

LAS TIC COMO APOYO PARA MEDIR Y CUANTIFICAR EL METANO ENTÉRICO PRODUCIDO POR LOS RUMIANTES

Recibido: 28/02/2022

Aceptado: 19/04/2022

Renny L, Montilla E.*

Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”.
UNELLEZ

RESUMEN

La emisión de gas metano entérico (NH_4) a la atmosfera repercute en el cambio climático mediante el aumento de los Gases de efecto invernadero (GEI), se hace imperante aplicar correctivos para diezmar la emisión de este gas, donde estas transmisiones deben ser cuantificadas para validar los métodos empleados para disminuir la generación de NH_4 de forma significativa, esta necesidad de cuantificación es el objeto de estudio de la investigación al proponer identificar los diferentes métodos empleados en la medición de metano generados por los rumiantes, basados en las diferentes Tecnologías, Información y Comunicación empleadas para su medición y cuantificación, aplicando una investigación descriptiva de tipo bibliográfica o documental. En síntesis se evidencia que el uso de la Tecnología, Información y Comunicación en los métodos para la medición de metano (NH_4) generados por los rumiantes es variada, las cuales van de lo más simple a lo más complejo, convirtiéndose en una herramienta de apoyo cuando se quiere comparar los aportes significativos de las diferentes alternativas de producción ganadera empleadas en la reducción de emisión de NH_4 .

Palabras clave: Medición de metano (NH_4), Rumiantes, TIC, Cambio climático.

TICS AS SUPPORT TO MEASURE AND QUANTIFY ENTERIC METHANE PRODUCED BY RUMINANTS

ABSTRACT

The emission of enteric methane gas (NH_4) into the atmosphere has an impact on climate change through the increase in greenhouse gases (GHG), it is imperative to apply corrective measures to reduce the emission of this gas, where these transmissions must be quantified to validate the methods used to reduce the generation of NH_4 significantly, this need for quantification is the object of study of the research by proposing to identify the different methods used in the measurement of methane generated by ruminants, based on the different Technologies, Information and Communication used for its measurement and quantification, applying a descriptive bibliographical or documentary research. In summary, it is evident that the use of Technology, Information and Communication in the methods for the measurement of methane (NH_4) generated by ruminants is varied, ranging from the simplest to the most complex, becoming a support tool when you want to compare the significant contributions of the different livestock production alternatives used in the reduction of NH_4 emissions.

Keywords: Methane measurement (NH_4), Ruminants, ICT, Climate change.

INTRODUCCIÓN

El efecto del cambio climático a nivel mundial en las últimas décadas ha propiciado que el nuevo paradigma internacional sea el “Ambiente”, lo que ocasiona que se busque disminuir los factores que influyen en forma directa en este fenómeno, siendo los gases de efectos de invernaderos (GEI) uno de estos, dentro GEI se encuentra el gas Metano (NH_4), que al ser producido por los animales se le conoce como metano entérico, porque se genera en la zona animal que va desde el esófago hasta el ano. La forma de emisión de NH_4 en monogástricos es mediante las heces en su mayor parte y en poligástricos o rumiantes es a través el eructo.

Lo descrito anteriormente relaciona la generación del metano entérico con la producción animal, la cual ha crecido sustancialmente a medida que aumenta la demanda de proteína de origen animal en la población mundial para contribuir con la seguridad alimentaria de la población y así satisfacer la demanda de este rublo, el cual se convierte en un reto complejo al exigir una producción ganadera más eficiente y con menos emisiones contaminantes, tanto de gases de efecto invernadero y sustancias que contaminen suelos y aguas (Carro y González, 2018: 32).

Por otro lado Covelli (s/f) menciona que con el paso del tiempo se han mejorado los procesos de medición así como los equipos usados para este fin, es tanto así que en la actualidad se cuenta con gran cantidad de tecnologías que permiten medir cualquier fenómeno, donde la medición de gases no es la excepción, es decir que en la actualidad se pueden emplear las Tecnología, Información y Comunicación (TIC), como soportes para determinar la cantidad de gases que se emiten a la atmosfera, donde comprende la cuantificación del metano entérico producido por los rumiantes.

