

# POTENCIAL DE AQUECIMENTO GLOBAL PARCIAL DO ARROZ IRRIGADO: EFEITO DA FONTE NITROGENADA

Thais Antolini Vecozzi<sup>1</sup>; Rogério Oliveira de Sousa<sup>2</sup>; Walkyria Bueno Scivittaro<sup>3</sup>; Anderson Dias Silveira<sup>4</sup>; Cristiano Weinert<sup>5</sup>; Victor Raul Cieza Tarrillo<sup>5</sup>

Palavras-chave: GEE, nitrogênio, ureia.

## INTRODUÇÃO

A condição de solo inundado durante o cultivo de arroz irrigado resulta em anaerobiose, de forma que a decomposição da matéria orgânica ocorre por fermentação, processo que gera metano (CH<sub>4</sub>) (MALYAN et al., 2016). Além do CH<sub>4</sub>, o solo cultivado com arroz irrigado emite óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), ambos considerados potentes gases de efeito estufa (GEE). O N<sub>2</sub>O é produzido no solo através dos processos de nitrificação/desnitrificação devido principalmente à alternância das condições de umedecimento e secagem (BUTTERBACH-BAHL, 2013), mas também está associada à aplicação de fertilizantes nitrogenados. No entanto, esses insumos são essenciais para a obtenção de altos níveis de produtividade da cultura, pois aumentam a concentração de nitrogênio (N) mineral na solução do solo, suplementando o fornecimento do nutriente às plantas.

No arroz irrigado, a pesquisa indica o parcelamento da dose de N ao longo do ciclo da cultura (SOSBAL, 2016). Outra alternativa para que o nutriente seja disponibilizado nas épocas de maior demanda da planta é o uso de fertilizantes nitrogenados recobertos. Há uma grande variedade de fontes recobertas de N, que podem ser revestidas por polímeros, resinas e micronutrientes com características inibidoras enzimáticas (GUELF, 2017).

Na produção agrícola, o índice Potencial de Aquecimento Global parcial (PAGp) possibilita comparar diferentes manejos, por agrupar as emissões de GEE considerando as propriedades radiativas de cada gás emitido. O PAGp também pode ser relacionado ao rendimento de grãos (PAGp/RG), expressando a intensidade de emissão do cultivo.

O objetivo do trabalho foi avaliar as emissões totais de N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub>, o Potencial de Aquecimento Global parcial e a relação entre o Potencial de Aquecimento Global parcial e o Rendimento de Grãos em cultivos de arroz irrigado adubados com fertilizantes nitrogenados recobertos, comparando-os à ureia, fonte convencional de N para a cultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado sob condições de campo, em Planossolo Háplico, na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado, em Capão do Leão, RS.

O experimento compreendeu seis tratamentos em delineamento de blocos ao acaso, com três repetições: Testemunha - com omissão da adubação nitrogenada em cobertura; Ureia - ureia parcelada em duas aplicações nos estádios de quatro folhas (V4) e iniciação da panícula (R0); Ureia + S - ureia recoberta por enxofre (37% N + 17% S), parcelada nos estádios V4 e R0; Ureia + B Cu - ureia recoberta por boro e cobre (44,6% N, 0,15% Cu e 0,4% B), parcelada nos estádios V4 e R0; URP 60 - ureia recoberta por polímeros com liberação em até 60 dias (30% e 100% do N com liberação em até 15 e 60 dias após a aplicação, respectivamente), integralmente em pré-semeadura; URP 90 - ureia recoberta por polímeros com liberação em até 90 dias (20%, 80% e 100% do N com liberação em até

<sup>1</sup> Doutoranda em Manejo e Conservação do Solo e da Água, Universidade Federal de Pelotas, Av. Eliseu Maciel, s/n, 96010-610, thais\_antolini@hotmail.com.

<sup>2</sup> Professor Departamento de Solos, Universidade Federal de Pelotas.

<sup>3</sup> Pesquisadora Embrapa Clima Temperado, Universidade Federal de Pelotas.

<sup>4</sup> Mestrando em Manejo e Conservação do Solo e da Manejo, Universidade Federal de Pelotas.

<sup>5</sup> Graduandos em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

15, 60 e 90 dias após a aplicação, respectivamente), integralmente em pré-semeadura. Para os tratamentos com aplicação de N em cobertura, utilizou-se como dose recomendada 105 kg ha<sup>-1</sup> de N, parcelado em duas aplicações iguais.

