

# Protocolo para Determinación de Emisión de Metano en Rumiantes:

*«Técnica del Trazador SF<sub>6</sub> para  
Períodos de Medición Prolongados»*

Marzo 2015

---

**Protocolo para Determinación de  
Emisión de Metano en Rumiantes:  
«*Técnica del Trazador SF<sub>6</sub> para  
Períodos de Medición Prolongados*»**

---

GRUPO DE MEDICIÓN DE GEI EN INIA-LA ESTANZUELA

Marzo 2015

Protocolo para Determinación de Emisión de Metano en Rumiantes:  
«Técnica del Trazador SF<sub>6</sub> para Períodos de Medición Prolongados»

© 2015, INIA

Este protocolo fue elaborado y utilizado dentro de los siguientes proyectos:

**Proyecto FONTAGRO 1028** - «Cambio Climático y Ganadería: Cuantificación y Opciones de Mitigación de las Emisiones de Metano y Oxido Nitroso de Origen Bovino en Condiciones de Pastoreo» (Responsable: Verónica S. Ciganda).

**Proyecto INIA SA-14** - «Caracterización cuantitativa de las emisiones de metano entérico en bovinos bajo condiciones de producción representativas del Uruguay» (Responsable: Verónica S. Ciganda).

Editado por la Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA  
Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay  
<http://www.inia.uy>

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Esta publicación no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

## Integración de la Junta Directiva

Ing. Agr., MSc., PhD. Álvaro Roel - Presidente

D.M.T.V., PhD. José Luis Repetto - Vicepresidente



D.M.V. Álvaro Bentancur

D.M.V., MSc. Pablo Zerbino



Ing. Agr. Joaquín Mangado

Ing. Agr. Pablo Gorriti



# Protocolo para Determinación de Emisión de Metano en Rumiantes: «Técnica del Trazador SF<sub>6</sub> para Períodos de Medición Prolongados»

INIA

## 1. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA TÉCNICA SF<sub>6</sub>

La medición de las emisiones de metano (CH<sub>4</sub>) de rumiantes se realiza, generalmente, utilizando la técnica del trazador hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>) originalmente desarrollada por Johnson y Johnson (1995). Esta técnica permite la cuantificación diaria de CH<sub>4</sub> por animal y es internacionalmente reconocida como la más apropiada para medir las emisiones de metano en sistemas de pastoreo en virtud que los equipos se instalan sobre el animal sin impedir ni limitar sus movimientos ni sus hábitos en la pastura (Johnson *et al.*, 2007; Lassey *et al.*, 1997; Woodward *et al.*, 2004; Grainger *et al.*, 2007). La utilización del SF<sub>6</sub> responde a que es un gas considerado como el mejor trazador para medir la cantidad de metano emitido por los rumiantes, debido a que posee una elevada estabilidad en el rumen de los animales, inclusive superior a la de gases isótopos del metano. En 2012, Gere *et al.*, publicaron una adaptación de esta técnica que permite diseñar experimentos con animales en pastoreo en tiempos prolongados de muestreo (1, 5, 10 días ó más). En este protocolo se presentan en detalle los materiales necesarios y los pasos a seguir que permitirán cuantificar las emisiones de CH<sub>4</sub> entérico en rumiantes basado en la adaptación realizada por Gere *et al.* (2012).

## 2. MATERIALES NECESARIOS PARA ENSAMBLAR EN CADA ANIMAL

- 1 m de caño plástico corrugado (similar al utilizado en lavarropas).
- 1 arnés con uniones de velcro y hebilla para ajuste según tamaño de c/ animal (Figura 1).
- 2 porta-tubos con fondo de tela reforzada y broches para acoplarse al arnés (Figura 2).
- 2 recipientes colectores: cilindros metálicos (500 mL) de acero inoxidable con base y tapa, con rosca ¼» en tapa para conectar acople hembra (Figura 2).
- 2 acoples rápidos Swagelok: 1. Hembra en recipiente colector, código B-QC4-S-4PM; 2. Espiga macho, código B-QC4-B-4PM) (Figura 2).

- Cinta teflón para las uniones de hembra con el recipiente colector.
- 2 restrictores de flujo de aire o reguladores compuesto de tres piezas: 1. conector recto bronce de tubo de 1/4" de diámetro externo a rosca hembra 1/8" NPT; 2. bolilla metálica de acero (diámetro 8 mm); 3. Pieza tapón de cabeza hexagonal de rosca 1/8" NPT (proveedor Argentina: SAFELOCK CASUCCI).
- Soporte de cuero con ajuste al arnés con remaches, para colocación de reguladores dentro de caños plásticos (Figura 1).
- Trozos de 10 cm de caño plástico transparente para protección de restrictores (Figura 1).
- Tela plástica impermeable al agua pero permeable al aire para protección del restrictor y cierre del caño protector (Figura 1).
- Manguera de PVC TPU 6\*1 10 bar, de 1/4 pulgada que conecta acople macho del recipiente colector de metano con restrictor de entrada de aire (Figura 3).
- 1 tubo de permeación (o cápsula) relleno de SF<sub>6</sub> (Figura 4).
- 1 lanza-bolos manual (Figura 4).
- Sunchos plásticos descartables (Figura 1).
- Guantes descartables.
- Cinta papel para protección regulador.
- Cinta aisladora para ajustar tela al regulador.
- Tijeras metálicas.

