



9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015  
10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo

## FLUXOS DE METANO EM CULTIVO DE ARROZ IRRIGADO POR INUNDAÇÃO EM SISTEMA PRÉ-GERMINADO NO MUNICÍPIO DE PINDAMONHANGABA, SP

Giovana das Graças **Batista**<sup>1</sup>; Magda Aparecida de **Lima**<sup>2</sup>, José Adriano da **Silva**<sup>3</sup>, Omar Vieira **Villela**<sup>4</sup>

Nº 15404

**RESUMO** – O cultivo de arroz irrigado por inundação representa uma das principais fontes antrópicas globais de metano ( $CH_4$ ), um importante gás de efeito estufa que afeta fortemente a fotoquímica da atmosfera. A produção e emissão de  $CH_4$  são influenciadas por diversos fatores, tais como o clima, resíduos orgânicos na água e no solo, exsudatos das raízes, regime de água e manejo, características físico-químicas e biológicas do solo e cultivar. Este experimento objetivou a avaliação das emissões diárias e sazonais deste gás utilizando-se duas variedades, IAC-105 e Epagri-106, em sistema de cultivo pré-germinado na cidade de Pindamonhangaba, SP. A amostragem dos gases foi realizada através do método de câmara estática e análise cromatográfica. Também foram coletadas amostras de biomassa para medição do peso seco e temperatura e pH do solo e da água, condutividade da água e potencial de redução do solo. Os resultados mostram aumento das emissões de metano conforme o crescimento da planta, com pico principal ocorrendo na floração próximo à transição para a fase de maturação. As emissões da variedade IAC-105 superaram as emissões da Epagri-106 em 177 mg, de acordo com as análises realizadas até o momento.

**Palavras-chaves:** gases de efeito estufa, arroz irrigado, sistema pré-germinado, IAC-105, Epagri-106, Brasil

1 Autor, Bolsista CNPq (PIBIC): Graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária, PUCC, Campinas-SP; giovanabatista18@hotmail.com

2 Orientador: Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna-SP; magda.lima@embrapa.br

3 Colaborador, Bolsista Embrapa: Graduação em Engenharia Ambiental, Faculdade de Jaguariúna, Jaguariúna-SP

4 Colaborador, Pesquisador da APTA, Pindamonhangaba-SP



**9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015**  
**10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo**

**ABSTRACT** – *Irrigated rice cultivation represents one of the main global anthropogenic sources of methane (CH<sub>4</sub>), an important greenhouse gas that strongly affects atmospheric photochemistry. Methane production and emission are influenced by several factors such as climate, organic residues in water and soil, root exudates, water regime and management, physical-chemical and biological soil characteristics and the type of cultivar. This present experiment aimed the assessment of daily and seasonal emissions of methane using two cultivars, IAC-105 and Epagri-106, at a pre-germinate system in the municipality of Pindamonhangaba, SP. Gas sampling was performed through the static chamber method and analysis were conducted in a gas chromatograph. In addition, biomass samples were collected for measurements of their dry weight as well as soil and water temperature and pH, water conductivity and soil reduction potential. The results show an increase of methane emission according to the plant growth with its major peak pointed at the heading near the transition to the maturation stage. Emissions from the IAC-105 cultivar surpassed emissions from the Epagri-106 cultivar by 177 mg according to the analysis performed so far.*

**Key-words:** methane, irrigated rice, pre-germinate, IAC-105, Epagri-106, Brazil

## **1 INTRODUÇÃO**

O metano (CH<sub>4</sub>), um dos mais importantes gases de efeito estufa, possui potencial de aquecimento global em torno de 25 vezes maior do que o dióxido de carbono. Dentre suas fontes antrópicas, estima-se que os arrozais irrigados por inundação correspondem por aproximadamente 19% das emissões totais globais de metano (LIMA *et al.*, 2013), pois há formação de um ambiente anaeróbio no solo através da inundação, favorecendo a atuação de bactérias metanogênicas. O clima, resíduos orgânicos na água e no solo, exsudatos das raízes, regime de água e manejo, propriedades físico-químicas e biológicas do solo e fisiologia da planta são aspectos que influenciam nas emissões de CH<sub>4</sub> (SASS; FISHER Jr., 1998), que é liberado na atmosfera por ebulição, por difusão na interface solo-água e pelo aerênquima das próprias plantas de arroz (LIMA *et al.*, 2012).