Em pré-semeadura, aplicaram-se a lanço em área total, 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 5-25-25. Portanto, todos os tratamentos receberam 15 kg N ha<sup>-1</sup> na base. A cultivar Puitá Inta-CL foi semeada utilizando espaçamento entrelinhas de 17,5 cm e densidade de 100 kg ha<sup>-1</sup>.

As amostragens de ar foram realizadas semanalmente da semeadura até a colheita do arroz, e três vezes por semana após a aplicação de N. As amostragens foram feitas no horário de 9:00 às 11:00 horas, utilizando-se o método de câmaras estáticas fechadas (MOSIER, 1989). As concentrações de GEE foram determinadas por cromatografia gasosa e os fluxos calculados pela equação:  $f = (\Delta Q/\Delta t).(PV/RT).(M/A)$ , onde,  $f$  é o fluxo de N<sub>2</sub>O e CH<sub>4</sub> (µg m<sup>-2</sup> h<sup>-1</sup>),  $Q$  é a quantidade do gás (µmol mol<sup>-1</sup>) na câmara no momento da coleta,  $t$  é o tempo da amostragem (min),  $P$  é a pressão atmosférica (atm) no interior da câmara - assumida como 1 atm,  $V$  é o volume da câmara (L),  $R$  é a constante dos gases ideais (0,08205 atm L mol<sup>-1</sup> K<sup>-1</sup>),  $T$  é a temperatura dentro da câmara no momento da amostragem (K),  $M$  é a massa molar do gás (µg mol<sup>-1</sup>) e  $A$  é a área da base da câmara (m<sup>2</sup>). As emissões totais da safra foram calculadas pela integração da área sob a curva dos fluxos diários de CH<sub>4</sub> e N<sub>2</sub>O. Com base nas emissões acumuladas e considerando o Potencial de Aquecimento Global (PAG) de cada gás em relação ao CO<sub>2</sub> (25 vezes, para o CH<sub>4</sub>, e 298 vezes, para N<sub>2</sub>O), foram calculados o PAGp em CO<sub>2</sub> equivalente (IPCC, 2007).

A colheita do arroz foi realizada na maturação de colheita (R9), determinando-se o rendimento de grãos (RG). Para tanto, considerou-se uma parcela útil constituída por 7 linhas de plantas com 4 m de comprimento. O material colhido foi trilhado e seco, sendo o rendimento de grãos corrigido para a umidade de 130 g kg<sup>-1</sup> de umidade.

O PAGp e RG foram relacionados através da razão entre os valores de PAGp pelo RG (PAGp/RG kg CO<sub>2</sub> equiv. kg grãos<sup>-1</sup>).

Os valores de emissão total de N<sub>2</sub>O e de CH<sub>4</sub>, PAGp e PAGp/RG foram submetidos a análise de variância, comparando-se as médias dos tratamentos pelo teste Tukey ao nível de 5%, utilizando-se o software Assistat<sup>®</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A emissão total de N<sub>2</sub>O foi influenciada pelo fertilizante nitrogenado (Figura 1a). Os tratamentos com URP 60 e URP 90 apresentaram maior emissão de N<sub>2</sub>O em comparação às demais fontes de N e a testemunha com omissão da adubação nitrogenada em cobertura; a emissão total de ambas as ureias recobertas por polímeros foram semelhantes, correspondendo a 2,8 kg N<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>. Nesses tratamentos, a dose de N foi aplicada integralmente em pré-semeadura, ou seja, antecedendo a entrada de água na lavoura, época em que normalmente ocorrem os maiores fluxos de N<sub>2</sub>O, devido à alternância na condição de umidade do solo (seco para saturado) e, conseqüentemente em seu estado de oxirredução (BUTTERBACH-BAHL, 2013).

A fonte de N não influenciou a emissão total de CH<sub>4</sub> do solo (Figura 1b), que apresentou valor médio de 400 kg CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup>. Os resultados de estudos sobre o efeito da adubação nitrogenada sobre a emissão de CH<sub>4</sub> no arroz irrigado são variáveis, de forma que em alguns estudos verifica-se efeito do N e em outros a influência não é constatada. Nesse sentido, os resultados de Xiong et al. (2007) foram semelhantes ao do presente trabalho, não estabelecendo efeito da fonte de N sobre as emissões de CH<sub>4</sub> pelo arroz irrigado.

