



Foto: Gonzalo Fernández

USO DE SISTEMAS *GreenFeed* PARA LA DETERMINACIÓN DE EMISIONES DE METANO EN LA GANADERÍA DE CRÍA DE URUGUAY

DCV. MSc. PhD. Gonzalo Fernández Turren¹
 Ing. Agr. PhD. Mario Lema¹
 Ing. Agr. PhD. Walter Ayala²

¹Sistema Ganadero Extensivo
²Director Regional INIA Treinta y Tres

La cuantificación de las emisiones de metano en los sistemas ganaderos representa uno de los puntos fundamentales para tomar decisiones en cuanto a herramientas que permitan mitigar las emisiones en nuestro país. En el siguiente artículo se presentan las principales características de los sistemas *GreenFeed* para la determinación de emisiones de metano en bovinos a pastoreo y las líneas de trabajo que se vienen desarrollando.

INTRODUCCIÓN

Las emisiones de gases de efecto invernadero en el Uruguay se originan mayoritariamente en el sector ganadero y es el metano (CH₄) el gas emitido en mayor proporción. El CH₄ es el producto final del proceso de fermentación entérica de los rumiantes y su emisión está afectada por la cantidad y calidad de los alimentos ingeridos, así como por características propias del animal (Johnson and Johnson, 1995).

Es clave recordar que el CH₄ entérico se libera desde el rumen a través de la eructación, se produce en el intestino posterior y se emite en los flatos, o se absorbe desde el tracto digestivo hacia el torrente sanguíneo y se exhala desde los pulmones. La gran mayoría (97 a 98 %) del CH₄ entérico producido se emite a través de la boca y las fosas nasales. Dada la relevancia del campo natural como principal recurso en la alimentación de la ganadería de cría, resulta trascendente contar con estimaciones locales de emisiones en animales a pastoreo.

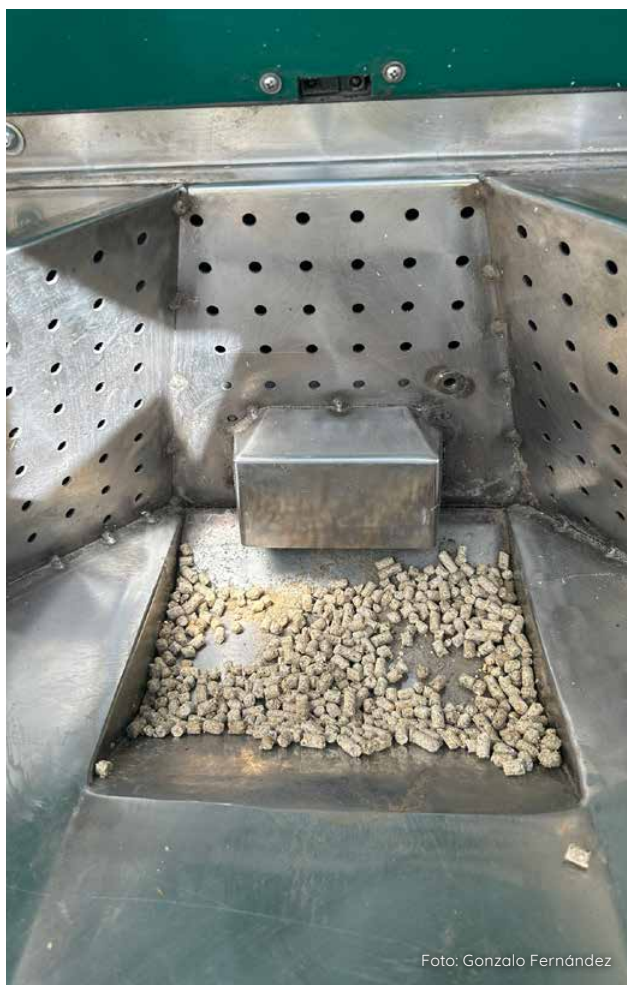


Foto: Gonzalo Fernández

Figura 1 - Alimento peleteado dispensado por una unidad *GreenFeed* para atraer a los bovinos y registrar sus emisiones de gases.

La medición de emisiones en cámaras de respiración (RC, Respiration Chamber, por su sigla en inglés) representa el método de referencia. Sin embargo, para llevar a cabo esta técnica se requiere confinar los animales por períodos de 2 a 4 días, lo que restringe las posibilidades de movimiento y libre comportamiento (Hellwing *et al.*, 2012).

Dada la relevancia del campo natural como principal recurso en la alimentación de la ganadería de cría, resulta trascendente contar con estimaciones locales de emisiones en animales a pastoreo.

