

MEDICIONES DE FLUJO DE METANO EN ARROZ EN TIEMPO REAL CON EQUIPOS LI-COR 7810 Y MUESTREADOR INTELIGENTE SMART CHAMBER

J.F. López¹; M. Oxley²; B. Cantera³; C. Delgado⁴; A. Roel⁵

Palabras claves: Gases de efecto invernadero, Drenajes estratégicos, Interacción suelo-planta-atmósfera

Introducción

El sistema de producción arrocerero bajo riego es el principal productor de gases de efecto invernadero (GEI) del sector agrícola, siendo el metano (CH₄) el gas de mayor relevancia (GONZÁLEZ; CARLSSON-KANYAMA, 2007; HOSSEINIYAN KHATIBI *et al.*, 2025; PACHAURI *et al.*, 2015). Su emisión se debe a procesos microbianos anaeróbicos que se desarrollan en suelos saturados. En estas condiciones, el metano es el producto final de la degradación de la materia orgánica (DUBEY, 2005).

En los sistemas arroceros convencionales, el CH₄ es liberado a través de diferentes vías: ebullición, difusión a través de la lámina de agua y a medida que avanza el ciclo del cultivo, mediante el transporte difuso a través del aerenquima de las plantas, siendo esta última la principal vía de escape de este gas (LE MER; ROGER, 2001).

Diversos estudios han demostrado que ciertas prácticas agronómicas tienden a reducir la producción de metano en sistemas arroceros. Entre ellas, el manejo del agua cumple un rol determinante ya que la alternancia de riego en etapas vegetativas limita las condiciones anaeróbicas del suelo, disminuyendo así la actividad metanogénica (CAPURRO *et al.*, 2015; TARLERA *et al.*, 2016).

La medición de emisiones de GEI es esencial tanto para evaluar los efectos del cambio climático sobre los sistemas productivos, así como para identificar oportunidades de mitigación. En este contexto, resulta prioritario disponer de herramientas metodológicas que permitan cuantificar en tiempo real, y a costos relativamente bajos, un número importante de flujos de emisiones de metano en el cultivo de arroz. Esto facilitaría la obtención de factores de emisión representativos y ajustado a la realidad del sistema.

En el marco de este desafío, se desarrolla el proyecto liderado por el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y financiado por Global Methane Hub (GMH), titulado **“TRANSICIÓN HACIA UNA PRODUCCIÓN DE ARROZ MÁS SOSTENIBLE Y CON MENOS EMISIONES DE METANO EN LATINOAMÉRICA”**. Esta iniciativa busca generar conocimiento aplicado para reducir emisiones sin comprometer la productividad ni la seguridad alimentaria en países productores de arroz de la región.

Materiales y Métodos

En el contexto de este proyecto se está evaluando el uso del equipo LI-COR 7810 en conjunto con el muestreador inteligente SMART CHAMBER.

¹ Ing. Agr., Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, 33000 Villa Sara, Treinta y Tres, Uruguay, franciscolg6@gmail.com

² Tec. Agrop., Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, aoxley@inia.org.uy

³ Ing. Agr., Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - Uruguay, braulio.cantera@iica.int

⁴ Ing. Elect., Universidad de Otago - NZ, delcr974@student.otago.ac.nz

⁵ Ph.D., Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, aroel@inia.org.uy

El equipo LI-COR 7810 (<https://www.licor.com/support/LI-7810/manuals.html>) es un analizador de gases traza de alta precisión, basado en espectroscopía de absorción mejorada por cavidad de retroalimentación óptica. El analizador informa y almacena en su memoria interna concentraciones de CH₄ y CO₂, ambos en fracciones molares en aire seco. Presenta las siguientes características:

- Mediciones rápidas
- Corrección de interferencias
- Almacenamiento interno de alta capacidad (62 días de almacenamiento continuo)
- Baterías de larga duración
- Conectividad (Ethernet, Wi-fi)
- Alta practicidad gracias al kit de mochila incluido

El muestreador inteligente SMART CHAMBER (<https://www.licor.com/support/Smart-Chamber/manuals.html>) es una herramienta portátil avanzada que facilita la medición de flujo de gas en el suelo, combinando diversas tecnologías para proporcionar datos en tiempo real y fáciles de manejar. Presenta las siguientes características:

- Capta flujos de gases en el suelo, en conjunto con analizadores de gas LI-COR para calcular los flujos en tiempo real
- Administra de forma autónoma el flujo de gas de la muestra y la mezcla dentro de la cámara
- Cuenta con sonda Stevens HydraProbe de humedad, temperatura y conductividad eléctrica, generando datos auxiliares los cuales se recogen junto con las mediciones de flujos de gases, los cuales se almacenan de forma interna en el SMART CHAMBER
- Conectividad GPS y Wi-fi

Los equipos fueron utilizados para evaluar dos tratamientos contrastantes. El primero corresponde al manejo tradicional, donde la inundación se estableció a los 20 días luego de la emergencia del cultivo (IC20) hasta 60 días post floración. En el segundo tratamiento se realizó el mismo manejo que el IC20 pero se retiró el agua durante 10 días previo a inicio de floración (S10IF).

Para la medición de gases se instalaron puntos de muestreo mediante la colocación de aros plásticos fijos en el suelo, con volumen conocido y dos perforaciones que permitían el flujo de agua entre el interior y el exterior. Estas perforaciones eran selladas con tapones al momento de realizar las mediciones, asegurando condiciones controladas.