Teniendo en cuenta el factor de la emisión de metano entérico por parte de los rumiantes y el uso de las TIC como herramientas de apoyo para la medición de gases que se emiten a la atmosfera, se toma estos componentes como génesis de este estudio, el cual busca identificar los diferentes métodos empleados en la medición de metano (NH_4) generados por los rumiantes, al estudiar las diferentes Tecnologías, Información y Comunicación empleadas para su medición y cuantificación.

Dentro de los precedentes relacionados con el estudio, se encuentra el artículo Mediciones de metano y bióxido de carbono usando la técnica de covarianza de vórtices en

ganado lechero semiestabulado, sus autores Rodríguez y otros (2019), investigaron lo referente a la instalación y evaluación de un sistema GHG-2 para el monitoreo de metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2) en un sistema semi-estabulado en ganado lechero, donde la relación con el presente estudio radica en el objeto de estudio, que consiste en identificar los diferentes métodos empleados en la medición de metano (NH_4) generados por los rumiantes.

Continuando con el escrito se menciona a continuación un artículo que lleva por nombre Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático el cual fue realizado por Bonilla y Flores (2012) siendo su objetivo compilar y difundir información sobre la emisión de CH_4 por los rumiantes, sus posibles efectos en el calentamiento y en el cambio climático global, así como las alternativas existentes para su mitigación, donde su vinculación con este ensayo es que los autores, estudiaron la mitigación del metano producido por los rumiantes en forma general al basarse en las alternativas existentes para tal fin, en cambio el objeto de estudio que se desarrollará es más específico al puntualizar los aportes de las tecnología, información y comunicación (TIC) en la mitigación del metano (NH_4) en el cambio climático.

Por otro lado Bonilla y Flores (ob. cit.) hacen referencia que para poder desarrollar estrategias para mitigar las emisiones de CH_4 por el ganado, debe ser posible cuantificarlas, es decir que se debe de tener una ponderación de la cantidad de NH_4 que producen los rumiantes, para establecer la efectividad de las tecnologías aplicadas para poder paliar su aporte como GIF, lo cual es vinculante en este estudio que quiere identificar los diferentes métodos empleados en la medición de metano (NH_4) generados por los rumiantes, indicando las diferentes tecnologías empleadas para su medición y cuantificación, señalando los aportes de las tecnología, información y comunicación (TIC).

Por último se citará como predecesora la investigación establecida por Berra, Finster y Valtorta (2009) titulada, una técnica sencilla para la medición de emisiones de metano entérico en vacas, teniendo como finalidad probar una técnica de medición de emisiones de CH_4 entérico en vacas lecheras siendo afín con el objeto de estudio de este ensayo el cual consiste en identificar los diferentes métodos empleados en la medición de metano (NH_4) generados por los rumiantes.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para Sabino (1992) las investigaciones descriptivas utilizan criterios sistemáticos que permiten poner de manifiesto la estructura o el comportamiento de los fenómenos en estudio, en este caso se persigue identificar los diferentes métodos empleados en la medición de metano (NH₄) generados por los rumiantes, al estudiar las diferentes Tecnologías, Información y Comunicación empleadas para su medición y cuantificación, mediante una revisión bibliográfica o documental enfocado en las diferentes metodologías empleadas apoyadas en las TIC para medir y cuantificar el metano entérico producido por los rumiantes.

Metodologías empleadas apoyadas en las TIC para medir y cuantificar el metano entérico producido por los rumiantes.

A fin de desarrollar estrategias para mitigar las emisiones de metano del ganado bovino, debe ser posible cuantificarlas en una amplia gama de circunstancias para establecer niveles de emisión iniciales que sean comparables con los niveles encontrados después de aplicar cualquier estrategia de mitigación (Román y Hernández, 2016) señalando de esta forma que toda la medición y cuantificación de la emisión de NH₄ producido por los rumiantes en este caso el ganado bobino, son la base para determinar la efectividad de las técnicas que se emplean en la mitigación de este gas para establecer su efectividad y contribución a la disminución de los efectos de gases de invernadero., por lo que a continuación se mencionan algunas técnicas aplicadas para este fin.

