

USO DE LA TELEMETRÍA PARA MEDIR LA PRODUCCIÓN DE GAS EN EL RUMEN

**BERRA, G.¹; BUALÓ, R. A.¹; FINSTER, L.¹;
ZEITUNE, G.² & VALTORTA, S. E.³**

RESUMEN

Se describe un equipo de telemetría para medir el volumen de gas producido en el rumen, utilizando como base una técnica recientemente presentada, que permite recolectar los gases ruminales a través de una microfístula. Los datos obtenidos se usan para generar las primeras curvas reales de producción de gas en el rumen, en función del tiempo. Estas son consistentes con los resultados de incubación de alimentos in situ. Así, resulta una técnica promisoría para ser utilizada, junto con mediciones de concentraciones de metano en la mezcla de gases, para determinar las emisiones de este gas con efecto de invernadero por el ganado.

Palabras clave: metano, bovinos, efecto invernadero.

SUMMARY

Use of telemetry to measure rumen gas production.

A telemetry device to measure the volume of gas produced in the rumen is described. It utilizes as a basis a recently presented technique to collect rumen gasses through a microfistula. The data obtained are used to generate the first actual gas production curves in the rumen, as a function of time. The curves are consistent with the results of feedstuffs incubation in situ. Thus, it is a promising technique to be utilized, together with methane concentration data in the gas mixture, to determine the emissions of this greenhouse gas by cattle.

Key words: methane, bovines, greenhouse effect.

1.- Instituto de Patobiología, Centro de Investigaciones Veterinarias y Agronómicas, INTA Castelar, Buenos Aires, Argentina.

2.- Empresa ADOX S.A., Ituzaingó, Provincia de Buenos Aires, Argentina

3.- Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), con lugar de trabajo en el Instituto de Patobiología, INTA Castelar, Buenos Aires, Argentina / Facultad de Ciencias Agrarias (UNL). Email: svaltorta@cnia.inta.gov.ar

Manuscrito recibido el 7 de septiembre de 2009 y aceptado para su publicación el 11 de mayo de 2010.

INTRODUCCION

El metano (CH₄) es un potente gas con efecto invernadero (GEI), ya que su contribución al calentamiento global es 21 veces la correspondiente al CO₂, considerado como unidad (IPCC 1995).

La técnica de trazador del hexafluoruro de azufre (SF₆) se utiliza muy a menudo para medir las emisiones de CH₄ de rumiantes en pastoreo (Johnson *et al.*, 1994; Lassey *et al.*, 1997; Woodward *et al.*, 2006; Grainger *et al.*, 2007). A pesar de ser muy exacta, es muy costosa y su aplicación a campo presenta numerosas complicaciones. Además, el SF₆ es un potentísimo GEI, con un potencial de calentamiento global 23900 veces superior al CO₂, y con una vida media de 3200 años (Machmüller & Hegarty, 2006). Si bien la mayoría de las aplicaciones de este compuesto están relacionadas al sector eléctrico, existe una tendencia a reducir su uso en todos los sectores, incluidas las técnicas de trazador (California Environmental Protection Agency, 2007).

En este contexto, no resulta llamativo que la posibilidad de contar con alguna técnica alternativa de medición de emisiones de CH₄ entérico se haya convertido en una preocupación en los grupos de investigación durante los últimos tiempos.

El último año, en la Argentina se ha presentado una técnica sencilla, y de fácil aplicación a campo, basada en la recolección del gas producido en el rumen, a través de una pequeña fístula, en bolsas de polietileno grueso (Berra *et al.*, en prensa). Una de las dificultades de esa técnica es la medición del volumen producido. Por esta razón, el objetivo de este trabajo es proponer una técnica alternativa, en la que el volumen se mide por telemetría. Además, utilizando este sistema de medición, se presentan los primeros resultados sobre las curvas reales de producción de gas ruminal en función del tiempo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del modelo experimental. El modelo experimental presenta las características descritas en Berra *et al.* (en prensa), en lo que hace a todas sus partes, excepto el sistema de recolección. En el presente trabajo, la recolección del gas ruminal en bolsas de polietileno grueso, para la posterior determinación del volumen, es reemplazado por el sistema que se describe a continuación.

