





Emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la ganadería en Cuba

Greenhouse gas emissions from livestock farming in Cuba



<https://cu-id.com/2377/v30n3e05>

 Rosemary López Lee¹,  Ignavis de la Caridad Castillo Lemus^{1*},
 Arnaldo Evaristo Collazo Aranda²,  Rachel Martínez Rodríguez¹

¹Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba

²Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba

RESUMEN: El objetivo de este trabajo fue estimar las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de la ganadería de Cuba para el período 1990-2016. La metodología utilizada fue las Directrices del IPCC 2006. Se trabajó con dos métodos de estimación, el de nivel 1, donde se utilizan datos del país y factores de emisión por defecto de las Guías del IPCC 2006 y el método de nivel 2 que utiliza datos del país, pero factores de emisión calculados a partir de datos del país. Se estimaron las emisiones de CH₄ por la categoría Fermentación entérica y las emisiones de CH₄ y N₂O por la categoría Gestión del estiércol. La Fermentación entérica fue la categoría de mayor relevancia con un 76,1 % de emisiones de gases de efecto invernadero del sector Ganadería. A nivel de componente animal, el ganado vacuno fue el de mayor importancia con un 72,1 % de emisiones de gases de efecto invernadero del sector Ganadería. Las subcategorías significativas en el sector Ganadería fueron: Fermentación entérica “Ganado vacuno”, Gestión del estiércol “Ganado vacuno”, Gestión del estiércol “Porcinos”; que son a las que habrá que dedicar mayor esfuerzo y recursos.

Palabras clave: emisiones, ganadería, gases de efecto invernadero.

ABSTRACT: The objective of this work was to estimate greenhouse gas emissions from livestock farming in Cuba for the period 1990-2016. The methodology used was the 2006 IPCC Guidelines. We worked with two estimation methods, level 1, where country data and default emission factors from the 2006 IPCC Guidelines are used, and level 2 method that uses data of the country, but emission factors calculated from country data. CH₄ emissions were estimated for the Enteric Fermentation category and CH₄ and N₂O emissions for the Manure Management category. Enteric Fermentation was the most relevant category with 76.1% of greenhouse gas emissions from the Livestock sector. At the animal component level, cattle were the most important with 72.1% of greenhouse gas emissions from the Livestock sector. The significant subcategories in the Livestock sector were: Enteric fermentation “Cattle”, Manure management “Cattle”, Manure management “Swines”; which are the ones to which greater effort and resources will have to be dedicated.

Key words: emissions, livestock, greenhouse gases.

INTRODUCCIÓN

La ganadería genera grandes cantidades de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), debido principalmente a la producción de metano (CH₄) en el proceso de digestión de los rumiantes. Aunque en cantidad muy inferior, también se genera metano en la descomposición del estiércol en ausencia de aire, por ejemplo en las piscinas utilizadas para almacenar estiércol y purines en las granjas industriales. El estiércol depositado en los pastos por

el ganado, en cambio, o manejado en seco, no produce cantidades significativas de metano (Román y Hernández, 2016).

El metano es el segundo gas más importante de efecto invernadero, representando más del 14% del total de estos gases. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) responsabiliza a la ganadería de una proporción muy importante de las emisiones de este gas, adjudicándole el 35-40% de las totales.

*Autor para correspondencia: Ignavis de la Caridad Castillo Lemus. E-mail: ignavis@gmail.com

Recibido: 08/03/2024

Aceptado: 02/04/2024

Conflicto de intereses: Los autores declaran que no existen conflictos de intereses en la realización del estudio.

Contribución de los autores: Todos los autores contribuyeron al diseño del estudio y la redacción del artículo. Asimismo, todos los autores aprobaron la versión final.

Este artículo se encuentra bajo licencia [Creative Commons Reconocimiento-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC 4.0\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

La emisión de CH₄ procedente de la fermentación entérica es un proceso que tiene su origen en la formación de este gas en el sistema digestivo de los animales domésticos (fundamentalmente en los rumiantes). La cantidad de CH₄ que es liberada depende del tipo, edad y peso de los animales, así como de la cantidad y calidad del alimento consumido. Este gas se emite a la atmósfera a través del eructo durante la rumia (las mayores emisiones) y mediante los flatos a través del ano (Román y Hernández, 2016).

El estiércol del ganado doméstico es otra fuente de emisiones de GEI, ya que el mismo está compuesto principalmente de material orgánico. Cuando este material orgánico se descompone en un medio anaeróbico, las bacterias metanogénicas producen CH₄. Estas condiciones ocurren a menudo cuando un gran número de animales son manejados en un área confinada, o cuando las excretas son manejadas en forma líquida. Por otra parte, cuando las excretas se descomponen en un medio aeróbico, predominan las emisiones de óxido nitroso (N₂O).

