

EMISIONES DE METANO Y ÓXIDO NITROSO EN LA ROTACIÓN ARROZ-PASTURA EN EL ESTE URUGUAYO

Pereyra, V. ⁽¹⁾; S. Tarlera ⁽¹⁾; M. Urraburu ⁽²⁾; A. Fernández ⁽¹⁾; J. Terra⁽³⁾ y P. Irisarri ⁽²⁾

(1) Facultad de Química, Gral. Flores 2124, Montevideo, Uruguay, starlera@fq.edu.uy

(2) Facultad de Agronomía, Garzón 809, Montevideo, Uruguay, irisarri@fagro.edu.uy

(3) INIA Treinta y Tres, Ruta 8 Km 281, Treinta y Tres, Uruguay, jtterra@inia.org.uy.

RESUMEN

El cultivo de arroz es considerado una fuente importante de emisiones de metano y óxido nitroso. El objetivo de este trabajo fue cuantificar *in situ* las emisiones de CH₄ y N₂O en arrozales de la zona Este del Uruguay y la incidencia de algunos manejos de cultivo: régimen de inundación, fertilización nitrogenada y coberturas invernales. Los tratamientos en invernáculo fueron inundación a los 21 días de la emergencia del arroz con y sin fertilización nitrogenada e inundación a los 45 días de la emergencia. En el campo se comparó cobertura invernal con raigrás o sin vegetación y pasturas después del arroz. Para cuantificar los flujos de CH₄ y N₂O emitidos se utilizó el “método de cámaras cerradas” transparentes que permitieron incluir la planta de arroz, se tomaron muestras de aire dentro de las campanas y la determinación de los gases se realizó por cromatografía. En general, las emisiones de CH₄ y N₂O mostraron un comportamiento opuesto en el transcurso del ciclo de cultivo. El principal factor determinante de la emisión de CH₄ fue el contenido de agua en el suelo y la presencia de raigrás como cobertura previa con fertilización nitrogenada, posiblemente debido al aporte extra de materia orgánica. La emisión de N₂O disminuyó hasta valores casi nulos a partir de la primera semana de inundación y durante el barbecho sólo se observó un evento de emisión posterior al laboreo de verano.

PALABRAS CLAVE: Gases de efecto invernadero, agricultura, arroz.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz es considerado una fuente importante de emisiones de metano y óxido nitroso, contribuyendo así al cambio climático global (Johnson-Beebout, 2009). Este cultivo se estima produce 100 Mt de CH₄ por año en el mundo, constituyendo la fuente antropogénica principal de emisión del gas (Jacobson, 2005). En los arrozales de clima templado, más del 90% del metano es emitido a través del transporte vía la planta y varios son los factores que afectan la emisión, entre ellos el potencial redox y pH del suelo, fertilización nitrogenada, la temperatura, la variedad, la etapa de crecimiento de la planta y las prácticas de manejo de agua y del cultivo (Dubey, 2005; Towprayoon, *et al.*, 2005).

La producción de N₂O ocurre a través del proceso de desnitrificación y / o nitrificación. La nitrificación es un proceso aerobio pero cuando la provisión de oxígeno está limitada, se genera N₂O como sub-producto mientras que la desnitrificación se activa ni bien el oxígeno ha sido consumido creándose microambientes anóxicos dentro del perfil del suelo (Smith *et al.*, 2003). La tasa de emisión de N₂O de suelos de arrozales inundados es relativamente baja en comparación con lo que ocurre en suelos secos (De Datta *et al.*, 1991). Las emisiones de N₂O ocurren principalmente en el período de secano (Xing *et al.*, 2002) el cual puede variar según las prácticas de manejo de agua locales.

En Uruguay, el arroz comparte el uso del suelo en rotaciones con pasturas. El objetivo de este trabajo fue cuantificar *in situ* las emisiones de CH₄ y N₂O en arrozales de la zona Este del Uruguay y la incidencia de distintos manejos de cultivo: régimen de inundación, fertilización nitrogenada y coberturas invernales.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un ensayo de invernáculo en el Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA) en Treinta y Tres.

