

POTENCIAL DE EMISSÃO DE GASES DE EFEITO ESTUFA DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO

Giovana Tavares Silva¹; Luiana Hübner Peglow²; Douglas Rodrigues Prestes²;
Ryan Guilherme Radke Rosso²; Walkyria Bueno Scivittaro³

Palavras-chave: variedade, metano, óxido nitroso, intensidade de emissão

Introdução

A produção de arroz irrigado é uma das principais fontes antropogênicas de gases de efeito estufa (GEE), sendo responsável por de 6-22% das emissões globais de metano (CH_4) e por 11% das emissões de óxido nitroso (N_2O) (Loaiza et al., 2024). Em decorrência, as emissões de GEE da lavoura de arroz constituem-se em preocupação crescente relacionada à mitigação das mudanças climáticas.

As cultivares de arroz exercem forte influência na capacidade de emissão de GEE das lavouras, particularmente na produção e liberação de CH_4 do sistema solo-planta (Aulakh et al., 2000; Li et al., 2022). Resultados de pesquisa demonstraram variações significativas nas emissões de CH_4 de cultivares de arroz, devidas a variações na fisiologia e crescimento da planta e na exsudação radicular, assim como no efeito sobre as comunidades metanotróficas (Ma et al., 2010; Zheng et al., 2014). Da mesma forma, as emissões de N_2O também são influenciadas pelas cultivares de arroz, que influenciam os processos microbianos relacionados às reações de nitrificação e desnitrificação, os quais estão associados às características das raízes, que interferem na disponibilidade de O_2 e de carbono na rizosfera (Xiong et al., 2021). Além disso, as cultivares com maior eficiência de uso do nitrogênio (N) de fertilizantes tendem a proporcionar menor emissão de N_2O , dado que utilizam melhor o N aportado ao sistema, diminuindo a disponibilidade de substrato para processos microbianos que geram N_2O (Jiang et al., 2016).

Este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o potencial de emissão de CH_4 e N_2O de cultivares de arroz irrigado em terras baixas do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

O experimento foi realizado sob condições de campo, na Estação Experimental Terras Baixas (ETB) da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS em três safras agrícolas consecutivas (2019/20, 2020/21 e 2021/22). Os tratamentos incluíram três cultivares de arroz irrigado na safra 2019/20 (XP 113, BRS Pampa CL e BRS 358), quatro cultivares na safra 2020/21 (XP 117, BRS Pampeira, BRS Pampa CL e BRS A705) e cinco cultivares na safra 2021/2022 (XP 113, XP 117, BRS Pampeira, BRS Pampa CL e BRS A705). As cultivares XP 113 e XP 117 são híbridos pertencentes a empresa RiceTec Sementes LTDA e as demais cultivares são convencionais, tendo sido geradas pelo Programa de Melhoramento de Arroz da Embrapa. Os tratamentos foram dispostos em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições.

Um sistema coletor de GEE, do tipo câmara estática fechada (Mosier, 1989), foi instalado em cada parcela experimental. As coletas de amostras de ar foram realizadas a partir da emergência do arroz, estendendo-se até uma semana após a colheita da cultura, com periodicidade média semanal. As amostras de ar coletadas foram analisadas por cromatografia gasosa, determinando-se os fluxos diários e, a partir destes, as emissões sazonais de CH_4 e N_2O . Calculou-se, ainda, o Potencial de Aquecimento Global parcial (PAGp) das cultivares de arroz, considerando o PAG desses gases em relação ao CO_2 , onde o CH_4 e o N_2O apresentam, respectivamente, 27,2

¹ Eng.^a Ambiental e Sanitarista, Dra., Sanitec Tecnologia Ambiental, Rua Sete de Setembro, 35, Pelotas-RS, giovana.ts@hotmail.com

² Graduando(a) em Agronomia, FAEM/UFPel, luianahpeglow@gmail.com; douglasrodrigues100@gmail.com, ryanrossoagro@gmail.com

³ Eng^a Agrônoma, Dra, Embrapa Clima Temperado, walkyria.scivittaro@embrapa.br

e 273 vezes o potencial de aquecimento do CO₂, para um tempo de permanência de 100 anos (IPCC, 2021). As cultivares de arroz foram avaliadas, ainda, quanto ao desempenho produtivo. Os valores de PAGp foram relacionados aos dados de rendimento de grãos (RG) para determinar a intensidade de emissão (PAGp/RG) das cultivares de arroz. Os resultados foram submetidos à análise de variância, comparando-se as médias das cultivares pelo teste de Tukey com o nível de significância de 5%.