Medición de metano entérico por telemetría

Para Berra, y otros (2013) la medición se basa en un sistema electrónico que se instala en la región dorsal del bovino, utilizando un arnés para su fijación, donde el sistema contiene una cánula intranasal con válvulas unidireccionales, el cual permite la recolección del aire espirado y los gases eructados generados en el interior del rumen, entre ellos, metano, donde el equipo telemétrico, tiene sensores de flujo y de concentración de metano, mediante una célula telefónica envían una señal a través de internet, el cual permiten el registro en línea de los datos en una computadora.

Figura 1. Medición de metano entérico por telemetría.



Fuente: Berra, y otros (2013).

La técnica de medición de metano entérico por telemetría, se emplea en forma directa con el animal, por lo que se puede asumir que es una tecnología precisa al trabajar de manera directa con el organismo que lo genera, pero se debe tener presente que la recolección del NH_4 , por vía eructo, lo que representa un (85-95 %) del total, en cuanto al empleo de las TIC se evidencia el apoyo en el mecanismo de generación y recolección de los datos, lo que crea costos elevados en su aplicación y las posturas en contra de su aplicación de las sociedades protectoras de animales, por el maltrato que sufre el animal, durante el periodo de uso.

Técnica experimental de medición de metano entérico.

Berra, Finster y Valtorta (2009) se basaron en un diseño aleatorizado, utilizando como unidad experimental seis vacas (6), Holstein secas, divididas entre dos tratamientos (T_0 y T_1), el cual para el análisis de los resultados se empleó la prueba de Tukey.

El volumen de gas de la bolsa de recolección se mide trasvasando el contenido a un recipiente de volumen conocido (25 L). Cuando el remanente es inferior a 25 L, se utiliza un espirómetro (SPIROBANK, Italia) para determinar el volumen restante. El gas recolectado en la bolsa de muestreo, se analiza para CH_4 por medio de un detector comercial (RIKEN KEIKI, Japón) calibrado por un sistema de dilución con controladores de flujo de masa (Berra, Finster y Valtorta, 2009).

Figura 2. Componentes importantes del modelo experimental.



Fuente: Berra, Finster y Valtorta (2009),

La técnica experimental de medición de metano entérico se emplea en forma directa con el animal, al igual que la técnica de medición de metano entérico por telemetría, este método de cuantificación de NH_4 , destaca por la sencillez de su aplicación y el uso de materiales simples, donde su tecnología se basa en la medición del metano producido, presentando una ventaja que es económico y los datos que se generan provienen directamente de la fuente, por otro lado al igual que el método anterior tiene su oposición con respecto a las agrupaciones que protegen a los animales, en cuanto al maltrato animal, haciendo énfasis en la cirugía que se le aplica al animal.

Técnica de covarianza de vórtices.

Entre las técnicas micrometeorológicas está la denominada Covarianza de Vórtices (EC, por sus siglas en inglés), que ha sido utilizada para medir metano con animales en pastoreo y estabulados, donde esta técnica se basa en las mediciones de flujos y de materia (dirección vertical; es decir, intercambio con la atmósfera) y se realiza a través de la covarianza de la velocidad del viento y la variable de interés Rodríguez y otros (2019).

Las variables (CH_4 , CO_2 y H_2O) son muestreadas a 10 Hz y almacenadas en una memoria USB de 16 Gb en el módulo LI-7550, creando archivos cada 30 min, con 18.000 registros cada uno. Los datos se almacenan dentro del LI-7550 se colectan periódicamente y se procesan usando software EddyPro versión 6.2.

Figura 3. Arreglo y disposición espacial del sistema de covarianza de vórtices y localización de los corrales de ordeña con relación al sistema.



Fuente: Rodríguez y otros (2019).

