

CUANTIFICACIÓN DE LAS EMISIONES DE METANO Y OXIDO NITROSO EN EL CULTIVO DE ARROZ

M.C. Capurro¹, G. Cantou², A. Roel³, P. Irisarri⁴, S. Tarlera⁵, A. Fernández⁶, S. Riccetto⁷

PALABRAS CLAVE: Gases de efecto invernadero, potencial de calentamiento global, riego, potencial redox.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de arroz bajo riego es considerado una de las principales fuentes mundiales de emisión de metano (CH₄) derivadas de la actividad humana y una importante fuente de óxido nitroso (N₂O); ambos gases contribuyentes al efecto invernadero y responsables de un 25% del aumento del calentamiento global (Jacobson, 2005; Mosier, 1998, citados por Pereyra, 2009).

En Uruguay se estima que 90% del total de CH₄ emitido proviene del sector agropecuario, un 4% corresponde al generado por el cultivo de arroz (DINAMA, 2006). La cuantificación de emisiones de CH₄ y N₂O es fundamental a la hora de computar la Huella de Carbono del sector arrocerero. Estos valores podrían ser atributos de diferenciación del arroz Uruguayo, o por otro lado, podrían comenzar a ser requisitos en mercados extranjeros. De aquí la importancia de cuantificar la emisión de los GEI.

Existe poca información nacional acerca de los niveles de emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en arroz. Las primeras determinaciones fueron realizadas en el marco del Proyecto “Emisiones de metano y óxido nitroso en la rotación arroz-pastura en el este uruguayo”, financiado por el FPTA de INIA (FPTA N° 238, 2007-2010) y ejecutado por Facultad de Química. En este trabajo se constató que el manejo del agua determinó, en gran medida, la dinámica de las emisiones de CH₄ y N₂O.

El presente trabajo tiene como objetivo cuantificar las emisiones de CH₄ y N₂O bajo dos sistemas de manejo diferentes: utilizando prácticas de manejo estándares para el cultivo de arroz en el Uruguay y utilizando sistema de riego contrastante, con déficit controlado. Esta última se plantea como una alternativa para disminuir las emisiones de CH₄, aumentando las de N₂O respecto a un sistema de inundación continua; por lo que sería una herramienta eficaz para mitigar las emisiones de GEI.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo experimental se instaló en la Unidad Experimental “Paso de la Laguna”, sobre un suelo con las siguientes características: pH (H₂O) =6,3, MO =2,29 %, P (Bray) =2,2 ppm, P (Cítrico) =11,8 ppm, K =0,16 meq/100g.

Se evaluaron las emisiones de metano y óxido nitroso para dos sistemas de riego contrastantes: inundación continua (IC30) vs. riego con déficit controlado (RR). El diseño experimental utilizado fue el de parcelas (de 66 m²) en bloques al azar, con seis repeticiones (tres bloques y dos campanas por parcela). El manejo del cultivo se detalla en el cuadro 1.

Cuadro 1. Manejo del cultivo

Fecha	Actividad	Detalle
19/10/2012	Siembra y fertilización	Variedad El Paso 144: 140 kg/ha + 166 kg/ha de 8-39-15
3/11/2012	Emergencia	Emergencia del cultivo
3/12/12	Fertilización	Macollaje: 60 kg/ha de urea
IC30:28/12/12.RR:7/1/13		Primordio: 60 kg/ha de urea**
IC30:3/12/12. RR:7/1/13	Inundación	Establecimiento de la inundación permanente

¹ Ing. Agr., INIA. Programa Arroz. mcapurro@inia.org.uy

² Ing Agr.,INIA. Programa Sustentabilidad Ambiental. gcantou@inia.org.uy

³ Ing. Agr., PhD.. Programa Arroz. aroel@inia.org.uy

⁴ Ing. Agr., Msc.. Departamento de Biología Vegetal, Facultad de Agronomía, UDELAR. irisarri@fagro.edu.uy

⁵ Dra., Cátedra de Microbiología, Departamento de Biociencias, Facultad de Química, UDELAR. starlera@fq.edu.uy

⁶ Dra., Cátedra de Microbiología, Departamento de Biociencias, Facultad de Química, UDELAR. afernand@fq.edu.uy

⁷ INIA, Programa Arroz. sriccetto@inia.org.uy

El tratamiento IC30 consiste en establecer una lámina permanente de agua a partir de 30 días después de la emergencia (DDE). El tratamiento RR se inicia a los 30 DDE estableciendo la condición de suelo saturado. Cuando se consume el 50% del agua disponible en el suelo, se suministra agua de manera que el suelo quede saturado nuevamente. Este tratamiento continúa hasta el estado de primordio floral, en este momento se establece la inundación permanente. El criterio de riego utilizado para inundación permanente fue el mismo para ambos tratamientos y consistió en mantener una lámina de agua continua de 10 cm de profundidad. Se dejó de suministrar agua a los 15 días después del haber alcanzado el 50% de floración. Se llevaron registros del potencial de oxidación y reducción (redox) del suelo durante el período de mediciones para ambos tratamientos.

