

Los Rumiantes: Actores Importantes del Cambio Climático

Ruminants: Important Players in Climate Change

José J. Espino-García^a, Isaac Almaraz-Buendía^a, Uriel González-Lemus^a, Abigail Reyes-Munguía^b, Gabriel Aguirre-Álvarez^a, Rafael G. Campos-Montiel^{a*}

Abstract:

Greenhouse gases contribute directly to climate change, currently one of the main problems of humanity, and in recent years there has been concern due to the increase in their emissions because of human activity in general and livestock. The purpose of this note is to spread some aspects of this inconvenience by proposing an alternative to try to reduce this problem. Within livestock production systems, ruminants are the main implicated, since they emit around 115 million tons of methane per year, corresponding to approximately 20% of global emissions. Methanogenesis represents a loss of energy for the ruminant in terms of nutrition; and in environmental terms it contributes to the increase in greenhouse gases, so the number of investigations to reduce it has increased. It is important to make known the concern of researchers in this field since it implies not only solving the environmental problem, but also guaranteeing the supply of food for humanity.

Keywords:

Ruminants, climate change, zoconostle, greenhouse gases

Resumen:

Los gases efecto invernadero contribuyen de manera directa al cambio climático, actualmente uno de los principales problemas de la humanidad, existiendo en años recientes una preocupación debida al incremento en sus emisiones como resultado de la actividad humana en general y de la ganadería en particular. El propósito de esta nota es difundir algunos aspectos de este inconveniente proponiendo una alternativa para tratar de disminuir este problema. Dentro de los sistemas de producción pecuaria los rumiantes son los principales implicados ya que emiten alrededor de 115 millones de toneladas de metano por año, correspondiendo aproximadamente al 20% de las emisiones mundiales. La metanogénesis representa una pérdida de energía para el rumiante en términos de nutrición; y en términos ambientales contribuye al incremento de los gases con efecto invernadero por lo que el número de investigaciones a fin de reducirla se ha incrementado. Es importante dar a conocer la preocupación de los investigadores en este campo ya que implica no solo resolver el problema ambiental, sino garantizar el abasto de alimentos para la humanidad.

Palabras Clave:

Rumiantes, cambio climático, zoconostle, gases efecto invernadero

1. Introducción

La atmósfera terrestre, compuesta de diversos gases es el lugar donde se llevan a cabo los fenómenos meteorológicos que regulan las entradas y salidas de energía y el principal medio de transferencia de calor de nuestro planeta. En las

últimas décadas, se ha incrementado la concentración de algunos de estos gases como producto de actividades humanas, conocidos como gases efecto invernadero (GEI) por su capacidad para almacenar calor, provocando una acumulación de energía conocida como *calentamiento global* que

^a Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. José J. Espino-García, <https://orcid.org/0000-0003-2353-6024>, Email: es010437@uaeh.edu.mx; Isaac Almaraz-Buendía, <https://orcid.org/0000-0001-9404-1548>, Email: isaac_almazar9974@uaeh.edu.mx; Uriel González-Lemus, <https://orcid.org/0000-000X-XXXX-XXXX>, Email: uriel_gonzalez@uaeh.edu.mx; Gabriel Aguirre-Álvarez, <https://orcid.org/0000-XXXX-XXXX-XXXX>, Email: aguirre@uaeh.edu.mx; Rafael G. Campos-Montiel, <https://orcid.org/0000-0001-7382-5538>

^b Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Abigail Reyes-Munguía, <https://orcid.org/0000-0002-2151-7979>, Email: abigail.reyes@uaslp.mx

* Autor de Correspondencia: Email: rcampos@uaeh.edu.mx

induce a uno de los problemas de interés actual: *el cambio climático*. Es de vital importancia tratar de contrarrestar este problema, tratando de reducir las emisiones de este tipo de gases, ya que de no hacerlo los daños en los ecosistemas pueden ser irreversibles.

El metano entérico es un GEI producto del proceso digestivo de los rumiantes y cuando se acumula en la atmósfera es uno de los principales factores en el calentamiento global por su capacidad para almacenar energía. Es importante proponer estrategias para reducir las emisiones de metano entérico sobre todo en países en desarrollo cuyo soporte económico depende en gran medida de la producción primaria. La calidad de los forrajes utilizados en estas regiones generalmente no es la mejor, provocando una mayor producción de este gas. La evaluación y mejora en los sistemas de producción pecuaria permitirá reducir la huella ambiental y su repercusión en las emisiones de GEI.