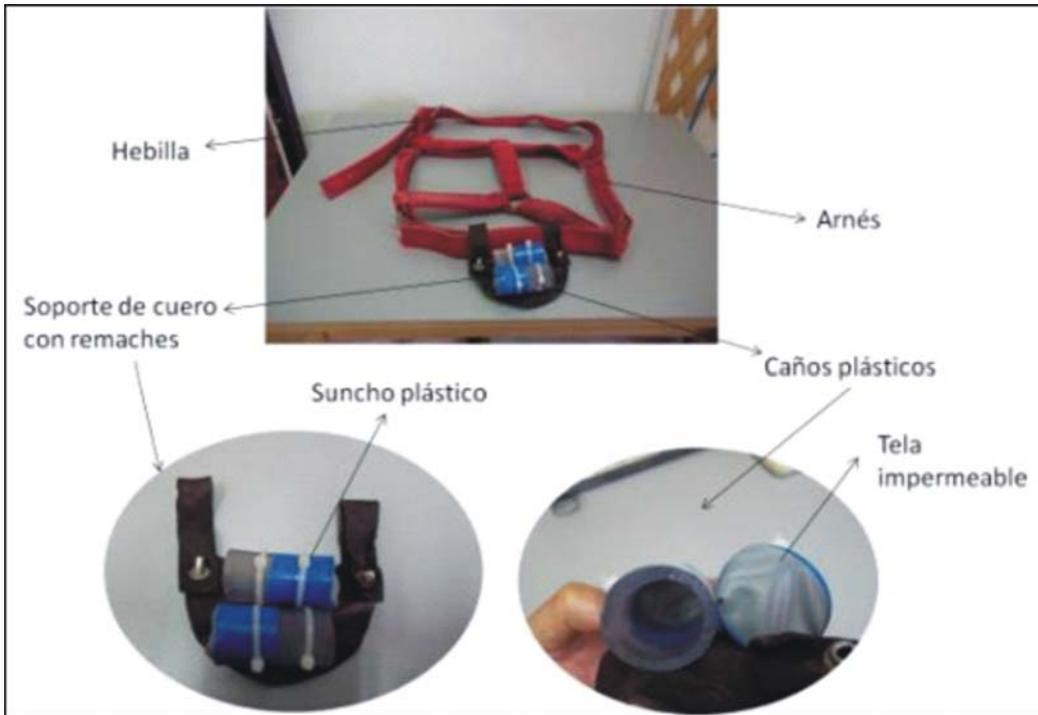


Figura 1. Detalles del arnés, soporte de cuero y caños plásticos.

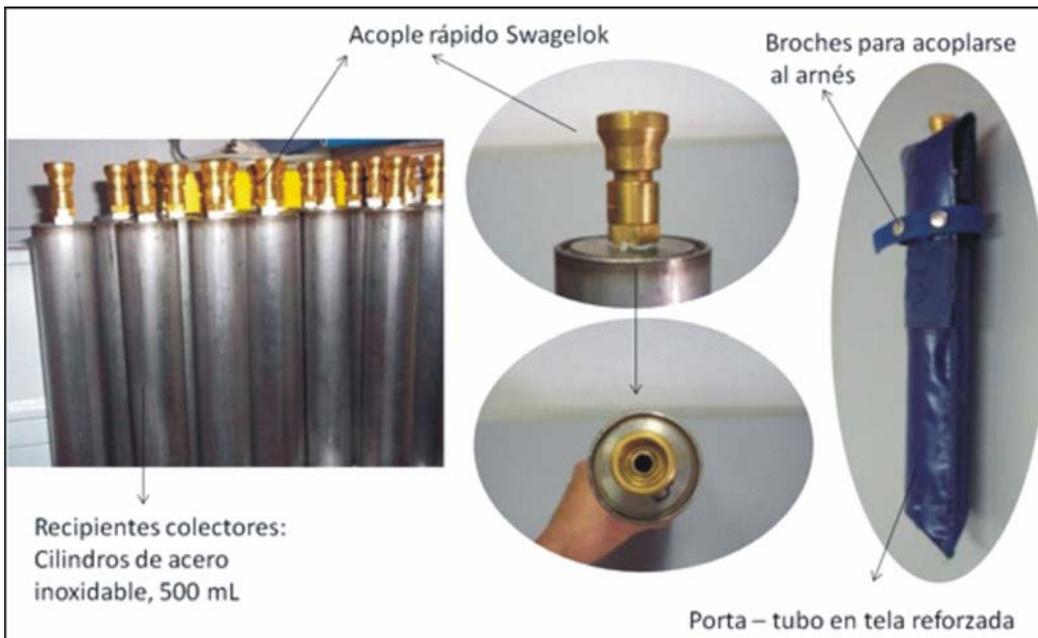
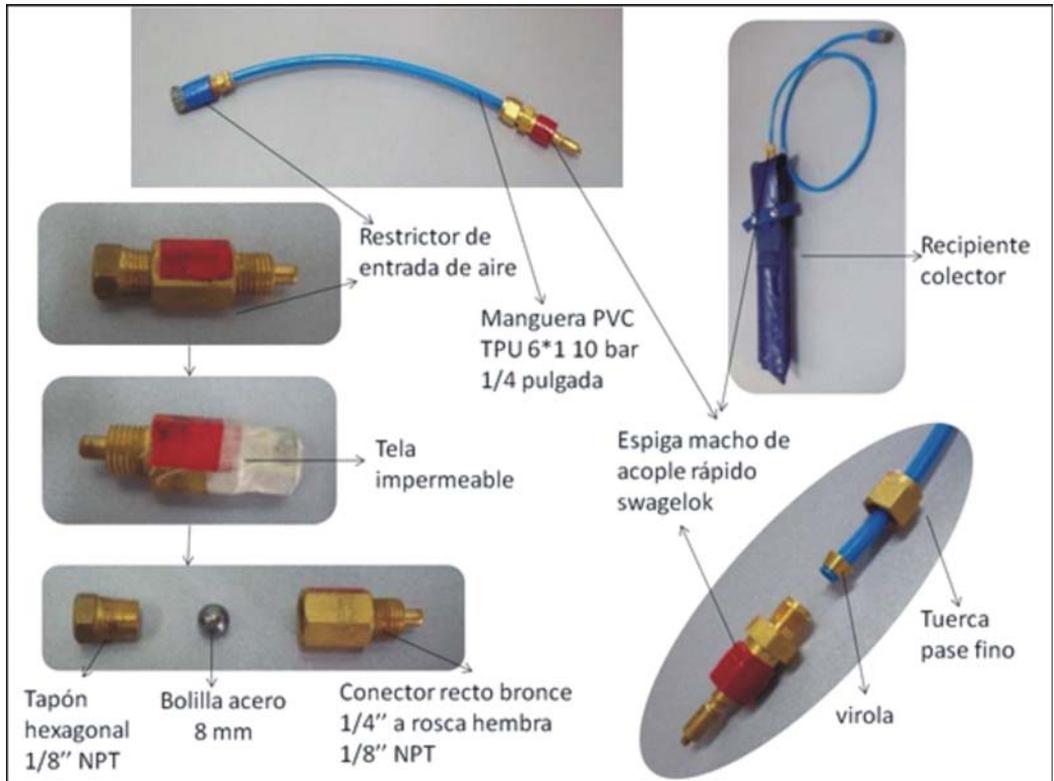