Estudos indicam a influência varietal na emissão de CH<sub>4</sub>, como por exemplo, na produção de exsudatos de raízes (WANG; ADACHI, 2000), altura de plantas (DING *et al.*,



## 9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015 10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo

1999), e na capacidade de transporte difusivo do CH<sub>4</sub> (WASSMANN *et al.*, 2002). Pouco se conhece sobre o potencial de emissão de CH<sub>4</sub> de diferentes variedades de arroz nas lavouras praticadas no país e esta informação poderia contribuir com estratégias de mitigação na escolha do tipo de variedade que atenda às expectativas de produção com menores emissões.

Embora alguns autores tenham encontrado uma correlação positiva entre biomassa da parte aérea com maiores taxas de emissão de CH<sub>4</sub> (SASS *et al.*, 1990), variedades com alta biomassa da parte aérea ou da raiz não são necessariamente relacionadas a maiores emissões de CH<sub>4</sub> (WATANABE *et al.*, 1995; SHIN & YUN, 2000). Outros estudos relacionam o número de perfilhos, biomassa aérea e produção de grãos com maiores ou menores emissões de CH<sub>4</sub> (LIMA *et al.*, 2013).

O objetivo deste trabalho foi avaliar as emissões diárias e sazonais de CH<sub>4</sub> para a safra 2014/2015 sob o cultivo das variedades IAC-105 e Epagri-106, desenvolvidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas e Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, respectivamente, no campo experimental do Pólo Regional de Desenvolvimento do Vale do Paraíba da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) no município de Pindamonhangaba, SP, região onde está concentrada a produção deste grão no Estado.

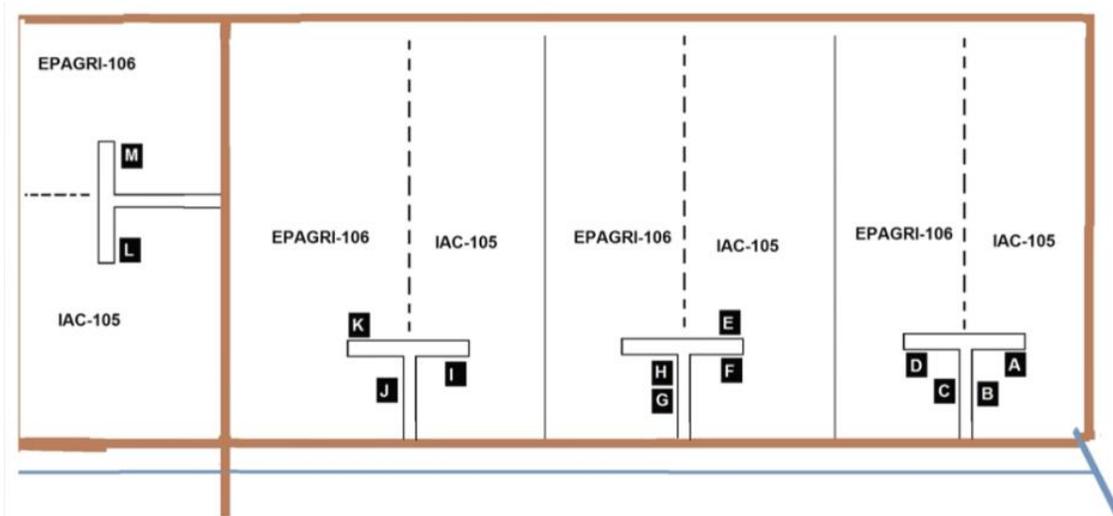
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

A área total corresponde a pouco mais de 0,31 hectares divididos em oito parcelas. As 13 câmaras disponíveis para coleta de gases foram posicionadas aleatoriamente ao lado de passarelas de madeira, que adentram no campo inundado, no primeiro dia de coleta e identificadas de A a M em sentido horário, conforme esquema mostrado na Figura 1.

As variedades foram plantadas em parcelas de 0,15 ha (IAC-105) e 0,16 ha (Epagri-106) em cultivo pré-germinado com manejo contínuo de água em solo do tipo gleissolo de textura argilosa e franco argilosa (LIMA *et al.*, 2012). A densidade de sementes foi de 140 quilogramas por hectare de ambas as variedades. O desenho experimental foi de blocos ao acaso, com quatro repetições.