Resultados e Discussão

Ao comparar-se o rendimento das cultivares de arroz (Tabela 1), nota-se que, tanto na safra 2020/2021 quanto na safra 2021/2022, os híbridos apresentaram maior rendimento de grãos relativamente às cultivares convencionais. O híbrido XP 117 alcançou rendimento de 12.809 kg ha⁻¹, na safra 2020/2021, e de 14.131 kg ha⁻¹, na safra 2021/22, valor este muito próximo daquele obtido pelo híbrido XP 113 nessa mesma safra (14.127 kg ha⁻¹). Na safra 2019/2020, as cultivares não diferiram entre si quanto ao rendimento de grãos.

Tabela 1. Rendimento de grãos de cultivares de arroz irrigado nas safras agrícolas 2019/20, 2020/21 e 2021/22. Capão do Leão-RS.

Cultivar de arroz	Safra agrícola		
	2019/20	2020/21	2020/21
kg ha ⁻¹			
BRS 358	10.101 ^{ns}	----	----
BRS A705	----	10.722b	10.683b
BRS Pampa CL	11.362	11.094b	11.783b
BRS Pampeira	----	12.802a	11.315b
XP 113	12.009	----	14.127a
XP 117	----	12.809a	14.131a

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($p<0,05$); ^{ns}: Não significativo.

Na safra 2019/20, o híbrido XP 113, apresentou emissão total de CH₄ inferior a ambas as cultivares convencionais avaliadas, BRS Pampa CL e BRS 358 (Tabela 2). Este comportamento se repetiu na safra 2020/21, quando a cultivar BRS Pampeira foi a que apresentou maior emissão sazonal de CH₄ (363 kg ha⁻¹), superior à das cultivares BRS Pampa CL, BRS A705 e XP 117, cujas emissões não diferiram entre si (Tabela 2). Por sua vez, na safra 2021/22, não se constatou diferença nas emissões de CH₄ das cultivares de arroz (Tabela 2).

Com relação às emissões sazonais de N₂O, essas foram extremamente baixas, indistintamente para todas as cultivares de arroz, tendo sido constatada, inclusive, pequena absorção desse GEE para algumas das cultivares de arroz em algumas safras. Independentemente da safra, não se determinou variação entre as cultivares de arroz quanto às emissões sazonais de N₂O (Tabela 2).

Independentemente da cultivar de arroz irrigado, o CH₄ contribuiu com praticamente a totalidade do PAGp da cultura do arroz nas três safras avaliadas (Tabela 3). Em alguns tratamentos, a pequena absorção de N₂O contribuiu, inclusive, para ligeira redução no PAGp do arroz. Considerando-se a média das cultivares, a contribuição do CH₄ para o PAGp do arroz foi de 99,6, na safra agrícola 2019/20; 94,2%, na safra agrícola 2020/21, e 100%, na safra agrícola 2021/22. Na safra 2019/20, o híbrido XP 113 apresentou PAGp inferior ao da 'BRS Pampa CL'; a cultivar japônica BRS 358 apresentou desempenho intermediário, equiparando-se às duas anteriores (Tabela 3). Por sua vez, na safra 2020/21, a cultivar de ciclo médio BRS Pampeira apresentou PAGp (12.452 kg CO₂ eq. ha⁻¹) superior ao das demais cultivares (BRS A705, BRS Pampa CL e o híbrido XP 117), cujo PAGp foi semelhante entre si, variando de 8.039 a 9.362 kg CO₂ eq. ha⁻¹ (Tabela 3). Na safra 2021/22, contrariamente às duas safras anteriores, não houve diferença no PAGp entre as cultivares

de arroz (Tabela 3). Os maiores valores de PAGp para a safra 2019/20, 2020/21 e 2021/22 foram 6.485; 12.452 e 13.812 kg CO₂ eq. ha⁻¹, respectivamente para as cultivares BRS Pampa CL, BRS Pampeira e XP 117 (Tabela 3).

Tabela 2. Emissões sazonais de CH₄ e N₂O de cultivares de arroz irrigado nas safras agrícolas 2019/20, 2020/21 e 2021/22. Capão do Leão-RS.

Cultivar de arroz	Safra agrícola					
	2019/20		2020/21		2020/21	
	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	N ₂ O	CH ₄	N ₂ O
----- kg ha ⁻¹ -----						
BRS 358	208,4ab	0,244 ^{ns}	---	---	---	---
BRS A705	---	---	236,1b	0,042 ^{ns}	316,4 ^{ns}	-0,092 ^{ns}
BRS Pampa CL	231,4a	0,027	258,6b	-0,101	327,1	-0,075
BRS Pampeira	---	---	363,3a	0,338	317,7	-0,075
XP 113	164,8b	-0,009	---	---	319,7	-0,041
XP 117	---	---	275,9b	-0,063	405,6	0,068

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($p<0,05$); ^{ns}: Não significativo.