Figura 2. Detalles del recipiente colector de metano, acople rápido Swagelok y porta-tubos.



**Figura 3.** Detalles del restrictor de flujo, manguera y espiga macho.



**Figura 4.** Tubos de permeación y lanza bolos metálico.

### 3. INSTALACIONES, EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO

- Baño María (con posibilidad de fijarlo en 39 °C) (Figura 5).
- Balanza de precisión (de 4 dígitos) (Figura 5)
- Tubos Eppendorf 50 mL con tapa rosca y rack porta-tubos (Figura 5).
- 1 retículo de vacío construido por ejemplo con: 1. caños de cobre sin costura ¼ pulgada\*0,8 mm; 2. Válvula esférica 1 pieza (llaves de paso) 1/4" latón, Swagelok código B-42S4; 3. Unión en cruz Latón ¼ Swagelok código B-400-4; 4. Uniones Tee Latón ¼» Swagelok código B-400-3; 5. Espigas/conectores con retención 1/4" (macho) Swagelok código B-QC4-D-400; y 6. Manguera de PVC TPU 6\*1 10 bar, de 1/4 pulgada (Figura 6a).
- 1 bomba de vacío (Figura 6a)
- 1 soporte de madera para instalar piezas del retículo de vacío (Figura 6a).
- 1 vacuómetro tipo Pirani modelo DIGIVAC marca CINDELVAC-RUVAC (Figura 6b).
- 1 manómetro Digital Lutron PM-9107 (Figura 6b).
- 1 tubo de Nitrógeno (N<sub>2</sub>) de alta pureza con regulador de presión con conexión al retículo de vacío (Figura 7).
- Viales para gas de modelo y tamaño que correspondan al GC a utilizar. (Recomendable LABCO 12 mL).
- Jeringa plástica 20 mL c/ aguja.
- Mariposa de tres vías para conectar a Jeringa
- Gafas de seguridad.

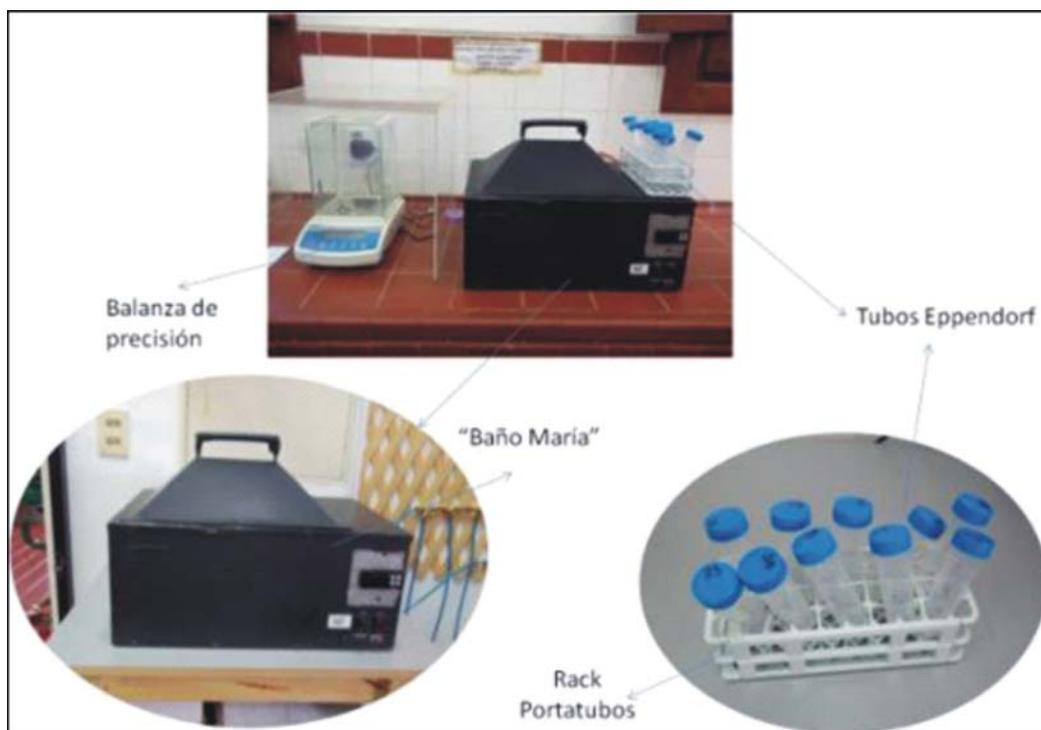
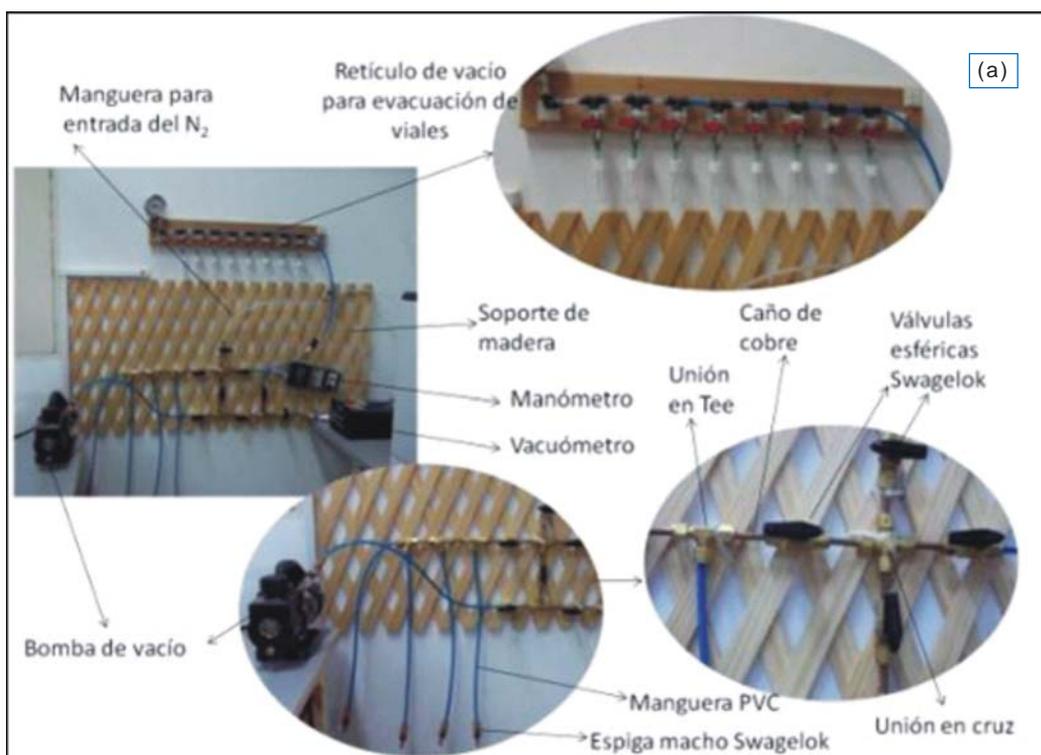