Se sembró la variedad de arroz "El Paso 144" en macetas con 4 repeticiones y los tratamientos fueron: a) inundación a los 21 días de la emergencia de la planta de arroz (DDE), con fertilización nitrogenada; b) inundación a los 21 DDE, sin fertilización nitrogenada; y c) inundación a los 45 DDE, con fertilización nitrogenada. El fertilizante se aplicó a la siembra 120 kg/ha de 18-46-0 y al macollaje (urea 50 kg/ha). En el ensayo de campo realizado en la estación Experimental Paso de la Laguna se compararon distintos tipos de cobertura invernal previa a la siembra: sin vegetación y raigrás, sin fertilización y con aplicación de a la siembra de 120 kg/ha de 18-46-0 y 2 coberturas con urea 60 kg/ha a los 21 y a los 51 DDE. Para cuantificar el flujo de CH_4 y N_2O emitidos se utilizó el "método de cámaras cerradas" de acrílico transparentes de 40 x 40 x 60 cm de altura colocadas sobre una base de acero inoxidable que se insertaba en el suelo (IAEA, 1992). Se tomaron periódicamente muestras de la atmósfera de la cámara en viales de 10 ml al vacío a intervalos regulares de 30 minutos. El análisis de las concentraciones de CH_4 y N_2O en las muestras de aire se realizó mediante cromatografía gaseosa. Simultáneamente a los muestreos de aire se tomaron muestras de los 10 cm superficiales de los suelos bajo estudio para la determinación de pH, concentración de NO_3^- y NH_4^+ .