2. El cambio climático

La atmósfera terrestre está compuesta por diversos gases entre los que destacan el vapor de agua en concentraciones del orden de 0-4%; el bióxido de carbono (CO₂), 0.03% y el metano (CH₄), 0.0015% en volumen. Estos dos últimos, tienen la propiedad de absorber la energía radiante emanada por la superficie de la Tierra; por esta característica, son llamados GEI (Fig. 1), el efecto invernadero es un mecanismo que ha existido desde hace unos 4,000 millones de años, siendo fundamental para lograr condiciones adecuadas para la existencia de la vida, sin embargo, las actividades humanas han aumentado la concentración de los GEI en la atmósfera rompiendo el equilibrio natural [1].



Figura 1. Mecanismo del efecto invernadero [2]

3. El metano, el GEI con mayor poder calorífico

El CH₄ es un gas incoloro, inflamable y no tóxico, se produce de forma natural por la descomposición de materia orgánica en ausencia de oxígeno; pero en las últimas décadas actividades de origen antropogénico tales como la explotación y distribución de combustibles fósiles, algunas actividades agrícolas como el cultivo de arroz y sistemas de producción pecuaria (bovinos, ovinos, caprinos) principalmente, han ido incrementando de manera sustancial la concentración de este gas en la atmósfera, hasta un 1% por año. A pesar de que el CO₂ es considerado el principal GEI el CH₄ juega un papel importante en el calentamiento global ya que el potencial de calentamiento es 25 veces mayor al CO₂, se espera que a finales del siglo XXI el efecto de este gas supere al del CO₂ [3].

4. Los rumiantes como productores de GEI

Una de las principales fuentes antropogénicas de CH₄ atmosférico proviene del sector agropecuario, del total de CH₄ producido, el 55% corresponde a este sector, en donde los rumiantes (vacas, ovejas, cabras) son los que más generan, 74.2% corresponde al ganado vacuno. Los rumiantes emiten alrededor de 115 millones de toneladas de CH₄ por año, que corresponde aproximadamente al 20% de las emisiones mundiales [4]. Se estima que cada vaca produce alrededor de 400 L de CH₄ por día, que equivale a 90 kilos de CH₄ al año, en términos energéticos, esto es equiparable a 140 litros de gasolina [5]. El CH₄ entérico es un producto de la fermentación que se lleva a cabo en el estómago de los rumiantes por un grupo de microorganismos, las archeas metanógenas. La producción de CH₄ por estos microorganismos es parte de su metabolismo energético. Las condiciones de anaerobiosis, ausencia de luz y presencia de metabolitos, que caracterizan la fermentación de la materia orgánica, conducen a la biogénesis de este gas (metanogénesis) [6].

5. ¿Podemos prescindir de los rumiantes?

A nivel mundial, el sector agropecuario es de suma importancia para la seguridad alimentaria, desde que la humanidad dejó de ser nómada, el ganado

ha proporcionado al humano alimento, vestido, confort, empleo, seguridad, energía, fertilizantes. El ganado contribuye con aproximadamente el 40% de la producción primaria en los países desarrollados y con el 20% en los países en desarrollo. El 34% del suministro mundial de proteína para alimentación humana proviene del ganado y aunque su producción consume anualmente 6.000 millones de toneladas de materia seca, el 86% está constituida por recursos que no son comestibles para los seres humanos [7]. La importancia básica de los rumiantes reside en el hecho de que estos animales obtienen su alimento de los forrajes fibrosos y de los subproductos agrícolas e industriales que el hombre no puede consumir o utilizar directamente. Considerando esta diferencia fundamental, la fisiología digestiva del rumiante adquiere características particulares. La degradación del alimento se realiza mayoritariamente por digestión fermentativa y no por acción de enzimas digestivas, en el que el proceso fermentativo, lo realizan diferentes tipos de microorganismos que el rumiante contiene en sus divertículos estomacales, principalmente en el rumen, existiendo una endosimbiosis [8], donde los productos finales de la acción bacteriana son ácidos grasos volátiles, principalmente acético, propiónico y butírico los cuales son la principal fuente de energía para el animal hospedero. La biomasa vegetal es el recurso renovable más abundante en el planeta y los biopolímeros de la lignocelulosa son la base de los sistemas de producción de rumiantes. El ganado doméstico ha mantenido a la humanidad durante siglos y debe continuar haciéndolo, se prevé que la población mundial llegue a casi 10.000 millones de personas en 2050. El sector pecuario tiene un papel importante en la producción de alimentos para satisfacer las necesidades y desafíos del aumento de la población mundial [9].