Figura 5. Detalles del «Baño María», tubos Eppendorf y balanza.



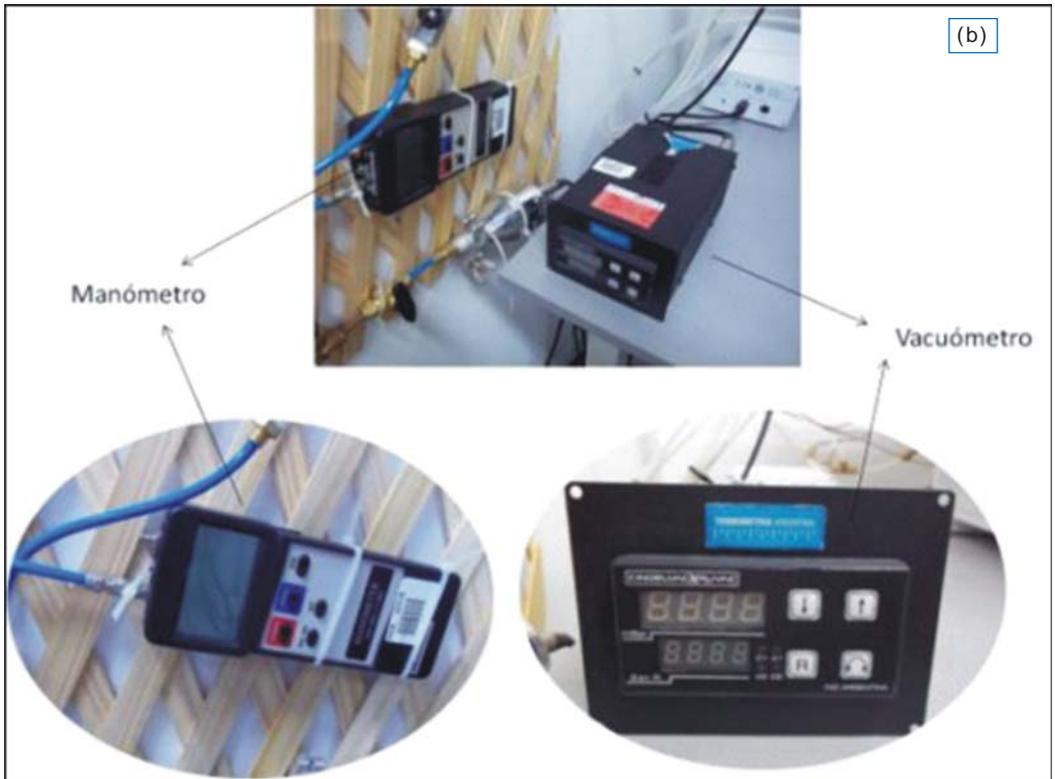


Figura 6. (a) detalles del Retículo de vacío; (b) detalles de Manómetro y Vacuómetro



Figura 7. Tubo de gas N<sub>2</sub> alta pureza y Regulador de presión.