RESULTADOS

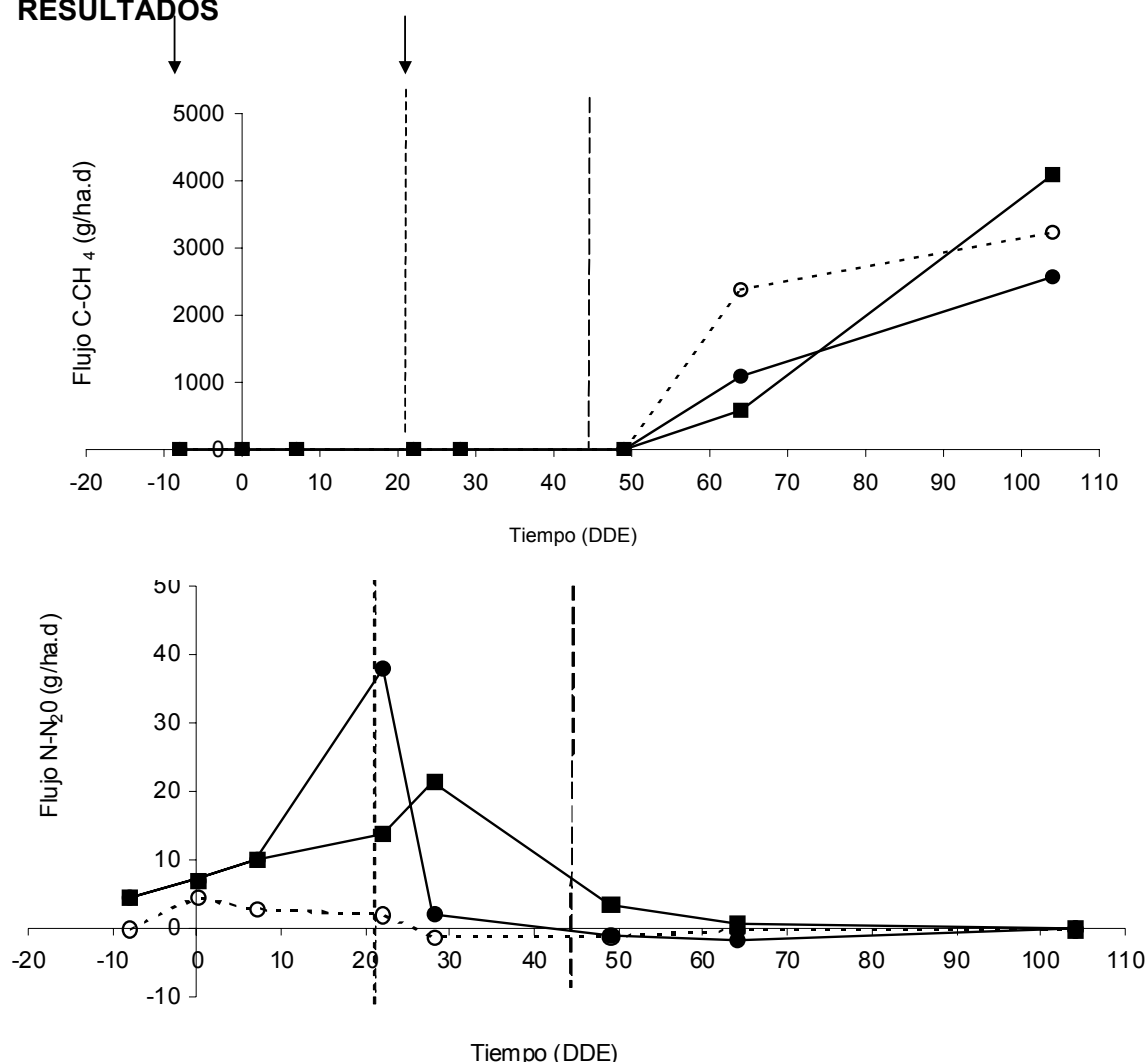
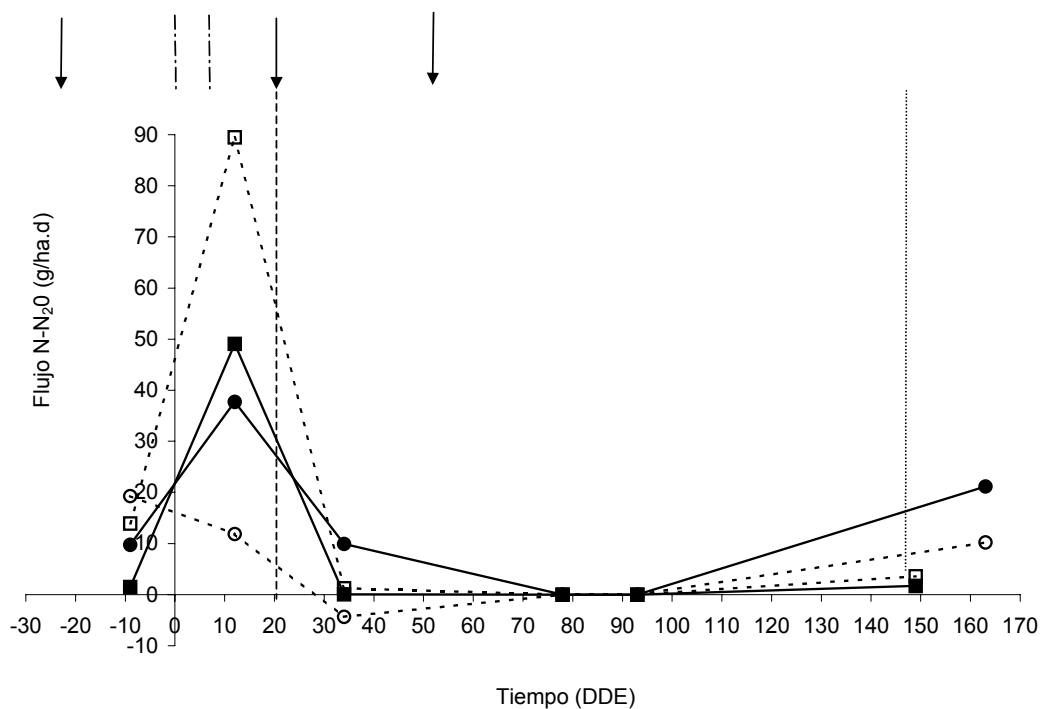
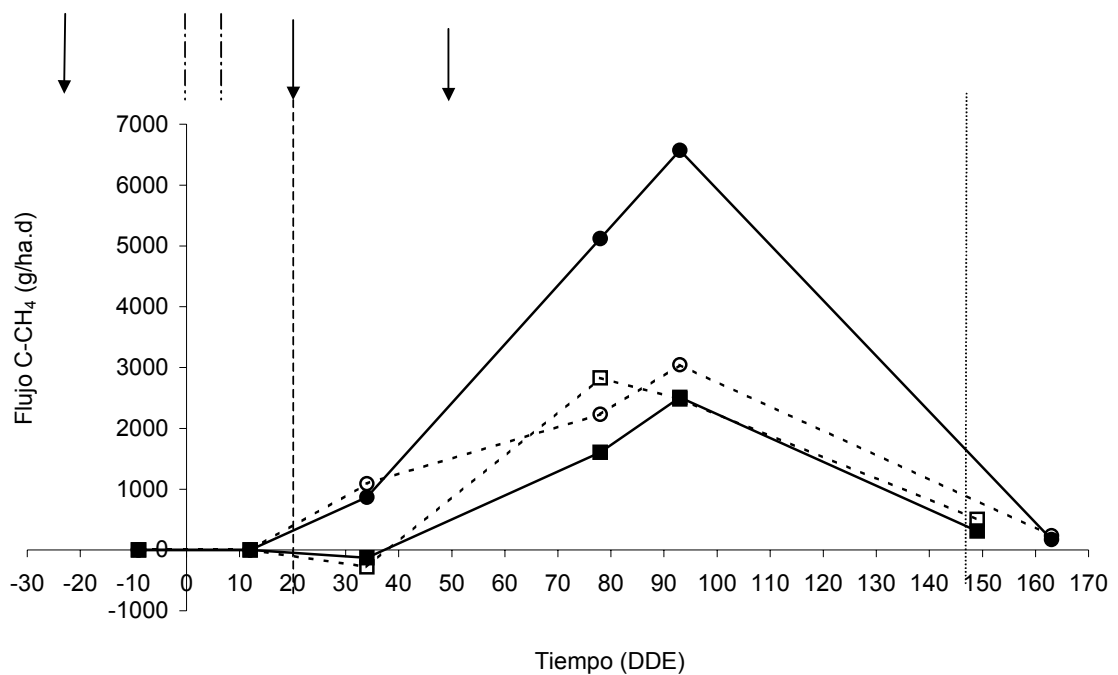