Com relação ao índice estabelecido entre o potencial de aquecimento global parcial e o rendimento de grãos (PAGp/RG), diferenças entre as cultivares de arroz ocorreram nas três safras avaliadas. Na safra 2019/20, o híbrido XP 113 destacou-se positivamente, proporcionando menor índice PAGp/RG que as cultivares BRS Pampa CL e BRS 358, que não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 3). Já na segunda safra agrícola, as três cultivares de ciclo precoce (híbrido XP 117 e as cultivares convencionais BRS A705 e BRS Pampa CL) foram superiores à ‘BRS Pampeira’, de ciclo médio, que apresentou maior intensidade de emissão (PAGp/RG). Já na safra 2021/22, a comparação das cultivares de arroz mostra que o híbrido XP 113 destacou-se pelo maior potencial de mitigação do índice PAGp/RG, apresentando desempenho superior ao das cultivares BRS Pampa CL, BRS Pampeira e XP 117 (Tabela 3).

Tabela 3. Potencial de aquecimento global parcial e intensidade de emissão de cultivares de arroz irrigado nas safras agrícolas 2019/20, 2020/21 e 2021/22. Capão do Leão-RS.

Cultivar de arroz	Safra agrícola					
	2019/20		2020/21		2020/21	
	PAGp	PAGp/RG	PAGp	PAGp/RG	PAGp	PAGp/RG
	kg ha ⁻¹	kgCO ₂ eq. kg ⁻¹	kg ha ⁻¹	kgCO ₂ eq. kg ⁻¹	kg ha ⁻¹	kgCO ₂ eq. kg ⁻¹
BRS 358	5.900ab	0,71a	---	---	---	---
BRS A705	---	---	8.039b	0,75b	10.730 ^{ns}	1,01a
BRS Pampa CL	6.485a	0,69a	8.762b	0,79b	11.100	0,95a
BRS Pampeira	---	---	12.452a	0,98a	10.802	0,96a
XP 113	4.613b	0,47b	---	---	10.827	0,77b
XP 117	---	---	9.362b	0,73b	13.812	0,98a

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($p<0,05$); ^{ns}: Não significativo.

Conclusões

As cultivares de arroz apresentam potencial de emissão de N₂O semelhante sob irrigação por inundação contínua.

As cultivares de arroz diferem quanto ao potencial de emissão de CH₄ e potencial de aquecimento global parcial sob irrigação por inundação contínua. De forma geral, as cultivares que associam ciclo biológico precoce, elevado potencial produtivo e desenvolvidas para as condições de cultivo do Sul do Brasil apresentam maior potencial mitigador de emissões de GEE do potencial de aquecimento global da lavoura de arroz.

A cultivar de arroz irrigado híbrida XP 113 destaca-se em relação às demais, pela menor intensidade de emissão.

Agradecimentos

A RiceTec Sementes LTDA, pelo financiamento parcial da pesquisa, e ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (INCT-ABC), CNPq - Processo Nº 406635/2022, pela concessão de bolsa de iniciação científica (PIBIC) aos autores.

Referências

AULAKJ, M.S. et al. Methane transport capacity of rice plants. II. Variations among different rice cultivars and relationship with morphological characteristics. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, v. 58, p. 367-375, 2000.

IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V. et al. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 p.

JIANG, Y. et al. Optimizing rice plant photosynthate allocation reduces N₂O emissions from paddy fields. *International Journal of Scientific Reports*, v. 6, n. 1, p. 1-9, 2016.

LI, S. et al. Rice cultivar renewal reduces methane emissions by improving root traits and optimizing photosynthetic carbon allocation. *Agriculture* v. 12, p. 1-15, 2022.

LOAIZA, S. et al. Identifying rice varieties for mitigating methane and nitrous oxide emissions under intermittent irrigation. *Journal of Environmental Management*, v. 372, n. 123376, 2024.

MA, K.; QIU, Q.; LU, Y. Microbial mechanism for rice variety control on methane emission from rice field soil. *Global Change Biology*, v. 16, p. 3085-3095, 2010.

MOSIER, A. R. Chamber and isotope techniques. In: ANDREAE, M.O.; SCHIMEL, D.S. (Ed.). Exchange of traces gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere: report of the Dahlem Workshop. Berlin, Wiley, p. 175-187, 1989.

XIONH, Q. et al. Relationship between plant roots, rhizosphere microorganisms, and nitrogen and its special focus on rice. *Agriculture*, v. 11, p.1-18, 2021.

ZHENG, H. et al. Impacts of rice varieties and management on yield - scaled greenhouse gas emissions from rice fields in China a meta-analysis. *Biogeosciences*, v. 11, p. 3685-3693, 2014.