A variedade IAC-105 caracteriza-se como de ciclo intermediário, com maturação média de 135 dias, possuindo altura média de 92 centímetros (IAC, 2005), e a variedade Epagri-106 é de ciclo curto, com maturação média de 114 dias e altura média de 97 centímetros (VIEIRA *et al.*, 2007).

As campanhas de coleta foram realizadas ao menos uma vez por semana por meio de câmaras estáticas (60cm x 60cm) fabricadas em alumínio. De acordo com Lima *et al.* (2012), a câmara é composta por: base, fixada no solo durante todo o experimento, com aberturas esféricas para a circulação da água que devem ser devidamente seladas no momento da coleta; extensores, que são colocados sobre a base à medida que a planta cresce; e topo removível, que é posicionado no momento da coleta. A vedação entre essas partes é feita com água. O topo apresenta ventiladores internos para homogeneização do ar; orifício para encaixe de termômetro digital de haste para indicação da temperatura interna no momento da coleta (em °C); abertura para colocação de septo de borracha com conexão feita por uma mangueira até a seringa de amostragem de 60 mL; e abertura para encaixe de septo de borracha para equalização do ar interno após o encaixe do topo na base/extensores.



**Figura 1.** Esquema (sem escala) do posicionamento das câmaras, da disposição das passarelas e da distribuição das variedades.



## 9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015 10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo

Para cada câmara utilizou-se uma ficha de caracterização e anotação, sendo esta utilizada em cada evento de coleta, contendo: data; hora de início; alturas (câmara a partir da lâmina d'água, lâmina d'água e da planta); fase da planta; condições do tempo; temperaturas para cada tempo; pH (solo e água); temperaturas do ar, da água e do solo a 2, 5 e 10 centímetros; condutividade elétrica da água e potencial de redução do solo.

A amostragem de gases é feita no intervalo entre 5, 10, 15, 20 e 25 minutos, sendo que o ventilador é ligado 30 segundos antes de cada tempo durante 15 segundos, e os 15 segundos restantes são utilizados para extração do gás pela mangueira de conexão através do bombeamento da seringa até o minuto de coleta. A amostra na seringa de 60 mL, com válvula de três vias do tipo “luer lock”, é transferida para frascos de vidro (vials) à vácuo de 12 ou 20 mL, com auxílio de uma agulha de dimensões proporcionais a cada tipo de frasco utilizado. As amostras são levadas ao laboratório para análise em cromatógrafo a gás (marca Shimadzu, modelo GC 2014).

Para o cálculo dos fluxos de  $\text{CH}_4$  utilizou-se regressão linear, onde o fluxo é expresso em miligramas por metro quadrado por dia ( $\text{mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ). O cálculo é feito a partir da variação da concentração do gás na câmara ( $\text{ppm min}^{-1}$ ); peso molecular (g); volume molecular do gás, corrigido para a temperatura do interior da câmara ao longo da amostragem; volume ( $\text{dm}^3$ ) e área da câmara ( $\text{cm}^2$ ). Interpolações foram feitas para os dias em que não houve coleta para o cálculo de fluxos sazonais, a serem realizados no final do experimento.

Em cinco ocasiões, foi realizada também a amostragem de biomassa (peso seco) da parte aérea, um dos fatores geralmente associados às taxas de emissão de  $\text{CH}_4$ . Os dados de peso seco deverão ser utilizados também para simulação de emissão de  $\text{CH}_4$  pelo simulador DNDC (Denitrification-Decomposition) (LI, 2007), em processamento por outra equipe de trabalho. O número de perfilhos será obtido neste experimento na ocasião da colheita, assim como os pesos secos de plantas de cada câmara.