La cuantificación de emisiones de metano a través de sistemas *GreenFeed* representa una técnica alternativa a las cámaras de respiración, con una alta correlación con la mencionada técnica de referencia (Hristov *et al.*, 2015). Estos equipos permiten cuantificar las emisiones en sistemas confinados o pastoriles, a través del registro individual de las emisiones de los animales que visitan los equipos. De esta manera, se obtienen registros de la variación diaria de emisiones y durante todo el período evaluado.

La cuantificación de las emisiones de metano es un tema relevante para INIA como instituto de investigación, donde se han desarrollado trabajos con las técnicas de SF₆, *GreenFeed* en bovinos a corral (Kiyú) y también en ovinos (INIA La Magnolia). En este marco, INIA Treinta y Tres viene desarrollando diferentes trabajos vinculados a la cuantificación de emisiones de metano en sistemas ganaderos extensivos utilizando sistemas *GreenFeed* bajo el financiamiento del proyecto INIA “Desafíos para una cría eficiente y sostenible”.

PARTICULARIDADES DE LOS SISTEMAS *GreenFeed*

GreenFeed es un sistema que permite medir los flujos de gases como metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) y, opcionalmente, oxígeno (O₂) e hidrógeno (H₂) en bovinos. Este equipamiento permite analizar la dinámica de emisiones diarias y durante diferentes períodos de tiempo, en forma individual y como promedios del rodeo.

El sistema generalmente está configurado para ofrecer una pequeña cantidad de alimento peleteado (de un diámetro inferior a 7 mm) para incitar a los animales a visitar la unidad varias veces al día. Se pueden utilizar diferentes tipos de alimentos peleteados (forrajes o concentrados). La cantidad de alimento que se utiliza se puede configurar de forma exclusiva para cada animal (Figura 1).

El sistema permite que los animales accedan voluntariamente al equipo en cualquier horario, siendo el tiempo de visita uno de los puntos relevantes para obtener un buen registro de emisiones. Se debe estimular al animal para que permanezca entre 3 y 5 minutos en cada sesión de alimentación. Para esto, en general se ofrecen pequeñas cantidades de alimento peleteado (200 g) fraccionado en ofertas de 34 g cada 30 segundos, de manera que el animal permanezca en la unidad el tiempo requerido para la medición.

En condiciones normales de funcionamiento, se pueden medir unos 20-30 animales por día por cada unidad *GreenFeed*; sin embargo, esto varía según los animales, el tamaño del potrero, la pastura y la cantidad

Cuadro 1 - Ventajas de la técnica y puntos a considerar en el uso de sistemas *GreenFeed* para la determinación de emisiones de metano en rumiantes.

Ventajas	Puntos a considerar
Mediciones precisas de emisiones de CH ₄ con 50 a 70 muestras puntuales por animal durante ≥14 días.	Las mediciones dependen de las visitas voluntarias de los animales a las unidades.
Ubicación en el potrero donde están los animales, sin necesidad de llevarlos a las mangas.	La cantidad de visitas por día puede ser baja en algunos ensayos y la cantidad de animales que no visitan la unidad puede ser alta. En estos casos, los animales pueden reemplazarse durante el período de entrenamiento.
Soporte comercial para la resolución de problemas de equipos y almacenamiento de la información.	En días con alta nubosidad, puede ser necesario conectar el equipo a un generador eléctrico como respaldo a los paneles solares.
Todos los usuarios implementan un procedimiento estándar de calibración y recuperación, lo que genera una menor variación en la técnica de medición entre diferentes institutos.	
Puede proporcionar mediciones durante un largo período de tiempo.	Los animales nuevos requieren entrenamiento durante 3 a 14 días.
Proporciona un patrón diario de emisiones de CH ₄ .	

de alimento (Figura 2). En el Cuadro 1 se presentan las principales ventajas y los puntos a considerar a la hora de registrar las emisiones en pastoreo.

ESTRATEGIAS NUTRICIONALES PARA LA MITIGACIÓN DE EMISIONES DE METANO EN SISTEMAS EXTENSIVOS

A continuación se presentan estrategias nutricionales en las que se están desarrollando experimentos, con el objetivo de aportar información sobre la cuantificación de emisiones de metano en sistemas ganaderos extensivos.

Mejoramiento de campo natural con *Lotus subbiflorus*

Se han realizado trabajos en los que se compara el desempeño productivo y las emisiones de metano en vacas de cría sobre campo natural y en mejoramientos con *Lotus subbiflorus* cv El Rincón. Los taninos condensados que contienen las plantas del género *Lotus* pueden ser una forma de reducción de las emisiones en condiciones extensivas (Alecrim *et al.*, 2022). El uso de los mejoramientos de campo natural con especies de *Lotus subbiflorus* es una tecnología utilizada desde hace muchos años en los sistemas ganaderos de Uruguay (Carámbula *et al.*, 1994). Esta especie de leguminosa invernal ha tenido gran adaptación a las condiciones ecológicas y de manejo en las grandes áreas ganaderas, particularmente en las regiones Este y Centro del territorio nacional. Recientemente se ha incorporado otra opción para mejoramientos de campo del género *Lotus* para áreas de ganadería extensiva: el cv INIA Basalto. Con respecto al contenido de taninos en plantas de *Lotus subbiflorus*, se esperan valores de 3,16 % según datos reportados por Ayala y Carámbula



Figura 2 - Sistema *GreenFeed* para registro de emisiones de metano ubicado en potrero de campo natural.