Previo a cada medición, se colocaban cámaras estáticas de diversos tamaños, ajustadas al estado fenológico del cultivo, sobre los aros instalados. Sobre estas cámaras se montaba el sistema portátil compuesto por el SMART CHAMBER conectado al analizador de gases LI-COR 7810. Cada medición tenía una duración de 120 segundos, registrándose una lectura de flujo de metano por segundo. Esto permite obtener un gráfico detallado de la evolución de la concentración de gases durante ese intervalo de tiempo (Figura 1).

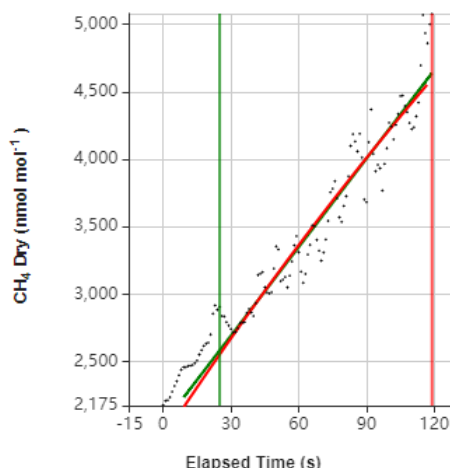


Figura 1 - Concentración de CH₄ en función del tiempo durante el muestreo de gases.

Resultados y Discusiones

En la tabla 1 se presentan los valores registrados con estos equipos en dos fechas, en las cuales el manejo IC20 estaba inundado y S10IF se le había retirado el agua. Estos resultados preliminares muestran una similitud en los flujos de metano para la primera fecha, donde IC20 se encontraba inundado y S10IF con el suelo saturado. A diferencia de la segunda fecha, los flujos registrados en IC20 son muy superiores a los registrados en S10IF que se encontraba parcialmente seco.

Tabla1 - Datos preliminares de flujo de metano, potencial redox y humedad del suelo bajo 2 tratamientos de riego IC20 inundación continua, S10IF retiro de agua 10 días previo a floración.

Fecha	IC20			S10IF		
	CH ₄ nmol.m ⁻² .s ⁻¹	P. redox (mV)	H.Suelo (m ³ .m ⁻³)	CH ₄ nmol.m ⁻² .s ⁻¹	P. redox (mV)	H.Suelo (m ³ .m ⁻³)
23/01/2025	259,4	-197	Inundado	204,4	-260	Saturado
	182,1			159,5		
	408,2	-143	Inundado	285,6	-170	Saturado
	495,3			586,8		
03/02/2025	452,4	-170	Inundado	1,27	38	P.S 0.12
	132,6			-4,43		P.S 0.09
	672,0	-184	Inundado	-1,59	87	P.S 0.22
	572,6			0,77		P.S 0.19

Notas: P.S: parcialmente seco; H. Suelo: humedad del suelo.

Conclusiones

La verificación a gran escala de inventarios y estrategias de mitigación de gases en el cultivo de arroz sigue siendo un desafío, debido a la limitada capacidad de los métodos convencionales (cámaras cerradas) en la obtención de manera rápida y a relativo bajo costo de un significativo número de muestras de flujo de metano. En este contexto, los resultados obtenidos son muy promisorios, ya que el equipo demostró sensibilidad y fue capaz de detectar flujos de CH₄ contrastantes entre dos tratamientos con condiciones de humedad de suelo diferenciales. Estos resultados preliminares evidencian que estas herramientas pueden tener un potencial importante para el monitoreo de emisiones de metano, las cuales deben continuar evaluándose.

Referencias

CAPURRO, MA. C.; TARLERA, S.; IRISARRI, P.; CANTOU, G.; RICCETTO, S.; FERNÁNDEZ, A.; ROEL, Á. Cuantificación de emisiones de metano y óxido nitroso bajo dos manejos de riego contrastantes en el cultivo de arroz. **INIA Serie técnica**, [s. l.], 2015. Disponível em: <http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/ST-220-2015.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2025.

DUBEY, S. K. MICROBIAL ECOLOGY OF METHANE EMISSION IN RICE AGROECOSYSTEM: A REVIEW. **Applied Ecology and Environmental Research**, [s. l.], v. 3, n. 2, p. 1–27, 2005.

GONZÁLEZ, A. D.; CARLSSON-KANYAMA, A. EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO CON ALTO POTENCIAL DE CALENTAMIENTO GLOBAL: EL SECTOR AGROPECUARIO. [s. l.], 2007.

HOSSEINIYAN KHATIBI, S. M.; ADVIENTO-BORBE, M. A.; DIMAANO, N. G.; RADANIELSON, A. M.; ALI, J. Advanced technologies for reducing greenhouse gas emissions from rice fields: Is hybrid rice the game changer?. **Plant Communications**, [s. l.], v. 6, n. 2, p. 101224, 2025.

LE MER, J.; ROGER, P. Production, oxidation, emission and consumption of methane by soils: A review. **European Journal of Soil Biology**, [s. l.], v. 37, n. 1, p. 25–50, 2001.

PACHAURI, R. K.; MAYER, L.; INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (org.). **Climate change 2014: synthesis report**. Geneva, Switzerland: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2015. 2015.

TARLERA, S.; CAPURRO, M. C.; IRISARRI, P.; SCAVINO, A. F.; CANTOU, G.; ROEL, A. Yield-scaled global warming potential of two irrigation management systems in a highly productive rice system. **Scientia Agricola**, [s. l.], v. 73, n. 1, p. 43–50, 2016.