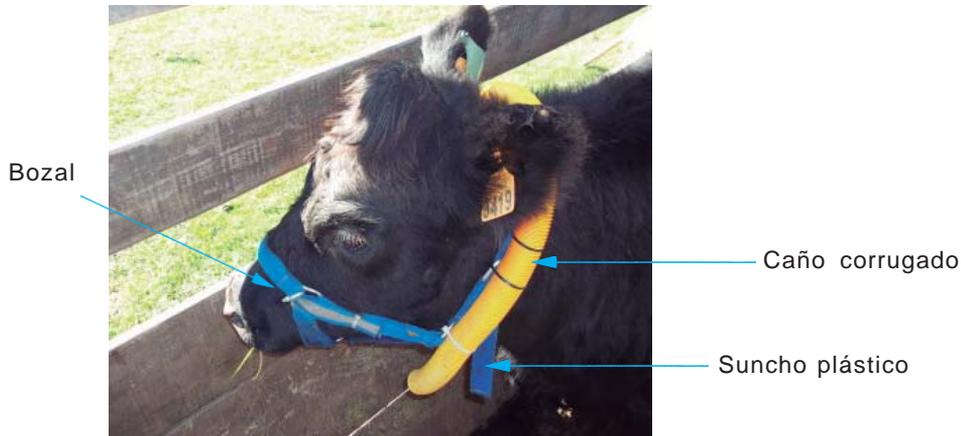
## 4. PROCEDIMIENTO

### 4.1. Calibración de Tubos de permeación SF<sub>6</sub> para cálculo de Tasa de Liberación de SF<sub>6</sub> en rumen

- Setear el Baño María a 39 °C al menos cinco semanas antes del comienzo del experimento.
- Pesar los tubos de permeación y colocar cada tubo dentro de un tubo Eppendorf.
- Colocar los tubos en rack porta-tubos y ubicarlos dentro del Baño María a 39 °C.
- Al siguiente día, retirar cada tubo de permeación, registrar su peso y volver a colocar en el tubo Eppendorf y al Baño María (tener precaución de no mojar los tubos pues esto altera su peso). Realizar este procedimiento cada tres días a la misma hora durante las cinco semanas y completar los registros.
- Gráficar el peso de cada tubo de permeación vs. el tiempo y calcular la tasa de liberación expresándola en mg/día. Registrar los valores de la tasa calculada para cada tubo para luego incluirla en los cálculos de emisión de CH<sub>4</sub> al final del experimento.

### 4.2. Período de adaptación de los animales

- Trasladar los animales a las mangas/cepo o a un lugar adecuado para trabajar con ellos con calma.
- Colocar arnés en cabeza y cuello del animal. Ajustar velcros y hebilla. Complementar ajuste con sunchos plásticos.
- Colocar caño de plástico corrugado alrededor del cuello, por detrás de las orejas, y sujetarlo al arnés con sunchos plásticos. Dejar a los animales con arnés y caño corrugado colocados por al menos tres días para que se adapten a la presencia de objetos extraños sobre su cuello y cabeza (Figura 8).
- Observar la respuesta de los animales a la presencia de arnés y caño corrugado e identificar y descartar animales de temperamento fuerte o con alguna característica que no permita su inclusión en la experimentación.
- Retirar los caños corrugados al final de este período de adaptación.



**Figura 8.** Disposición de implementos en los animales durante período de adaptación.

#### 4.3. Colocación de Tubos de Permeación de SF<sub>6</sub> en el rumen

- Realizar este procedimiento al menos 10 días antes del inicio del experimento para lograr una estabilización de la concentración de SF<sub>6</sub> en el rumen.
- Utilizar tubos de permeación calibrados con tasa de permeación conocida (Figura 9a).
- Colocar el tubo de permeación en el lanza-bolo e introducirlo en la boca del rumiante, expulsarlo, y asegurarse que el animal tragó el tubo (Figura 9b).
- Registrar identificación del animal y del tubo de permeación introducido en el mismo.



**Figura 9.** (a) Tubos de permeación rellenos de SF<sub>6</sub>; (b) El tubo de permeación es suministrado al animal utilizando lanza-bolo.

#### 4.4. Preparación de Recipientes Colectores de Metano

- Colocar acople hembra Swagelock en rosca del recipiente colector utilizando cinta teflón. La cinta teflón debe dar varias vueltas para evitar potenciales pérdidas de gas a través de esta unión.
- Realizar vacío en cada recipiente colector: para esto conectar cada cilindro al retículo de vacío (conexión acople hembra del recipiente con macho de la espiga del retículo), encender bomba de vacío hasta que el manómetro indique 0,5 a 0 mbar.
- Chequear estanqueidad (i.e. conservación del vacío efectuado) de los recipientes colectores. Para esto, dos días después del vaciado conectar los recipientes evacuados al retículo de vacío y chequear su presión con el vacuómetro. La presión no debe ser superior a 0-0.5 mbar. Seleccionar sólo aquellos recipientes que mantuvieron estanqueidad. Los que no mantuvieron estanqueidad deben ser reparados y se vuelve a repetir el procedimiento hasta que mantengan el vacío o de lo contrario se deben descartar.
- Limpiar los recipientes recolectores seleccionados con gas Nitrógeno y volver a evacuar. Para esto conectar cada recipiente al retículo de vacío habilitando las llaves de entrada del  $N_2$  y llenar hasta que el manómetro indique un valor de 1000-1200 mbar; cerrar llave de pasaje del  $N_2$  y volver a evacuar nuevamente los recipientes.

#### 4.5. Preparación y Ajuste de Restrictores de Flujo

- Ajustar entrada de aire o conductancia (**C**,  $mL\ s^{-1}$ ) de cada restrictor/regulador para llenar el recipiente colector de volumen 0.5 L (**V**) según período de colección de gas (**T**, días) a realizar en el experimento, con el objetivo de alcanzar una presión final (**Pf**, mbar) en el recipiente colector de 500 (+/- 100) mbar.