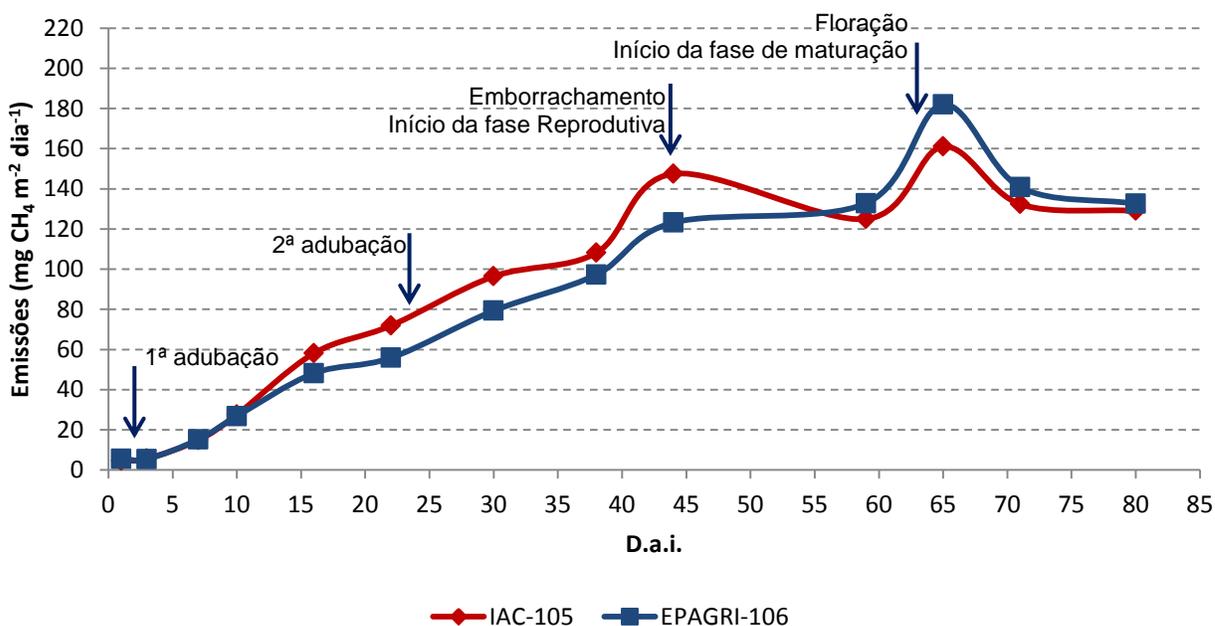
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento teve início em 06 de fevereiro de 2015 com a formação do barro, sendo que a semeadura de ambas as variedades foi realizada após oito dias. O término está

previsto para o mês de julho deste ano e ainda há amostras pendentes para análise no cromatógrafo a gás. Desta forma, não será possível a apresentação dos resultados finais, cabendo ressaltar que os resultados parciais foram considerados a partir das amostras analisadas até a última semana do mês de maio.

As parcelas de IAC-105 não tiveram o mesmo ritmo de progresso e pleno desenvolvimento na fase de maturação como a Epagri-106, devido ao atraso para o início e à chegada de frentes frias.

Após as análises cromatográficas, os resultados de concentrações de CH<sub>4</sub> para cada câmara foram integrados de acordo com a respectiva variedade e então calculada a média das emissões nos dias de coleta. Na Figura 2 apresentam-se as emissões calculadas nos dias de amostragem, em mg CH<sub>4</sub> m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, até maio de 2015, por dias após inundação (d.a.i.). Maiores emissões ocorrem após a adubação e em função da fase da planta.



**Figura 2.** Emissões de metano nos dias coletados, em mg CH<sub>4</sub> m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>

Verifica-se pelo gráfico que a variedade IAC-105 foi responsável pelas maiores emissões a partir do décimo d.a.i. até próximo ao 59º d.a.i., ou seja, na maior parte da fase vegetativa, mas foi ultrapassado pela Epagri-106 após este período até 21 de maio (dados



## 9º Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2015 10 a 12 de agosto de 2015 – Campinas, São Paulo

de análise disponível). Esta intensificação nas emissões pela variedade Epagri-106 ocorreu pouco antes de sua floração. Ainda segundo o gráfico, percebe-se que as emissões crescem à medida que a planta se desenvolve, com o pico principal ocorrendo próximo à fase de floração. As emissões sazonais de  $\text{CH}_4$  foram estimadas em  $6.930,33 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  para o IAC-105 e  $6.753,20 \text{ mg CH}_4 \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  para o Epagri-106.