El sistema consiste en un módulo electrónico que mide el volumen de gas generado en el rumen. Tiene incorporado un dispositivo de comunicación celular que utiliza la red GPRS para enviar los datos medidos vía Internet a un servidor. El servidor almacena esta información en una base de datos para su posterior análisis. En este servidor también se encuentra corriendo una página web a la que se puede acceder para consultar las mediciones. En la Fig. 1 se muestra un esquema general del sistema.

Descripción del funcionamiento del módulo electrónico

Este módulo está compuesto de diferentes bloques, que interactúan entre sí, como se observa en la Fig. 2.

Fuente de alimentación y batería: Se utilizaron diferentes tipos de fuentes de alimentación, dado que algunos equipos tenían la posibilidad de estar conectados permanentemente a la red eléctrica y otros funcionaban sólo a batería.

Para el primer caso se utilizó una fuente que se puede conectar a 220v como a 110v y posee las salidas de tensión en continua y señales de control necesarias por el resto del circuito. Dicha fuente posee un sistema de carga y control de una batería de 12v de gel de 1,2 Amper/hora, que se utiliza como back up en caso de corte de luz.

Para los equipos que sólo funcionaban a batería, se armó un pack de baterías de níquel-metal y un cargador. Para controlar el nivel de batería se agregó a la página web un casillero que indica su estado.

Circuito de potencia

Este circuito es un intermediario entre el microcontrolador (que posee el programa para controlar todos los procesos que el sistema realiza) y las etapas que requieren po-

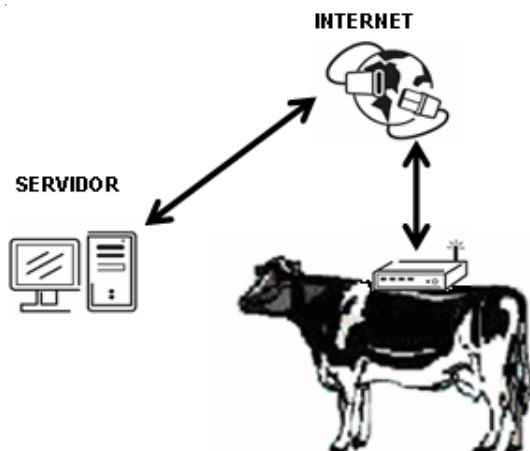


Fig. 1: Esquema general de los componentes de un sistema de medición de gases ruminales por telemetría.

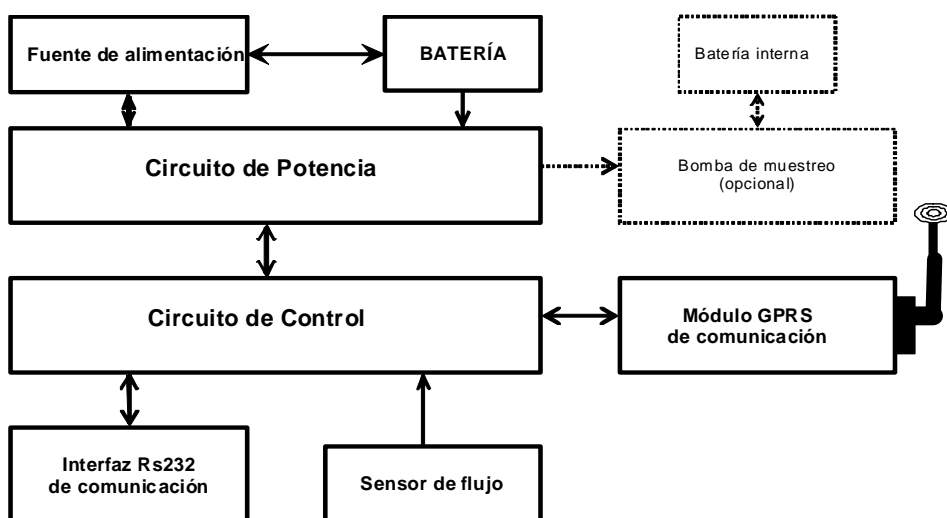


Fig. 2: Bloques componentes del módulo electrónico del sistema de medición de gases ruminales por telemetría

tencia, como es el caso de la bomba de muestreo. Además, adapta la tensión de la fuente de alimentación para alimentar al circuito de control.