Para esto: 1. Calcular la **C** óptima necesaria para el experimento utilizando la ecuación:

$$C = (V/p_0) * (\Delta p / \Delta T) \text{ (Gere, 2012);}$$

Ejemplo:  $V=500\text{ mL}$ ,  $P_f=500\text{ mbar}$ ,  $T=5\text{ días}$  (=432000 segundos)

$$C_{\text{ejemplo}} = (500 * 500) / 432000 = 0.579\text{ mL/s}$$

- Medir la **C** de cada restrictor. Para esto conectar cada restrictor directamente al retículo de vacío, de volumen conocido, con el vacuómetro encendido; encender la bomba de vacío y evacuar el sistema; una vez evacuado el retículo, cerrar la llave de paso que conecta al restrictor; tomar el tiempo, con cronómetro, en que la presión mostrada por el

vacuómetro logra un incremento de 1 mbar; calcular **C** utilizando el **V** del retículo, **P**= 1 mbar y el **T** cronometrado; **4.** Ajustar suavemente (apretar/aflojar) el tapón de cabeza hexagonal de cada restrictor para incrementar o reducir su **C** hasta lograr igualarla a la **C** óptima calculada para el experimento. **5.** Una vez alcanzada la **C** óptima, desconectar el restrictor del retículo y conectarlo a un recipiente colector ya evacuado; **6.** A las 24 horas, retirar el restrictor del recipiente y conectar el recipiente directamente al retículo y medir su presión para chequear si el aumento de presión lograda en un día coincide con el aumento de presión deseado para un día (**Pf/T**) del experimento. **6.** Repetir esta operación hasta lograr la tasa de entrada objetivo.

- Preparar mangueras de PVC de 50 cm de largo aprox.: colocar en un extremo el restrictor de aire con su **C** ya ajustada (utilizando tuerca acero 5/16 pase fino) y en el otro extremo la espiga o conector macho Swagelok (utilizar virola y ajustar mediante 1 y ¼ vuelta la tuerca de la espiga Swagelok), lo cual utilizará luego para conectar a la hembra del recipiente colector.

#### 4.6 Colocación de los Recipientes Colectores de Metano en los animales

- Numerar los porta-tubos.
- Insertar cada recipiente colector en un porta-tubo ya numerado.
- Utilizar dos porta-tubos con recipientes colectores por animal.
- Colocarlos a cada lado de la cabeza/cuello del animal sujetándolos al arnés con los broches del porta-tubo. Utilizar sunchos plásticos para dar mayor seguridad (Figura 10).
- Conectar la espiga (conector macho) de la manguera de PVC con la entrada hembra del recipiente colector.
- Pasar la manguera hacia el otro costado del animal sujetándola al arnés con sunchos plásticos y colocar el otro extremo de la manguera de PVC (restrictor de entrada de aire) bien cerca de los ollares del animal dentro de un trozo de caño transparente de PVC. Este caño debe estar sellado en un extremo con tela impermeable al agua y permeable al aire. El caño de PVC estará sujeto al soporte de cuero enganchado al arnés (Figura 10 y 11).
- Registrar identificación (número) del animal, número de porta-tubos y recipiente colector correspondiente, número de restrictor correspondiente a cada recipiente, día y hora de instalación.