Figura 1. Emisión de C-CH₄ y N-N₂O en ensayo de Invernáculo en función del tiempo (DDE: días después de emergencia). En invernáculo se aplicaron 3 tratamientos: Inundación a los 21 días de la emergencia con N (◆); Inundación a los 21 días sin N (○); Inundación a los 45 días con N (■). Las flechas indican las aplicaciones de fertilización nitrogenada efectuada en los tratamientos correspondientes. Las líneas verticales indican el momento de inundación del cultivo a los 21 días (—) y a los 45 días (---).



campo se aplicaron 4 tratamientos: Raigrás con N (●); Raigrás sin N (○); Sin vegetación con N (■); Sin vegetación sin N (□). Las flechas indican las aplicaciones de fertilización nitrogenada efectuada en los tratamientos correspondientes. Las líneas verticales indican el momento de inundación del cultivo a los 21 días (-----); momento de retiro de agua del cultivo (___); momentos de baños del cultivo (-·-·-).

En general, las emisiones de CH₄ y N₂O mostraron un comportamiento opuesto en el transcurso del ciclo de cultivo, mientras las primeras se detectaron solo después de inundar, las de N₂O desaparecieron. De acuerdo a los resultados obtenidos, el principal factor

determinante de la emisión de CH₄ fue el contenido de agua en suelo y su influencia en el potencial redox del mismo. Un factor determinante de las tasas de emisión de CH₄ en campo fue la presencia de raigrás como cobertura previa con fertilización nitrogenada, posiblemente debido al aporte extra de materia orgánica al suelo. La emisión de N₂O disminuyó hasta valores casi nulos a partir de una semana de inundación aproximadamente. No hubo correlación ($p > 0.05$) entre los niveles de emisión de CH₄, N₂O y la concentración de NO₃⁻, NH₄⁺, y el pH del suelo. En el período de barbecho, la tendencia observada fue la de un único evento de emisión de N₂O posterior al laboreo de verano, momento en el cual el contenido de humedad del suelo alcanzó los mínimos valores observados durante todo el período de muestreo. Por esta razón, este evento de emisión podría ser atribuido a reacciones microbianas de nitrificación. Además, a lo largo del período de barbecho no se detectó emisión de CH₄, posiblemente debido al alto potencial redox que caracterizó a este suelo.

CONCLUSIÓN

Se determinaron valores absolutos de emisión de CH₄ y N₂O por suelos cultivados con arroz bajo las prácticas agrícolas habitualmente aplicadas en Uruguay. Los resultados obtenidos señalan que el manejo de agua determina en gran medida la dinámica de las emisiones de CH₄ y N₂O. Además, la fertilización nitrogenada y la presencia de la cobertura invernal de raigrás influyeron positivamente en la emisión de N₂O y CH₄.

AGRADECIMIENTOS: FINANCIACIÓN INIA-FPTA N° 238.

BIBLIOGRAFÍA

- De Datta, SK; RJ Buresh; MI Samson & JG Real. 1991. Direct measurement of ammonia and denitrification fluxes from urea applied to rice. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 55:543-548.
- Dubey, SK. 2005. Microbial ecology of methane emission in rice agroecosystem: a review. *Appl Ecol Environ Res* 3(2):1-27.
- Internacional Atomic Energy Agency. 1992. Methane and nitrous oxide flux measurements from soil and plant systems 45-89 en: *Manual of measurement of methane and nitrous oxide emissions from agriculture.*
- Jacobson, MZ. 2005. *Atmospheric pollution: History, science and regulation.* Cambridge University Press. Cambridge, New York.
- Johnson-Beebout, SE; OR Angeles; MA Alberto & RJ Buresh. 2009. Simultaneous minimization of nitrous oxide and methane emission from rice paddy soils is improbable due to redox potential changes with depth in a greenhouse experiment without plants. *Geoderma* 149:45-53.
- Smith, KA; T Ball; F Conen; KE Dobbie; J Massheder & A Rey. 2003. Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from drained irrigated rice fields. *Eu J Soil Sci.* 54:779-791.
- Towprayoon, S; K Smakgahn & S Poonkaew. 2005. Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from drained irrigated rice fields. *Chemosphere.* 59:1547-1556.
- Xing, GX; SL Shi & GY Shen. 2002. Nitrous oxide emissions from paddy soil in three rice-based cropping systems in China. *Nutr. Cycl. Agroecosys.* 64:35-43.