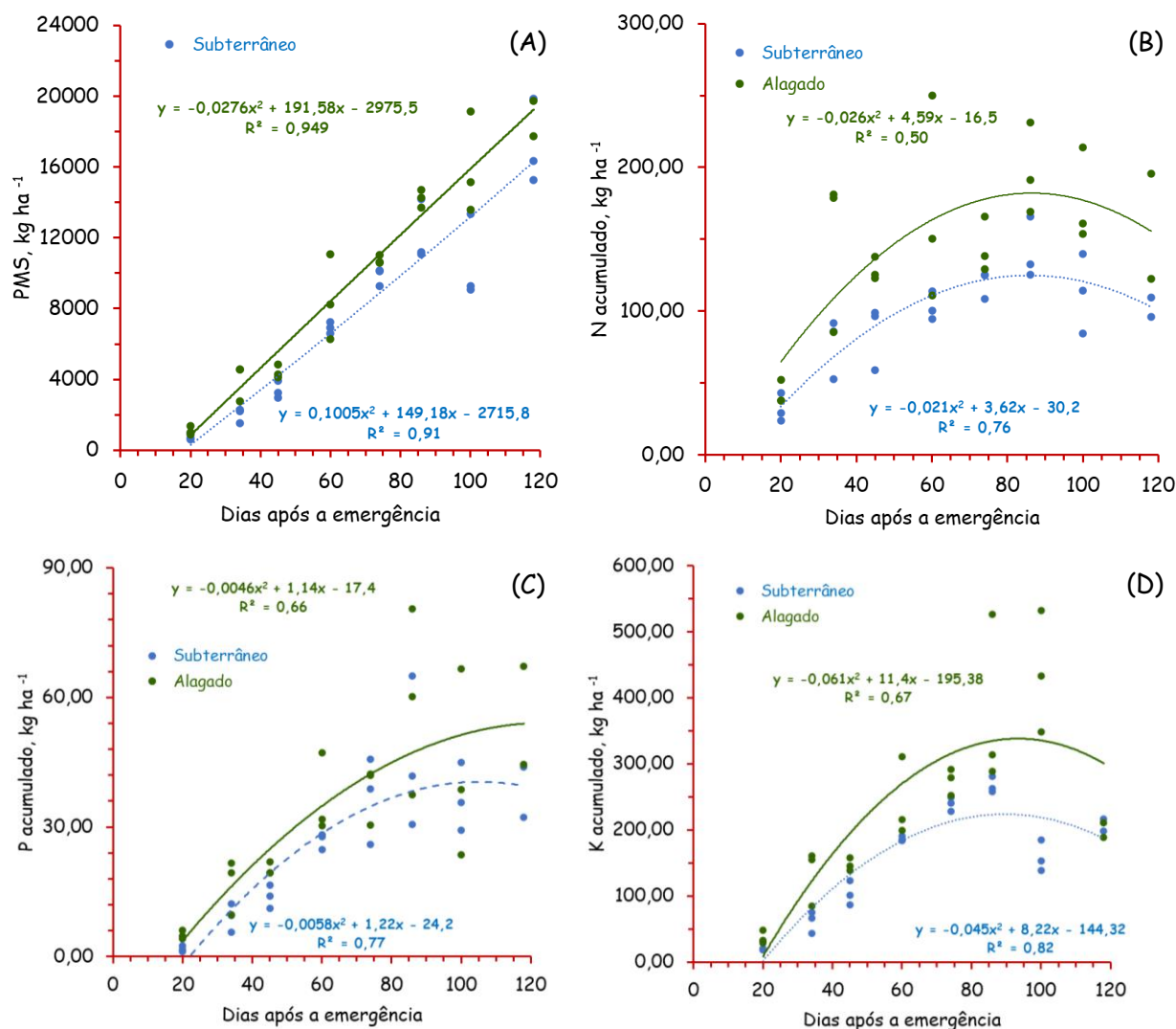


Figura 1. Peso de matéria seca (A), N acumulado (B), P acumulado (C) e K acumulado (D) da parte aérea do arroz irrigado por alagamento contínuo e irrigação subterrânea.