La técnica covarianza de vórtices no se emplea en forma directa con el animal, su avanzado y sofisticado sistema puede medir no solamente el metano sino también el dióxido de carbono que son dos gases de efecto de invernadero pero presenta algunas desventaja según Hiranuma y otros (mencionado por Rodríguez y otros, 2019) el cual lo relaciona con las partículas de polvo, que son comunes en estas condiciones y el nivel de ruido en las mediciones de metano que es dependiente de la limpieza de los espejos del sistema, poniendo en cuestionamiento los datos generados, por otro lado el alto costo de aplicación, el constante mantenimiento que se debe realizar y el alto nivel de especialización del personal involucrado.

Cámaras de respiración.

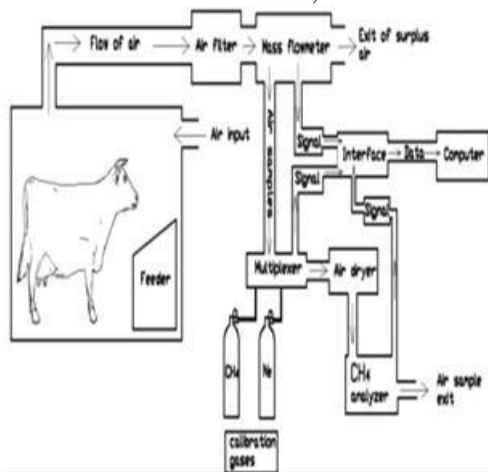
La técnica calorimétrica indirecta se ha utilizado desde hace muchos años para la medición del calor producidos en rumiantes y en la actualidad es la técnica más empleada para medir producción de metano en rumiantes domésticos, en varios laboratorios de todo el mundo, se han construido cámaras de respiración para cuantificar producción de metano en rumiantes. La cámara de respiración es una de las más precisas. técnicas para medir las emisiones de entéricos metano.

Las cámaras de respiración se diseñaron bajo el principio de calorimetría indirecta de circuito abierto. En la técnica de calorimetría indirecta de circuito abierto, se permite la entrada de aire externo en la cámara donde se mezcla con los gases exhalados por el animal, y luego esa mezcla se extrae por medio de una bomba a través de una salida que va hacia el analizador de gases, donde se miden cuantitativamente. Las cámaras de respiración son jaulas metálicas para ganado dentro de ellos se coloca un recolector de heces y orina para su cuantificación, donde en el diseño se toma en consideración la biometría del animal de forma que proporcione suficiente espacio para pararse y acostarse libremente, con acceso al agua y un alimentador de capacidad adecuada, en consonancia con el bienestar y comodidad posible. (Canul y otros, 2017).

La producción de metano se calcula en base a la tasa media de producción de metano por minuto y tasa de flujo por unidad de tiempo. Todos los datos se corrigen con el programa Standard Temperature and Pressure Dry (STPD), empleando un factor de corrección para el flujo de aire por unidad de tiempo el cual es calculado para corregir todos los datos de flujo de

aire. El ganado se mantiene en las cámaras durante 3 días, al final los animales se retiran de las cámaras y otros animales en el experimento entrar en las cámaras.

Figura 4. Esquema de las cámaras de respiración para mediciones de metano en bovinos de la Universidad de Yucatán, México.



Fuente: Canul y otros, (2017).

Como se puede observar esta técnica de medición de metano entérico es un traslado de un uso a otro, es decir paso de medir temperatura (calor) a medir gases (NH_4), evidenciando una singular combinación y adaptación de conocimientos para un manejo determinado de información, por otro lado es apremiante mencionar que con la construcción de infraestructura y la instrumentación la inversión es cuantiosa, el cual limita su uso, dejando a un lado la precisión de sus aportes.

CONCLUSIONES

En síntesis se evidencia que el uso de la Tecnología, Información y Comunicación (TIC), en los métodos para la medición de metano (NH_4) generados por los rumiantes es variada, las cuales van de lo más simple a lo más complejo, donde el apoyo de esta triada de dimensiones (Tecnología, Información y Comunicación) es una herramienta de apoyo cuando se quiere comparar los aportes significativos de las diferentes alternativas de producción ganadera empleadas en la reducción de emisión de NH_4 , producidas por esta actividad.