Los taninos condensados que contienen las plantas del género *Lotus* pueden aportar a la reducción de las emisiones en condiciones extensivas.



Foto: Gonzalo Fernández

(2009), lo que representa una potencial oportunidad para la reducción de emisiones en sistemas extensivos (Figura 3).

Suplementación con afrechillo de arroz entero

Otra estrategia nutricional, en estudio, compara el desempeño productivo y las emisiones de metano de vaquillonas pastoreando campo natural en invierno, suplementadas y sin suplementación con afrechillo de arroz. La mejora del estatus nutricional de los animales y la eficiencia de uso de la energía, así como el incremento del contenido lipídico de la dieta, han sido manejos reportados como positivos en cuanto a la reducción de las emisiones de metano entérico en animales a pastoreo.

A nivel productivo, en nuestro país se reportan ganancias de peso positivas con niveles de suplementación del 0,7 % del PV, durante los meses invernales en los que los tratamientos testigo presentaron ganancias negativas (Quintans *et al.* 1993). Con respecto al potencial del uso de afrechillo de arroz entero como herramienta para la mitigación de metano, varios autores han reportado una reducción en las emisiones de metano *in vivo* e *in vitro* y reducción en la población de metanógenas (Manlapig *et al.*, 2024).

Estos primeros trabajos en condiciones de pastoreo con sistemas *GreenFeed*, aportarán información relevante para cuantificar las emisiones de metano sobre campo natural en nuestro país. En los próximos años en el marco del proyecto “Desafíos para una cría eficiente y sostenible” se cuantificarán las emisiones de metano de las diferentes categorías que componen el rodeo de cría y el efecto de diferentes estrategias nutricionales para su mitigación.

Figura 3 - Sistema *GreenFeed* para registro de emisiones de metano ubicado en potrero de campo natural mejorado con *Lotus subbiflorus* cv. El Rincón.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen especialmente a la Unidad Experimental Palo a Pique de INIA Treinta y Tres y a Pablo Vaz y Mauro Figueroa por el apoyo técnico con las Unidades *GreenFeed*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alecrim F., Simón, C., Mariotta, J., Santander, D., Muleta, E., Lattanzi, F., Alves, B., Marchelli, J., Ciganda, V. (2022). Leguminosas forrajeras con taninos: promisorio potencial de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero en mejoramientos de campo natural. *Sustentabilidad. Revista INIA Uruguay*, junio 2022, no.69, p.33-37. (Revista INIA; 69).

Ayala, W. y Carámbula, M (2009). El valor agronómico del género *Lotus*. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria (INIA). Montevideo, Uruguay. 424 p.

Carámbula, M., Carriquiry, E., Ayala, W. (1994). Mejoramientos de campo con *Lotus subbiflorus* cv El rincón. *Boletín de divulgación N°44*. INIA Treinta y Tres, Uruguay.

Hellwing, A.L.F., Lund, P., Weisbjerg, M.R., Brask, M., Hvelplund, T., 2012. Test of a lowcost and animal-friendly system for measuring methane emissions from dairy cows. *Journal of Dairy Science* 95, 6077–6085.

Hristov, A.N., Oh, J., Giallongo, F., Frederick, T.W., Zimmerman, P.R. (2015). The use of fan automated system (*GreenFeed*) to monitor enteric methane and carbon dioxide emissions from ruminant animals. *Journal of Visualized Experiments* 103: 52904. 10.3791/52904.

Johnson, K.A., y Johnson, D.E. (1995) Methane emissions from cattle, *Journal of Animal Science*, 73:2483–2492. <https://doi.org/10.2527/1995.7382483x>

Manlapig, J.J.D., Kawakami, S., Matamura, M., Kondo, M., Ban-Tokuda, T., Matsui, H. (2024). Effect of rice bran extract on *in vitro* rumen fermentation and methane production. *Animal Science Journal*, 95: e13923. <https://doi.org/10.1111/asj.13923>

Quintans, G., Vaz Martins, D., Carriquiry, E. (1993). Efecto de la suplementación invernal sobre el comportamiento de terneras. En: *Jornada de Campo Natural*. INIA, Serie de Actividades de Difusión, 49, Treinta y Tres: 35- 53.