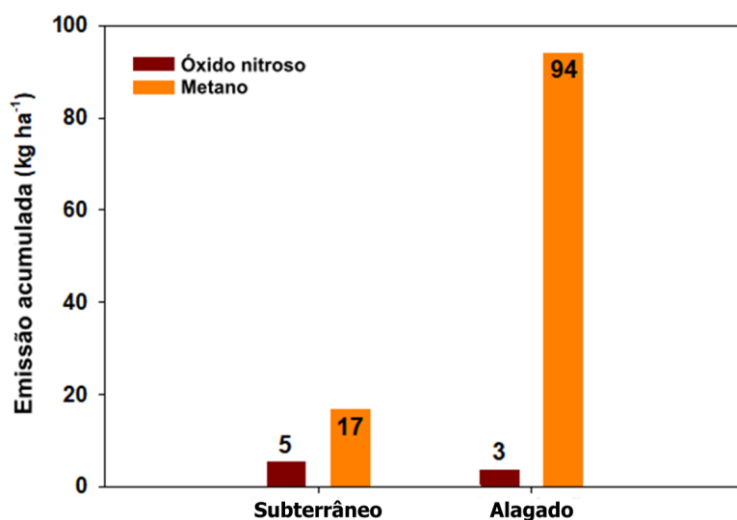


Figura 2. Emissão total de metano e óxido nitroso no arroz irrigado por sistema de alagamento contínuo e por gotejamento subterrâneo.

Tabela 1. Potencial de aquecimento global parcial relacionados a CH₄ e o N₂O em dois sistemas de irrigação do arroz, alagamento contínuo e gotejamento subterrâneo

Tratamento	PAGp			PAGp	
	(kg CO ₂ equiv. ha ⁻¹)			(% CO ₂ equiv.)	
	N ₂ O	CH ₄	Total	N ₂ O	CH ₄
Alagado	1049	3198	4247	24.7	75.3
Subterrâneo	1567	568	2135	73.4	26.6

Conclusões

O sistema de alagamento contínuo proporcionou maior crescimento e acúmulo de nutrientes nas plantas de arroz, porém com maiores emissões de CH₄ devido às condições anaeróbias do solo. Já o gotejamento subterrâneo reduziu as emissões totais de gases de efeito estufa em cerca de 50%, destacando-se como uma alternativa mais sustentável para o cultivo de arroz irrigado. A produtividade de grãos do arroz no sistema de irrigação subterrânea foi de 9,7 ton ha⁻¹, sendo 16% menor da observada na irrigação por alagamento contínuo.

Agradecimentos

Netafin e Agropecuária Canoa Mirim pelo seu apoio financeiro e logístico. Ao INCT Agricultura de Baixa Emissão de Carbono e Departamento de Solos da UFRGS por realizarem as análises dos GEE. Ao CNPq e FAPERGS pelo seu apoio financeiro e pela oportunidade de bolsas de estudo.

Referências

- COSTA, F. S.; ZANATTA, J. A.; BAYER, C. Emissões de gases de efeito estufa em agroecossistemas e potencial de mitigação. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; BARONI, G. D.; BENEDETI, P. H.; SEIDEL, D. J. Cenários prospectivos da produção e armazenagem de grãos no Brasil. Revista Thema, Passo Fundo, v. 14, n. 4, 2017, p. 55 – 64
- GOMES, J.; Bayer, C.; Costa, F.S.; Piccolo, M.C.; Zanatta, J.A.; Vieira, F.C.B.; Six, J. Soil nitrous oxide emissions in long-term cover cropsbased rotations under subtropical climate. Soil and Tillage Research n.106, 2009, p. 36-44.
- MOSIER, A. R. Chamber and isotope techniques. In: ANDREAE, M. O.; SCHIMMEL, D. S. (Eds.). Exchange of traces gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere: report of the Dahlem Workshop. Berlin: Wiley. p. 175-187. 1989.