Para cuantificar las emisiones de CH_4 y N_2O se utilizó el “método de cámaras cerradas”, utilizando cilindros de acrílico transparentes (diseñados en el marco del FPTA N° 238), colocadas sobre una base de acero inoxidable enterrada en el suelo durante todo el transcurso del experimento. La unión de ambas partes se aseguró mediante un cierre de agua para evitar el escape de los gases. Las cámaras contaron con un termómetro interno, un ventilador a batería para asegurar la homogeneidad de la atmósfera interior y un globo de goma, atravesando su sección superior, para mantener el equilibrio entre las presiones externa e interna de la cámara.

La extracción de gases se inició a las 12 pm y el criterio fue diferente para cada gas. Para N_2O , se realizó desde emergencia hasta dos semanas después de establecida la inundación permanente (una vez por semana) y 15 días posteriores al drenaje de la parcela. Se extrajeron 3 medidas a intervalos de 15 minutos (tiempos 0-15'-30'). Para CH_4 los momentos de muestreo fueron a partir de dos semanas desde la inundación hasta dos semanas después de realizado el drenaje de la parcela (una vez por semana). Se toman 3 muestras a intervalos de 30 minutos (tiempos 0-30'-60').

El análisis de las concentraciones de CH_4 y N_2O en las muestras se realizó mediante cromatografía gaseosa en los Laboratorios de Microbiología de las Facultades de Química y Agronomía. La tasa de emisión de ambos gases se calculó según Watanabe et al. (2000): $F = \rho \cdot h \cdot (dC/dt)$. Para el cálculo de las concentraciones de ambos gases, se corrigieron los valores de emisiones considerando las temperaturas medias de cada día para tener el dato de emisión media diaria de los mismos.

RESULTADOS

Se observó en ambos tratamientos un aumento progresivo de la tasa de emisión de metano a partir de la inundación permanente (30 DDE para IC30 y 67 DDE para RR). El nivel máximo alcanzado se encuentra cercano a la floración (98 DDE para IC30 y 100 DDE para RR) para luego disminuir hasta el fin del ciclo y drenaje. El nivel máximo alcanzado en IC30 fue 54% mayor al detectado en el tratamiento RR (9,1 vs. 4,2 kg/ha/d CH_4 , respectivamente). Se determinó una emisión total de CH_4 de 250 kg/ha para IC30 y 96 kg/ha, para RR. Para este último, la aplicación de riegos intermitentes durante el período vegetativo (desde 30 a 65 DDE) afectó el patrón de emisión de CH_4 , así como los valores diarios obtenidos luego de establecida la inundación. Se determinó una emisión total de CH_4 de 250 y 193 kg/ha, para IC30 y RR, respectivamente.

Los patrones de emisión de N_2O fueron parecidos entre ambos tratamientos, los máximos alcanzaron valores de 90 y 83 g/ha/d de N_2O para IC30 y RR, respectivamente. En RR, se detectaron valores de emisión de N_2O durante el período de muestreo de 11 a 67 DDE, debido a que en este se aplicaron riegos intermitentes, alternando períodos de suelo húmedo y seco, generando condiciones favorables para la producción de N_2O . No se continuaron los muestreos posteriormente al establecimiento de la inundación permanente. Se asume que no habrían emisiones ya que ante condiciones anaeróbicas estrictas, se restringe la emisión de este gas (Towprayoon et al., 2005). Luego del retiro de agua (previo a la cosecha), se detectaron valores bajos de N_2O en ambos tratamientos. Se determinó una emisión total de N_2O de 980 y 2105 g/ha, para IC30 y RR, respectivamente.