Con el apoyo de los datos de originados de estos diferentes métodos de medición se puede plantear un sistema de correlación entre los ellos, que permita generar un coeficiente basados en los métodos de mayor precisión con respecto a los de menos precisión y de esta

forma buscar un sistema integral que sea significativamente preciso y accesible a los criadores de ganado, teniendo en cuenta la disminución del maltrato animal y los costos.

REFERENCIAS

- Benaouda, M. González, M; Molina, L. Castelán, O. (2017). *Estado de la investigación sobre emisiones de metano entérico y estrategias de mitigación en América Latina*. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 8, núm. 4, mayo-junio, 2017, pp. 965-974 Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias Estado de México, México.
- Benavides B, Henry O. León A, Gloria E. (2007). *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – IDEAM. Subdirección de Meteorología.
- Berra, G. Bualo, R. Perini, A. Arias R. Callieri, R. Valtorta, S. (2013). *Desarrollo de un sistema de medición de metano entérico por telemetría a través de una cánula intranasal*. Ediciones INTA. Libro de edición Argentina.
- Berra, G. Finster, L. Valtorta, S. (2009). *Una técnica sencilla para la medición de emisiones de metano entérico en vacas*. Revista FAVE, Ciencias Veterinarias 8 (1) 2009. Documento en línea. http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=bibunfa.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=_mf=017993.
- Bonilla, J. Flores, C. (2012). *Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático*. Rev Mex Cienc Pecu 2012: 215-246. Documento en línea <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5346628>.
- Canul, J. Piñeiro, A. Arceo, J. Alayón J. Ayala, A. Aguilar, C. Solorio, F. Castelán, O. Lachica, M. Quintana, P. Carlos Ku, J. (2017). *Design and construction of low-cost respiration chambers for ruminal methane measurements in ruminants*. Rev Mex Cienc Pecu 2017;8(2):185-19. Documento en línea: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmcp/v8n2/2448-6698-rmcp-8-02-00185.pdf>.
- Carro, M. González, J. (2018). *Emisiones de metano en los animales rumiantes: influencia de la dieta*. Departamento de Producción Agraria, ESTIAAB, Universidad Politécnica de Madrid. Documento en línea. [http://oa.upm.es/54818/1/INVE MEM 2018 296591.pdf](http://oa.upm.es/54818/1/INVE_MEM_2018_296591.pdf).
- Covelli, Germán. (s/f). *Facilidades Tecnológicas para Brindar Trazabilidad a las mediciones de gases en Colombia*. Corporación Centro de Desarrollo Tecnológico del Gas.

Pond, W. G. Church, D. C. Pond, K. R. (2002). *Fundamentos de nutrición y alimentación de animales*. Editorial Llmusa, S.A. de C.V. Grupo Noriega Editores, Balderas 95. México. D.F.

Rodríguez, J. Paz, F. Watts, C. Lizárraga, C. Yépez, E. Jiménez, G. Castellanos, A. Hinojo, C. Macías, C. (2019). *Mediciones de metano y bióxido de carbono usando la técnica de covarianza de vórtices en ganado lechero semiestabulado en Sonora, México*. Terra Latinamericana 37: 69-80. Documento en línea. <https://doi.org/10.28940/tl.v37i1.412>.

Román, S. Hernández, J. (2016). *Producción y Medición de Metano (CH₄) en ganado bovino*. Technical Report, July 2016. Documento en línea. www.researchgate.net/publication/308202349.

Sabino, Carlos. (1992). *El proceso de investigación*. Ed. Panapo, Caracas, 1992, Venezuela.

Vargas, J. Cárdenas, E. Pabón M. y Carulla, J. (2012). Emisión de metano entérico en rumiantes en pastoreo. Arch. Zootec. 61 (R): 51-66. 2012.

*** Doctorando en Ambiente y Desarrollo. Universidad Nacional Experimental de los Llanos Occidentales “Ezequiel Zamora”. Barinas. MSc. en Educación Ambiental. Ing. Agrónomo. Correo electrónico: montilarj67@gmail.com.**