**Figura 10.** Detalles de la colocación del recipiente colector en su porta-tubos y restrictores de flujo.

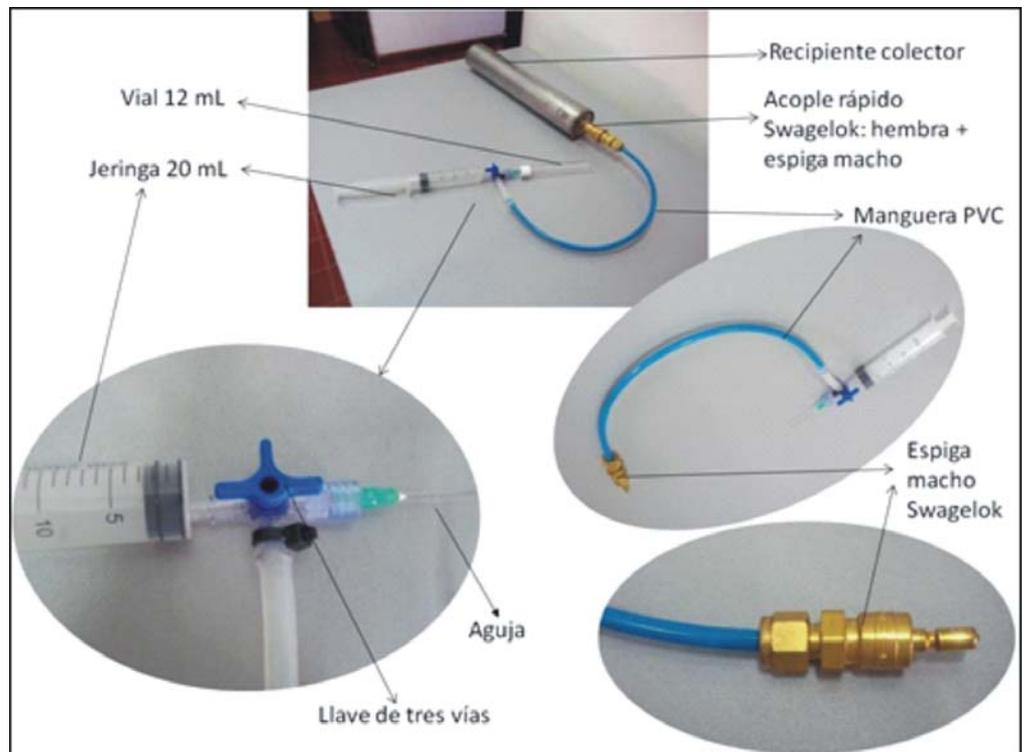


**Figura 11.** Animales con arnés, recipientes colectores y restrictores de flujo.

#### 4.7 Retiro de recipientes colectores, extracción de muestras y stock de submuestras.

- Al final del período de colección de gas establecido para el experimento, retirar conjuntamente los recipientes colectores con los acoples, mangueras PVC y restrictores de aire.
- Desconectar, del recipiente colector, la espiga de la manguera de PVC con restrictor.
- Chequear estado de recipientes, acoples y mangueras. Descartar materiales con averías que hayan dificultado la colecta de gas.
- Conectar cada recipiente colector al retículo de vacío, medir su presión utilizando el manómetro y registrar valor en mbar (Presión inicial, **Pi**). Descartar los recipientes con valores de presión próximos al valor de presión atmosférica.
- Los recipientes colectores que presentaron adecuada presión post colecta deben ser sobrepresurizados con N<sub>2</sub>. Para esto, conectar cada recipiente al retículo de vacío y habilitar las llaves de entrada del N<sub>2</sub> y llenar cada recipiente colector (1000-1200 mbar aprox.). Registrar valor de presión (Presión final, **Pf**)
- Elaborar un «adaptador» o pieza de acople al recipiente colector que permita la extracción de la muestra desde el recipiente y el llenado de los viales, los cuales serán luego utilizados para el análisis de la muestra en el cromatógrafo de gases (GC). Esto se puede realizar utilizando una manguera de PVC (TPU 6\*1 10 bar, de 1/4 pulgada) de 50 cm aprox. En un extremo colocarle espiga o conector macho Swagelock; en el otro extremo colocar una mariposa de tres vías: vía 1 conectada a manguera PVC, vía 2 conectada a una jeringa de 20 mL, y vía 3 conectada a una aguja (Figura 12).
- Luego de armado el «adaptador», conectar la espiga del «adaptador» al acople hembra del recipiente colector con la mariposa de tres vías con el pasaje de aire cerrado hacia jeringa y aguja.
- Para extraer cada submuestra: 1. habilitar con la mariposa el pasaje de aire del recipiente colector hacia la jeringa hasta que complete los 20 mL, y cerrar mariposa; 2. insertar la aguja en la septa de un vial de 12 mL previamente vaciado; 3. abrir el pasaje de la muestra de la jeringa hacia el vial (a través de la aguja) y cerrar luego que la jeringa vació su contenido en el vial; 4. retirar el vial (el mismo quedará a sobrepresión), y 5. identificar el número de cada vial, asociado al número de recipiente/muestra.
- Repetir esta operación tantas veces como submuestras se planifican obtener (recomendable de 3 a 5 submuestras).

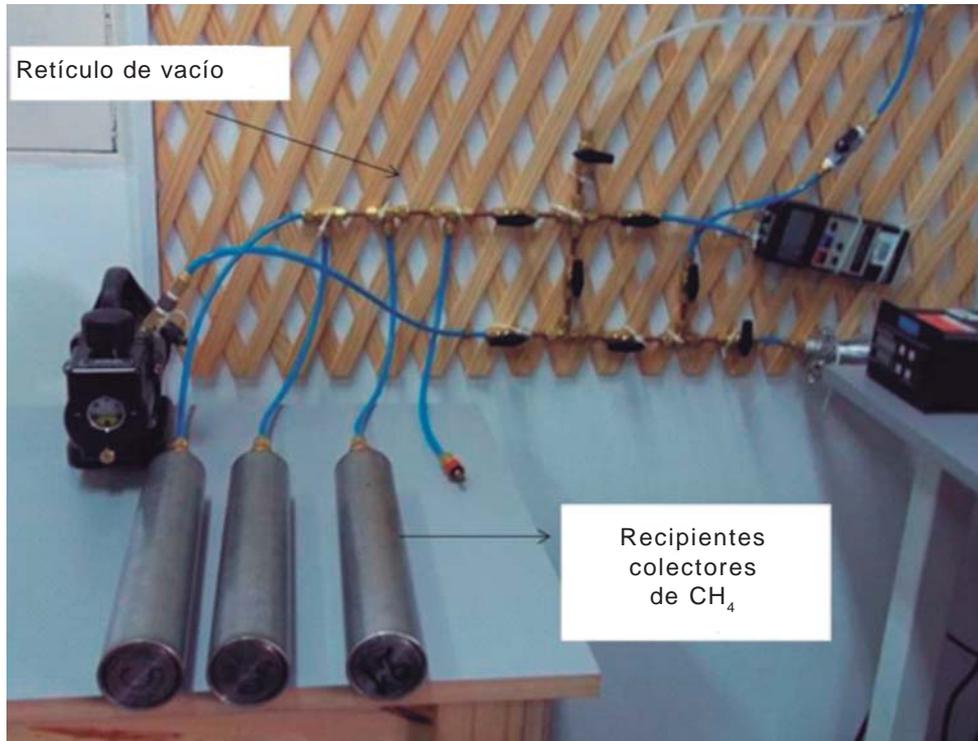
- Descartar la primer submuestra extraída ya que el volumen residual de la manguera puede alterar las concentraciones.
- Importante: mientras se están colectando las submuestras de un recipiente colector para pasarlas a los viales, nunca retirar ni el «adaptador» ni la mariposa con sus vías.
- Enviar los viales conteniendo las submuestras a sobrepresión para el análisis de su concentración de  $\text{CH}_4$  y  $\text{SF}_6$  por cromatografía gaseosa.



**Figura 12.** Detalles del «Adaptador» utilizado para submuestrear el gas contenido en el recipiente colector y pasarlo a viales de vidrio.

#### 4.8. Limpieza de recipientes colectores y re-acondicionamiento

- Realizar vacío en cada recipiente colector: para esto conectar cada recipiente al retículo de vacío (conexión acople hembra del recipiente con macho de la espiga del retículo), encender bomba de vacío hasta que el vacuómetro indique 0,5 mbar (Figura 13).
- Antes de volver a utilizar los recipientes colectores limpiarlos con gas Nitrógeno y volver a evacuar. Para esto dejar conectados los recipientes al retículo de vacío habilitando las llaves de entrada del  $\text{N}_2$  y llenar hasta que el manómetro indique un valor no menor de 1000-1200 mbar; volver a evacuar nuevamente los recipientes.
- Esta operación se puede repetir hasta tres veces para minimizar los niveles residuales de  $\text{CH}_4$  y  $\text{SF}_6$  en el recipiente colector.