Los registros de potencial redox reflejaron las condiciones del suelo en los distintos tratamientos. El potencial redox disminuyó gradualmente a partir de la inundación (condición de anaerobiosis, suelo reducido) llegando a valores similares en ambos tratamientos; y aumentó a partir del drenaje (oxigenación del suelo, condición de oxidación). En el tratamiento RR el potencial redox se mantuvo en valores superiores y con períodos de alternancia por más tiempo, durante el transcurso de los riegos intermitentes. Los resultados muestran claramente como el tratamiento del agua afecta el potencial de oxidación y reducción del suelo y éste a su vez, las emisiones de CH_4 y N_2O .

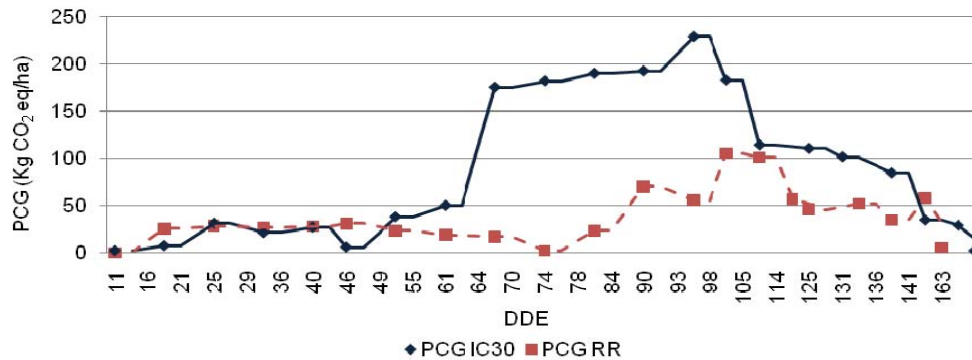


Figura 1. Potencial de Calentamiento Global (PCG) para IC30 y RR.

En cuanto al Potencial de Calentamiento Global (PCG), durante todo el ciclo del cultivo de arroz, el gas de mayor contribución fue el CH₄. Se encontró que el N₂O tuvo una contribución al PCG del 4% para el IC30, en cambio para el RR la contribución fue del 19%.

Los resultados muestran que la aplicación de un sistema de riego con déficit controlado (RR) permitiría reducir el PCG en un 53% respecto a un sistema manejado en condiciones estándares (IC30): 2989 vs 6535 kg/ha CO₂eq., respectivamente. Por lo que sería una buena opción para mitigar las emisiones de GEI. Dichos resultados concuerdan con los encontrados en zafras anteriores. Sin embargo, el tratamiento RR presenta complejidades en su operativa. Implica un control muy estricto del agua en suelo y a su vez, el manejo restrictivo del agua hace que sea altamente riesgoso lograr la concreción de altos rendimientos. Por lo tanto, a nivel de chacra, es difícil su implementación.

La emisión de los gases expresada como CO₂ equivalente por kg de arroz producido, muestra que el tratamiento RR emite 50% menos de CH₄ + N₂O por unidad de producto respecto al IC30 (0.33 vs 0.67). Se resalta el hecho de que ambos tratamientos obtienen una muy buena eficiencia, si los comparamos con los que aparecen en la bibliografía: 1,42 kg CO₂ eq/kg de arroz cáscara en China.

CONCLUSIONES

El manejo del agua afectó las tasas de emisiones de los gases evaluados. La aplicación del sistema de riego con déficit controlado (tratamiento RR), introdujo fluctuaciones en la humedad del suelo (alternancia de periodos de suelo oxidado-reducido) que influyó en las emisiones de ambos gases. Este trabajo muestra cómo las prácticas de manejo del agua interaccionan con los niveles de emisión de los GEI y constituye el pilar inicial para desarrollar buenas prácticas de manejo que permitan alcanzar buenos niveles productivos, preservando a su vez el medio ambiente.

BIBLIOGRAFÍA

- TOWPRAYOON, S., SMAKGahn, K., POONKAEW, S.** 2005. Mitigation of methane and nitrous oxide emissions from drained irrigated rice fields. In *Chemosphere*, v. 59, p. 1547-1556.
- IRISARRI, P; TARLERA, S.; FERNÁNDEZ, A.; PEREIRA, V.; URRABURU, M.; TERRA, J.** 2010. Arroz y gases de efecto invernadero. *Revista Arroz* N° 62. Asociación de Cultivadores de Arroz (ACA).
- PEREYRA; V.** 2009. Emisiones de metano y óxido nítrico en arrozales de la zona este del Uruguay: el manejo de cultivo como factor determinante. *Profundización en Biotecnología, Licenciatura en Ciencias Biológicas. Facultad de Química-Facultad de Ciencias-UDELAR.* 40 p.