Bomba de muestreo

Se utilizó una bomba cuyo caudal es de 1,3 L/min, y que se encendía cada 30 minutos por un período de 20 segundos, a través de una señal proveniente del circuito de potencia.

Circuito de control

Este bloque es el que posee al microcontrolador, en el que se aloja un sistema operativo embebido para el control de todo el sistema de medición. Así, es el encargado de enviar las señales de control hacia la placa de potencia y demás etapas a las cuales esta conectado. A su vez, también se encarga de recibir los datos del sensor de flujo. Estos datos llegan de forma analógica, por lo deben ser digitalizados antes de ser analizados por el microcontrolador. Este aplica un algoritmo que permite convertir el flujo medido en dato del volumen. Posteriormente, arma un paquete de información con estos datos y los envía al módulo de comunicación GPRS. El bloque de control posee una conexión con una interfaz de comunicación a la cual se le pueden conectar diferentes equipos. Esta conexión permite actualizar el programa y controlar el estado de los diferentes bloques para chequear que no existan inconvenientes.

Modulo de comunicación GPRS

Se utilizó un MODEM celular con tecnología GSM, al que se le debía colocar un CHIP SIM, sin restricción de compañía. El único requerimiento es que la línea tenga habilitado el paquete de datos, de modo de poder acceder a la Red GPRS para enviar los datos de las mediciones al servidor.

Sensor de flujo

Consiste de un circuito de calefacción y un puente de sensores de temperatura, cuyos datos se convierten para obtener un valor de tensión que oscila entre 0 y 5v. Esta tensión es la que es analizada por el circuito de control, que le asigna el valor de volumen correspondiente.

Interfaz de comunicación

Es una fase intermedia entre el circuito de control y los periféricos que se quieran conectar. En este caso se utilizó un protocolo muy conocido: el RS232. La tarea de esta etapa es convertir y transformar los valores de tensión para poder comunicar dos dispositivos diferentes conectados a cada extremo de este bloque.

Este sistema envía información al servidor cada 10 segundos, lo que permite analizar la producción de gas en función del tiempo. En este trabajo se presentan las primeras curvas reales de producción de gas en el rumen, sobre la base de la medición del flujo por telemetría, durante las primeras 12 horas post-alimentación. Se trabajó sobre tres novillos HA, peso medio 354 ± 39 kg, que recibieron una dieta a base de pellets de alfalfa y un balanceado comercial, cuyas composiciones se presentan en el Cuadro 1. La cantidad ofrecida fue de 9 kg totales, con un 40% (3,6 kg) de pellets de alfalfa y 60% (6,4 kg) de balanceado. El alimento se ofreció sólo una vez al día, inmediatamente antes de conectar el equipo de medición, a las 11:00.

Procesamiento de los datos

Los datos registrados se utilizaron para generar curvas de producción de gases ruminales totales, en función del tiempo post-alimentación, por medio de una hoja de cálculo. Las curvas obtenidas se ajustaron a funciones de tipo logarítmica y se obtuvie-

Cuadro 1. Composición porcentual de los componentes de la ración ofrecida a tres novillos HA en los que se midió la producción de gas en el rumen por telemetría.

Parámetro	Balanceado	Pellets alfalfa
Materia seca (%)	91,83	91,69
Proteína bruta (%)	17,06	25,59
Fibra detergente neutro (%)	29,70	38,82
Fibra detergente ácido (%)	9,58	25,50
Lignina detergente ácido (%)	2,02	6,22
Extracto etéreo (%)	4,72	2,65
Cenizas (%)	7,79	10,29

ron las ecuaciones de ajuste y los coeficientes de determinación del ajuste.