Os valores de Potencial de Aquecimento Global parcial (PAGp) do cultivo de arroz em função da fonte de N são apresentados na Figura 1c. Os valores determinados variaram de 9.013 kg CO<sub>2</sub> eq. ha<sup>-1</sup>, no tratamento com uso de ureia comum, a 12.413 kg CO<sub>2</sub> eq. ha<sup>-1</sup>, naquele com aplicação de URP 60. As variações medidas não apresentaram, porém, significância estatística. Os resultados obtidos indicam que o uso de ureia, fonte comumente utilizada no arroz irrigado, não intensifica as emissões de GEE, visto que proporcionou um PAGp semelhante ao da testemunha sem aplicação de N em cobertura. As demais fontes

nitrogenadas (ureias recobertas) apresentaram desempenho semelhantes ao da ureia quanto a emissão de GEE. Explica-se esse comportamento pelo fato de as emissões de CH<sub>4</sub>, principal componente do PAGp, terem sido equivalentes entre os fertilizantes.

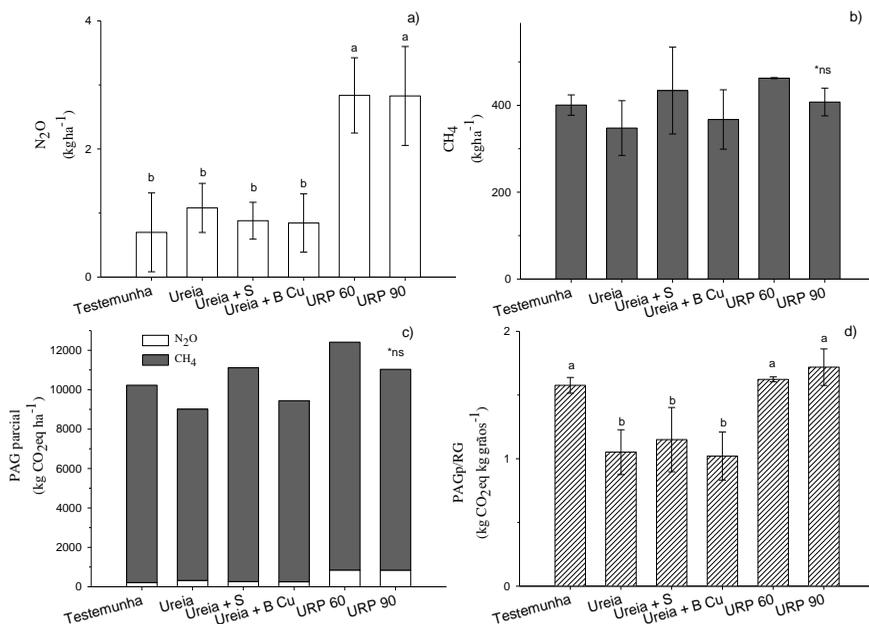


Figura 1: Emissão total de N<sub>2</sub>O (a) e de CH<sub>4</sub> (b) e Potencial de Aquecimento Global parcial (c) e Potencial de Aquecimento Global parcial/Rendimento de Grãos (d) do cultivo de arroz irrigado com diferentes fontes nitrogenadas: Testemunha - sem N em cobertura; Ureia - duas aplicações de ureia em cobertura; Ureia + S - duas aplicações de ureia recoberta com enxofre; Ureia + B Cu - duas aplicações de ureia recoberta por boro e cobre em cobertura; URP 60 - aplicação em pré-semeadura de ureia recoberta por polímero com liberação em até 60 dias; URP 90 - aplicação em pré-semeadura de ureia recoberta por polímero com liberação em até 90 dias. Barras acompanhadas da mesma letra nas colunas não diferem pelo teste Tukey (p<0,05). ns= não significativo.

A relação Potencial de Aquecimento Global parcial/Rendimento de Grãos (PAGp/RG) é apresentada na Figura 1d. Os menores valores de PAGp/RG foram observados para os tratamentos Ureia, Ureia + S e Ureia + B Cu, correspondendo, respectivamente, a 1,05 kg CO<sub>2</sub> eq. kg grãos<sup>-1</sup>, 1,15 kg CO<sub>2</sub> eq. kg grãos<sup>-1</sup> e 1,02 kg CO<sub>2</sub> eq. kg grãos<sup>-1</sup>. Por outro lado, os tratamentos Testemunha, URP 60 e URP 90 apresentaram os maiores valores para a relação de PAGp/RG, quais sejam: 1,58 kg CO<sub>2</sub> eq. kg grãos<sup>-1</sup>, 1,62 kg CO<sub>2</sub> eq. kg grãos<sup>-1</sup> e 1,72 kg CO<sub>2</sub> eq. kg grãos<sup>-1</sup>, respectivamente. Estes tratamentos apresentaram rendimento de grãos abaixo de 8.000 kg ha<sup>-1</sup>. Como esse índice expressa a emissão de CO<sub>2</sub> equivalente associada a cada quilograma de grãos produzido, os tratamentos com menor produtividade resultaram em maiores valores da relação PAGp/RG.