6. Estrategias para reducir la producción de metano entérico

Los métodos para disminuir la emisión de metano en rumiantes se pueden clasificar en métodos directos e indirectos. Los métodos directos se basan en disminuir el crecimiento y la actividad metabólica de

las arqueas metanógenas [10]. En los métodos indirectos, el objetivo es disminuir durante la fermentación ruminal los compuestos necesarios para que el metano se produzca.

Las investigaciones respecto a la reducción de CH₄ ruminal han sido abordadas por un extenso número de científicos que han evaluado diversas estrategias y un gran número de compuestos, tanto inorgánicos como orgánicos, naturales y sintéticos; *in vivo* e *in vitro*, con objeto de minimizar el problema [11-13], de las cuales, el manejo dietético-nutricional [14] y los aditivos han resultado ser son las más adecuadas desde el punto de vista práctico y económico [15]. Diversos estudios han demostrado que algunos vegetales contienen compuestos secundarios, con actividad antimicrobiana potencial, mejorando la fermentación ruminal y disminuyendo la producción de CH₄ [14,16-18]. Dentro de los vegetales endémicos de México que tienen esta característica algunas especies del género *Opuntia* que producen frutos ácidos, conocidos como *xoconostles*, son una fuente importante de compuestos fenólicos, con actividad antimicrobiana potencial [19-21]. En estudios realizados [22] en fermentaciones *in vitro* de rastrojo de maíz (*Zea mays*) un forraje muy utilizado en países en vías de desarrollo, pero con alto potencial de emisiones de metano, la sustitución del 4.5% de rastrojo por xoconostle redujo 16.7% la producción de gas total sin afectar la digestibilidad de la materia seca.

Conclusión

Diversas plantas pueden utilizarse como aditivos en dietas para rumiantes o como forrajes alternativos con el fin de disminuir las emisiones de metano.

El constante aumento de la población hace imprescindible garantizar el abasto de alimentos tratando de causar el menor impacto ecológico, por lo que las investigaciones en torno a este sentido no son menos importantes para evitar daño en los ecosistemas que en un futuro podrían acarrear graves problemas para la humanidad.

Referencias

- [1] Barry, R. G., & Chorley, R. J. Atmosphere, Weather and Climate. London: Routledge Taylor & Francis Group, 2003. New York.
- [2] UNEP-GRID-Arendal. Recuperado el 20 de Noviembre de 2018, de https://www.google.com.mx/search?q=Fuente:+UNEP-GRID-Arendal&rlz=1C1GGGE_