RESULTADOS

Los animales incluidos en las mediciones consumieron la totalidad del alimento ofrecido. En la Fig. 3 se presentan las curvas de producción de gas ruminal para los 3 novillos. En todos los casos se produjo un muy buen ajuste a funciones logarítmicas, como puede observarse a través del coeficiente de determinación, cuyo mínimo valor fue 0,9836. Los coeficientes de correlación entre los valores observados y estimados, sobre la base de los datos recolectados para cada novillo, fueron 0,9945; 0,9954 y 0,9918 para los animales 1, 2 y 3, respectivamente.

DISCUSIÓN

Las curvas reales de producción de gas que se han obtenido (Fig. 3) presentan un excelente ajuste a funciones logarítmicas, tal como lo muestran los coeficientes de correlación entre los datos observados y estimados para los tres animales. Las curvas obtenidas son consistentes con las presentadas en estudios de degradabilidad in situ. Kirkpatrick & Kennelly (1987) trabajaron con diferentes dietas para determinar la degradabilidad de la materia seca y de la proteína en el rumen de seis vacas lecheras. En ese trabajo, las determinaciones se llevaron a cabo con una técnica in situ (Mehrez & Ørskov, 1977). La tasa de desaparición de la materia seca de las bolsas de nylon en función del tiempo fue ajustada a la ecuación de Ørskov y Mac Donald (1979), en función del tiempo

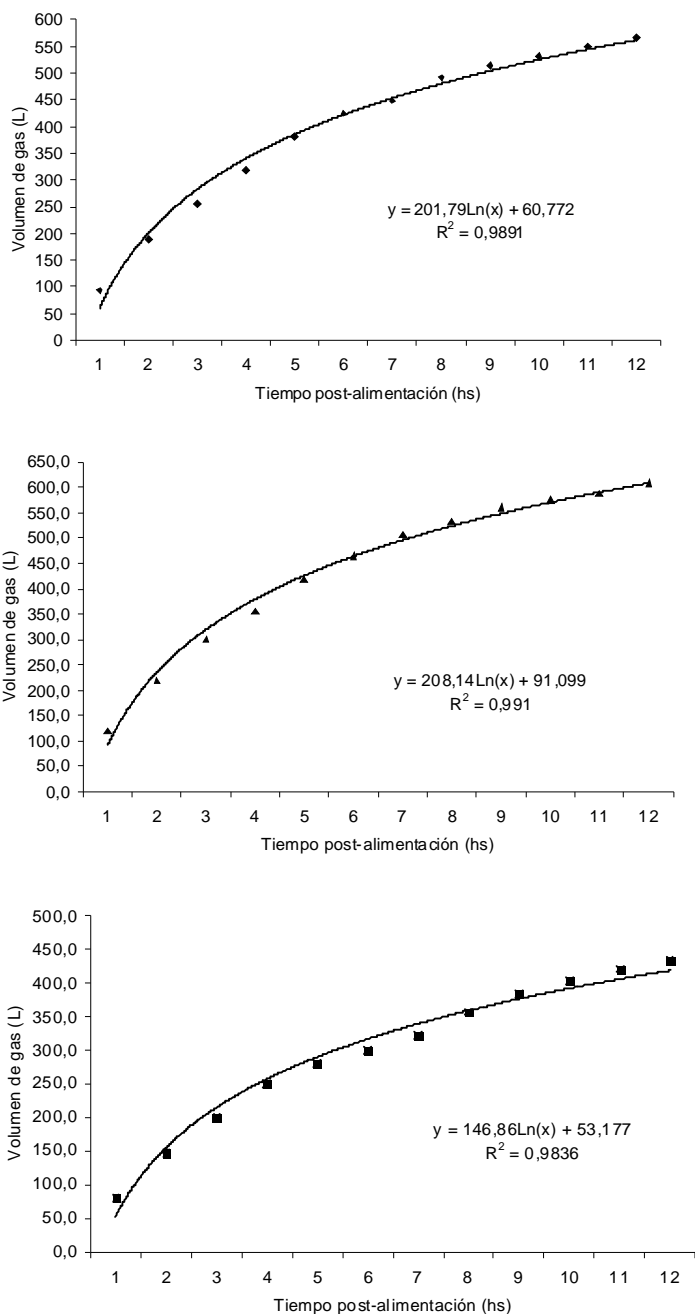


Fig. 3: Curvas de producción de gas ruminal en función del tiempo, a partir del momento de la alimentación, para tres novillos Holando argentino, utilizando la técnica de telemetría. Se presentan los puntos de observación y la curva de ajuste, con su correspondiente coeficiente de determinación.