Em estudo realizado no Estado do Rio Grande do Sul, Moterle (2011), utilizando 19 variedades de arroz irrigado de diferentes características morfofisiológicas, encontrou que menores emissões de  $\text{CH}_4$  estão correlacionadas com a estatura das plantas de arroz, de forma que quanto maior a estatura maior o efluxo. No presente experimento, porém, as plantas da variedade IAC-105, apesar de apresentarem altura semelhante à Epagri-106 ao final do crescimento, mostraram estatura menor em grande parte da fase vegetativa contrastando com maiores emissões. Tratamentos estatísticos posteriores serão efetuados para uma análise mais profunda sobre a possível relação entre altura de planta e emissão de  $\text{CH}_4$ .

### 4 CONCLUSÃO

A escolha da variedade de arroz influencia as emissões de  $\text{CH}_4$  em cultivo de arroz irrigado por inundação. As emissões de  $\text{CH}_4$  ocorrem de forma diferenciada em diferentes fases do ciclo de desenvolvimento das variedades IAC-105 e Epagri-106, mas, em geral, seguem o mesmo padrão. Embora os valores sejam próximos, a emissão sazonal da variedade IAC-105 superou a da Epagri-106.

### 5 AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq – pela concessão da bolsa; à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA por me possibilitar a execução do experimento; à minha orientadora, Dra. Magda Lima, pelos ensinamentos; ao Sr. Jamil, pelo apoio ao trabalho em campo, e a todos os colaboradores envolvidos para a realização deste trabalho.



## 6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DING, A. WILLIS, C.R.; SASS, R.L.; FISHER Jr., F.M. Methane emissions from rice fields: Effect of plant height among several rice cultivars. **Global Biogeochemical Cycles**, v.13, n.4, p.1045-1052, 1999.

IAC. 2005. **Nova cultivar de arroz irrigado para o Estado de São Paulo**. Instituto Agrônômico, Campinas, SP.(folder).

LI, C. Quantifying greenhouse gas emissions from soils: Scientific basis and modeling approach. **Soil Science Plant Nutrition**, v.53, p.344-352, 2007.

LIMA, M. A. FRIGHETTO, R.T.S.; VILLELA, O.V; COSTA, F.S.; BAYER, C.; MACEDO, V.R.M; MARCOLIN, E.. Emissão de metano em cultivo de arroz irrigado por inundação. In: LIMA, M.A. *et al.* (ed.). **Estoque de carbono e emissão de gases de efeito estufa na agropecuária brasileira**. Brasília: Embrapa, 2012. p.193-221.

LIMA, M. A.; PESSOA, M. C. P. Y.; VILELLA, O. V. Emissão em cultivo de arroz irrigado por inundação. In: ARAÚJO, A. P.; ALVES, B. J. R. **Tópicos em Ciência do Solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa: SBCS, 2013. v.8. p 93-139.

MOTERLE, D.F. **Efluxo de metano em solo sob manejo de irrigação e cultivares de arroz irrigado**. 2013. 146f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

SASS, R.L.; F.M. FISHER, Jr. Methane from Irrigated Rice Cultivation. In: PARASHAR, D. C. (ed). **Global Environment Chemistry**. New Delhi: Narosa Publishing House, 1998. p.77-94.

SASS, R. L. FISHER Jr., F.M.; HARCOMBE, P.A.; TURNER, F.T. Methane production and emission in a Texas rice field. **Global Biogeochemical Cycles**, v.4, p.47-68, 1990.

SHIN, Y. K.; & YUN, S. H. Varietal differences in methane emission from Korean rice cultivars. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.58, n.1-3, p.315-319, 2000.

VIEIRA, J.; MARSCHALEK, R.; SCHIOCCHET, M.A. **Cultivares de arroz da Epagri – Descrição e caracterização**. Florianópolis: Epagri, 2007.76p.(Epagri. Boletim Técnico, 138).

WANG., B. ADACHI, K. Differences among rice cultivars in root exudation, methane oxidation, and populations of methanogenic and methanotrophic bacteria in relation to methane emission. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.58, p. 349-356, 2000.

WASSMANN, R.; AULAKH, M.S.; LANTIN, R.S.; RENNENBERG, H.; ADUNA, J.B. Methane emission patters from rice fields planted to several rice cultivar for nine seasons. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.64, p.111-124, 2002.

WATANABE, A.; KAJIWARA, M.; TASHIRO, T.; KIMURA, M. Influence of rice cultivar on methane emission from paddy fields. **Plant Soil**, v.17, p.51-56, 1995.