A ureia não apresentou valor de PAGp/RG superior ao das fontes de N com recobrimento, demonstrando que o uso das ureias com recobrimento testadas não trouxe benefícios com relação à intensidade de emissão de GEE, em relação à ureia, no arroz irrigado por inundação contínua. Além disso, a ureia reduziu esta relação em comparação à testemunha sem N, em razão de ter proporcionado maior rendimento de grãos à cultura,

através da suplementação no fornecimento de N. Isso demonstra a importância do suprimento adequado de N ao arroz sobre a relação entre o potencial de aquecimento global e o rendimento de grãos.

O comportamento dos fertilizantes nitrogenados recobertos variou em função do modo de aplicação, de maneira que as fontes aplicadas de forma parcelada foram semelhantes à ureia. Já as fontes recobertas aplicadas integralmente em pré-semeadura aumentaram o índice PAG/RG, devido ao aumento na emissão de N<sub>2</sub>O e ligeira redução no rendimento de grãos. Segundo MOTA (2013), a eficiência dos fertilizantes recobertos pode ser alterada ou comprometida por variações em atributos do solo, como temperatura, umidade e atividade de micro-organismos mais elevadas. Especificamente no cultivo de arroz irrigado, o efeito de tais fontes de N pode ser afetado, ainda, pela presença contínua de água, afetando a integridade da camada de recobrimento do fertilizante, acelerando a liberação do nutriente.

## CONCLUSÃO

As emissões de N<sub>2</sub>O de fertilizantes nitrogenados recobertos aplicados parcelados são comparáveis à ureia da no cultivo de arroz irrigado. Por outro lado, as emissões de CH<sub>4</sub> e o potencial de aquecimento global parcial não são influenciados pela fonte de nitrogênio.

A relação potencial de aquecimento global parcial/rendimento de grãos proporcionada por fertilizantes nitrogenados recobertos é reduzida quando esses são aplicados parcelados ao longo do cultivo do arroz irrigado, relativamente à aplicação integral em pré-semeadura.

## AGRADECIMENTOS

A CAPES, ao CNPq e EMBRAPA pela bolsa de estudos e auxílio à pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BUTTERBACH-BAHL, K. et al. Nitrous oxide emissions from soils: how well do we understand the processes and their controls? **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, London, UK, v. 368, 20130122, mai. 2013. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1098/rstb.2013.0122>>. Acesso em: 12 mai. 2017.
- GUELFI, D. **Fertilizantes nitrogenados estabilizados, de liberação lenta ou controlada**. Piracicaba, SP: IPNI Informações Agronômicas, 2017.
- IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the 5th Assessment Report of the IPCC. Cambridge, NY: Cambridge University Press, 2007.
- LIANG, X. Q. et al. Nitrogen management to reduce yield-scaled global warming potential in rice. **Field Crops Research**, Amsterdam, NL, v. 146, p. 66-74, mar. 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.fcr.2013.03.002>>. Acesso em: 19 mai. 2017.
- MALYAN, S. K. et al. Methane production, oxidation and mitigation: A mechanistic understanding and comprehensive evaluation of influencing factors. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, NL, v. 572, p. 874-896, dez. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.182>>. Acesso em: 29 mai. 2017.
- MOSIER, A.R. Chamber and isotope techniques. In: ANDREAE, M.O.; SCHIMMEL, D.S. **Exchange of trace gases between terrestrial ecosystems and the atmosphere: report of the Dahlem Workshop**. Berlin, DE: Wiley, 1989. p.175-187. Disponível em: <<https://dl.sciencesocieties.org/publications/jeq/abstracts/35/4/1584>>. Acesso em: 12 mai. 2017.
- MOTA, M. R. **Fontes de liberação lenta como alternativa para aumentar a eficiência de uso do nitrogênio**. 2013. 68 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.
- SOSBAI - Sociedade Sul-Brasileira de arroz irrigado. **Arroz irrigado: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil**. Pelotas, RS: SOSBAI, 2016.