de incubación en el rumen y de una constante de desaparición de la fracción considerada. Las curvas son muy similares a las de producción de gas en el rumen, obtenidas en el presente trabajo.

Similares resultados fueron presentados por Tabacco *et al.* (2006) quienes trabajaron con diferentes dietas, con adición de taninos, ofrecidas a vacas lecheras secas. La degradabilidad potencial de la proteína en función del tiempo de incubación respondía a curvas del tipo de las ya descriptas.

CONCLUSIONES

Esta técnica telemétrica permite mejorar sensiblemente la exactitud de la medición de los volúmenes de gases producidos en el rumen. Esta variable es de máxima importancia en la propuesta técnica presentada recientemente para medir las emisiones de metano (Berra *et al.*, en prensa). Así, la utilización de estas mediciones de volumen, en conjunto con determinaciones de metano en la mezcla de gases, permitiría ajustar las determinaciones de emisiones de metano por el ganado.

BIBLIOGRAFÍA

- BERRA, G.; FINSTER, L. & VALTORTA, S.E.** 2009. Una técnica sencilla para la medición de emisiones de metano entérico en vacas. Rev. FAVE, Sección Ciencias Veterinarias, Vol. 8, N°1, 2009
- CALIFORNIA ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY.** 2007. Climate Change - SF6 Reductions in the Non-Electric Sector SF6 Reductions from Non-Electric and Non-Semiconductor Applications. <http://www.arb.ca.gov/cc/sf6nonelec/sf6nonelec.htm> Acceso 23/11/07
- GRAINGER, C.; T. CLARKE; S.M. MCGINN; M.J.AULDIST; K.A. BEAUCHEMIN; M.C. HANNAH; G.C. WAGHORN; H. CLARK & R.J.ECKARD.** 2007. Methane emissions from dairy cows measures using the sulfur hexafluoride (SF6) tracer and chamber techniques. J. Dairy Sci. 90: 2755-2766
- IPCC** (Intergovernmental Panel on Climate Change). 1995. Second Assessment Report. Cambridge University Press. London.
- JOHNSON, K. A.; M. HUYLEY; H. WESTBERG; B. LAMB & P. ZIMMERMAN.** 1994. Measurement of methane emissions from ruminant livestock using a sulphur hexafluoride tracer technique. Environ. Sci. Technol. 28: 359-362
- KIRKPATRICK, B. K. & KENNELLY, J. J.** 1987. In situ degradability of protein and dry matter from single protein sources and from a total diet. J. Anim. Sci. 1987.65:567-576
- MACHMÜLLER, A. & R.S. HEGARTY.** 2006. Alternative tracer gases for the ERUCT technique to estimate methane emissions from grazing animals. Int. Cong. Series 1293: 50-53
- MEHREZ, A. Z. & ØRSKOV, E. R.** 1977. The use of a Dacron bag technique to determine rate of degradation of protein and energy in the rumen. J. Agric. Sci., Camb. 88:645-650.
- ØRSKOV, E. R. & MCDONALD, I.** 1979. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. J. Agr. Sci. (Camb.): 92:499.
- TABACCO, E.; BORREANI, G.; CROVETTO, G. M.; GALASSI, G.; COLOMBO, D. & CAVALLARIN, D.** 2006. Effect of chestnut tannin on fermentation quality, proteolysis, and protein rumen degradability of alfalfa silage. J. Dairy Sci. 89:4736-4746
- WOODWARD, S. L.; G. C. WAGHORN & N. A. THOMSON.** 2006. Supplementing dairy cows with oils to improve performance and reduce methane - Does it work? Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod. 66: 176-181.