- [3] Tubiello, F. N., Córdor-Goléc, R. D., Salvatore, M., Piersante, A., Federici, S., Ferrara, A., . . . Proserpi, P. *Estimación de emisiones de gases de efecto invernadero en la agricultura*. 2015. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- [4] Duin, E. C., Wagner, T., Shima, S., Prakash, D., Cronin, B., Yañez Ruiz, D. R., . . . Kindermann, M. Mode of action uncovered for the specific reduction of methane emissions from ruminants by the small molecule 3-nitrooxypropanol. 2016. *PNAS Vol 113*, 6172-6177 DOI: 10.1073/pnas.1600298113.
- [5] Benavides-Ballesteros, H. O., & León-Aristizabal, G. E. *Información técnica sobre gases de efecto invernadero y el cambio climático*. 2007 Bogotá, Colombia: Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales. IDEAM.
- [6] Bonilla, C. J., & Lemus, F. C. Emisión de metano entérico por rumiantes y su contribución al calentamiento global y al cambio climático. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. 2012. 3(2), 215-246.
- [7] FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) Producción Animal. 2021. <https://www.fao.org/animal-production/es/> [Acceso: 08/12/2021]
- [8] Terry, S. A., Badhan, A., Wang, Y., Chaves, A. V., & McAllister, T. A. Fibre digestion by rumen microbiota. *Canadian Journal of Animal Science*, 2019. 1-15.
- [9] Moore, D., Harden, K., & Sampaio, F. *La importancia de la producción pecuaria y la proteína animal: la perspectiva del hemisferio occidental*. 2021. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura.
- [10] Cobos-Peralta, M. A. *Importancia de los rumiantes en el cambio climático global: 2018. México*. Obtenido de Engormix/Ganadería <https://www.engormix.com/ganaderia-carne/articulos/importancia-rumiantes-cambio-climatico-t39908.htm> [Acceso 8/12/2021]
- [11] Sharma, RK. Nutritional strategies for reducing methane production by ruminants. *Indian J Res* 2005;4(1).
- [12] Muñoz, C., Herrera, D., Hube, S., Morales, J. and Ungerfeld, E.M. Effects of dietary concentrate supplementation on enteric methane emissions and performance of late lactation dairy cows. *Chilean Journal of Agricultural Research*. 2018. 78 (3)
- [13] Swainson NM, Hoskin SO, Clark H, Brookes IM. The effect of coconut oil and monensin on methane emissions from sheep fed either fresh perennial ryegrass pasture or chicori, GGAAC. *New Zealand*. 2007:lxxviii-lxxviii.
- [14] Khang D N, Ngoc Anh D T & Preston T R. Effect of cassava leaf meal and coconut cake on methane production in an in vitro incubation using cassava root pulp and urea as substrate. *Livestock Research for Rural Development*. 2019. Volume 31, Article #128.
- [15] Phoung L T B, Preston T R, Van N H and Dung D V. Effect of additives (brewer's grains and biochar) and cassava variety (sweet versus bitter) on nitrogen retention, thiocyanate excretion and methane production by Bach Thao goats. *Livestock Research for Rural Development*. 2019. Volume 31, Article #1.
- [16] Ángeles-Hernández, JA., Lizarazo-Chaparro, A., José Manuel Elizalde Téllez, JM., Chay-Canul, AJ., Rodríguez-Guerrero, V., Castro-Montoya, J., and del Razo-Rodríguez, OE. Evaluación de los patrones de fermentación in vitro y producción de metano de vaina de mezquite (*Prosopis* spp.). *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. 2022 Volumen 23: #066
- [17] Vissers, A. M., & Pellikaan, W. F. (2018). *Laminaria digitata* phlorotannins decrease protein degradation and methanogenesis during in vitro ruminal fermentation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 98(10), 3644–3650. doi:10.1002/jsfa.8842.
- [18] Wardiny, T., Sinar, T. E., & Jayanegara, A. (2021). Evaluation of noni (*Morinda citrifolia*) leaves and fruits on methane emission and rumen fermentation parameters in vitro. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Volume 788, Issue 1, pp. 012030 doi: 10.1088/1755-1315/788/1/012030
- [19] Hayek SA, Ibrahim SA. Antimicrobial Activity of *Xoconostle* Pears (*Opuntia matudae*) against *Escherichia coli* O157:H7 in Laboratory Medium. *Int J Microbiol* 2012; 2012 (368472).
- [20] Roldán-Cruz CA, Ángeles-Santos A, Hernández-Fuentes AD, Santos-Fernández SA, Campos-Montiel RG. Efecto inhibitorio de bacterias patógenas con extractos de *xoconostle* asistidos por ultrasonido. *Inv Des Cs Tec de Alim* 2016; 1 (1): 214-219.
- [21] Espinosa-Muñoz V, Roldán-Cruz C, Hernández-Fuentes AD, Quintero-Lira A, Almaraz-Buendía I, Campos-Montiel RG. Ultrasonic-assisted extraction of phenols, flavonoids, and biocompounds with inhibitory effect against *Salmonella typhimurium* and *Staphylococcus aureus* from cactus pear. *J Food Proc Eng* 2017; 40 (2).
- [22] Espino-García JJ, Campos-Montiel RG, González-Lemus U, Torres-Cardona MG, Sánchez-Santillán P, Peralta-Ortiz JJ, Almaraz-Buendía I. Fermentación in vitro de rastrojo de maíz combinado con *Xoconostle* (*Opuntia matudae* Sheinvar) y su efecto en la producción de gas. *LRRD* 2020; 32 (2): 31.