**Figura 13.** Recipientes colectores de metano conectados al retículo de vacío para ser evacuados y limpiados con  $N_2$ .

*Nota 1.* Es necesario la inclusión en el estudio de al menos un recipiente colector «control» colocado en un sitio cercano al experimento para conocer los valores atmosféricos de  $[CH_4]$  y  $[SF_6]$ , que luego permitirán calcular en forma correcta la emisión de  $CH_4$  de cada animal.

*Nota 2.* Es recomendable la inclusión en el estudio de 1 ó 2 «animales control»: se les colecta el  $CH_4$  al igual que el resto de los animales en experimentación pero no se los dosifica con tubo de permeación de  $SF_6$ .

## 5. CÁLCULO DE LA EMISIÓN DE $CH_4$

- Disponer de la tasa de liberación de  $SF_6$  ( $SF_{6\ TL}$ ) de cada tubo de permeación correspondiente a cada animal (ver más arriba, punto 4.1).
- Disponer de los valores de concentración de  $CH_4$  (ppm) y de  $SF_6$  (ppt) de cada submuestra colectada en viales y analizadas por cromatografía gaseosa.
- Calcular factor de corrección (**FC**) de las concentraciones (debido a la dilución realizada por la sobrepresurización de los recipientes colectores con  $N_2$ ) utilizando **Pi** y **Pf** (ver punto 4.7): **FC**= **PF/Pi**. Multiplicar cada concentración por **FC**.
- Una vez corregidas las concentraciones de  $CH_4$  y  $SF_6$  entéricos ( $CH_{4\ ent}$  y  $SF_{6\ ent}$ ) de las submuestras colectadas de los animales y las concentraciones del recipiente control ( $CH_{4\ atm}$  y  $SF_{6\ atm}$ ), calcular la emisión

diaria de CH<sub>4</sub> entérico utilizando la siguiente ecuación que incluye la corrección por los pesos moleculares de cada gas (PM CH<sub>4</sub> = 16 y PM SF<sub>6</sub> = 146):

$$\text{CH}_4 \text{ (g día}^{-1}\text{)} = \text{SF}_6 \text{ TL (mg día}^{-1}\text{)} * \left[ \frac{\text{CH}_4 \text{ cont.} - \text{CH}_4 \text{ atm. (ppm)}}{\text{SF}_6 \text{ cont.} - \text{SF}_6 \text{ atm. (ppt)}} \right] * \left[ \frac{16 \text{ (PM CH}_4\text{)}}{146 \text{ (PM SF}_6\text{)}} \right] * 1000$$

## 6. REFERENCIAS

- Gere J.** 2012. La técnica de trazado por SF<sub>6</sub> para medir emisiones de metano de rumiantes en pastoreo: Desarrollos metodológicos y algunas aplicaciones. Tesis Doctoral. Tandil, Argentina. Facultad de Ciencias Exactas. UNCPBA. 142 p.
- Gere J, Gratton R.** 2010. Simple, Low-Cost flow controllers for time averaged atmospheric sampling and other applications. Latin American Applied Research. 40: 377-382.
- Grainger C, Clarke T, McGinn S, Auldism M, Beauchemin K, Hannah M, Waghorn G, Clark H, Eckard R.** 2007. Methane Emissions from Dairy Cows Measured Using the Sulfur Hexafluoride (SF<sub>6</sub>) Tracer and Chamber Techniques. Journal of Dairy Science. 90: 2755-2766.
- Johnson K, Westberg H, Michal J, Cossalman M.** 2007. The SF<sub>6</sub> tracer technique: methane measurement from ruminants. In: Measuring Methane Production from Ruminants. Makkar H, Vercoe P. <http://www.ansci.wsu.edu/People/johnson/Documents/SF6Technique.pdf>.
- Johnson K, Johnson D.** 1995. Methane emissions from cattle. Journal Animal Science. 73: 2483-2492.
- Lasey K, Ulyatt M, Martin R, Walker C, Shelton I.** 1997. Methane emissions measured directly from grazing livestock in New Zealand. Atmospheric Environment. 31: 2905-2914.
- Woodward S, Waghorn G, Laboyrie P.** 2004. Condensed tannins in birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus*) reduce methane emissions from dairy cows. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. 64: 160-164.

**INIA Dirección Nacional**

Andes 1365, P. 12  
Montevideo  
Tel.: 598 2902 0550  
Fax: 598 2902 3633  
[iniadn@dn.inia.org.uy](mailto:iniadn@dn.inia.org.uy)

**INIA La Estanzuela**

Ruta 50, Km 11  
Colonia  
Tel.: 598 4574 8000  
Fax: 598 4574 8012  
[iniale@le.inia.org.uy](mailto:iniale@le.inia.org.uy)

**INIA Las Brujas**

Ruta 48, Km 10  
Canelones  
Tel.: 598 2367 7641  
Fax: 598 2367 7609  
[inia\\_lb@lb.inia.org.uy](mailto:inia_lb@lb.inia.org.uy)

**INIA Salto Grande**

Camino al Terrible  
Salto  
Tel.: 598 4733 5156  
Fax: 598 4732 9624  
[inia\\_sg@sg.inia.org.uy](mailto:inia_sg@sg.inia.org.uy)

**INIA Tacuarembó**

Ruta 5, Km 386  
Tacuarembó  
Tel.: 598 4632 2407  
Fax: 598 4632 3969  
[iniatbo@tb.inia.org.uy](mailto:iniatbo@tb.inia.org.uy)

**INIA Treinta y Tres**

Ruta 8, Km 281  
Treinta y Tres  
Tel.: 598 4452 2023  
Fax: 598 4452 5701  
[iniatt@tyt.inia.org.uy](mailto:iniatt@tyt.inia.org.uy)

[www.inia.uy](http://www.inia.uy)