El manejo de las excretas produce emisiones de CH₄ y N₂O. Las cantidades están en dependencia del sistema de manejo utilizado: almacenamiento sólido, esparcido diario, lagunas anaeróbicas, como combustible, sistema líquido, etc. Las mayores emisiones corresponden al tratamiento en forma líquida por facilitar la descomposición anaeróbica de las sustancias orgánicas contenidas en ellas; también, influyen en las emisiones otras condiciones tales como: la temperatura, humedad, viento, radiación solar, ubicación de las excretas según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2006).

El objetivo de este trabajo fue estimar las emisiones de CH₄ por la categoría Fermentación entérica y las emisiones de CH₄ y N₂O por la categoría Gestión del estiércol para el período 1990-2016.

MATERIALES Y MÉTODOS

En ambas categorías se incluyeron las especies animales agrupadas en los siguientes componentes:

- Ganado vacuno (incluye vacas lecheras de baja producción y otros vacunos, este último desagregado para las emisiones de CH₄ en: vacas

para producir carne, toros empleados para fines reproductivos, terneros pre-destetos, terneras de reemplazo y ganado de engorde)

- Búfalos
- Ovinos (ovejas)
- Caprinos (cabras)
- Equinos (caballos)
- Mulas y asnos
- Porcinos (cerdos desagregados por edad: < 6 meses y > 6 meses)
- Aves de corral (incluye como población única a gallinas ponedoras y de carne de empresas avícolas estatales)

Las aves de corral no se incluyeron para la fermentación entérica por no constituir una especie clave, aunque si se tratan en el manejo de las excretas ya que representan una población considerable cuyas excretas al igual que la de los herbívoros, se manejan con distintos objetivos (producción de abonos, obtención de energía, alimento animal, etc.)

Se utilizaron datos de actividad desagregados y paramétricos específicos del país (cabezas de las especies animales/año). Los cuales fueron obtenidos de los datos publicados por la Oficina Nacional de Estadística (ONEI) en los Anuarios Estadísticos Anuales o de la información complementaria de esta entidad (ONEI, 2018).

En la categoría Fermentación entérica se aplicó el método Nivel 2 para la estimación de las emisiones de CH₄ del componente Ganado vacuno, usando factores de emisión (FE) propios de país (tabla 1). En todas las otras especies se aplicó un método Nivel 1, usando factores de emisión por defecto de acuerdo a las Directrices del IPCC de 2006.

Para el cálculo de las emisiones de CH₄, derivadas de la fermentación entérica, en los métodos de Nivel 1 y 2 se utilizan las mismas ecuaciones de cálculo (ecuación 1 y 2).

$$Emisiones\ de\ CH_4 = FE_{(T)} \times \left(\frac{N(T)}{10^6} \right) \quad (1)$$

Fuente: Ecuación 10.19; Capítulo 10; Volumen 4; Directrices del IPCC de 2006

Tabla 1. Factores de emisión específico de país por tipo de Ganado Vacuno para la categoría de Fermentación entérica (kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹)

Tipo de Ganado	Factor de Emisión
Vacas lecheras de baja producción	57,92
Vacas para producir carne	51,67
Toros empleados para fines reproductivos	48,63
Terneros pre-destetos	12,88
Terneras de reemplazo	25,05
Ganado de engorde	38,32

Donde:

Emissiones de CH₄ = CH₄ emitido por fermentación entérica, Gg CH₄/año

FE_(T) = factor de emisión para la población de ganado definida, kg CH₄ cabeza⁻¹ año⁻¹

N_(T) = la cantidad de cabezas de ganado de la especie/categoría T del país

T = especie/categoría de ganado

$$Total\ CH_4\ Entérica = \sum_i E_i \quad (2)$$

Fuente: Ecuación 10.20; Capítulo 10; Volumen 4; Directrices del IPCC de 2006

Donde:

Total CH₄ Entérica = emisiones totales de metano por fermentación entérica, Gg CH₄ año⁻¹

E_i = emisiones de las ith categorías y subcategorías de ganado

En la categoría Gestión del estiércol se contabilizaron las emisiones de CH₄ y N₂O utilizando el método Nivel 1 para todas las especies animales. Para su aplicación basta conocer las poblaciones por especie, y multiplicarlas por los factores de emisión por defecto correspondientes.

El ganado vacuno, los búfalos, ovinos, caprinos, equinos, mulas y asnos, porcinos y aves de corral fueron asignados a diferentes sistemas de gestión del estiércol según las características de los sistemas productivos del país para la estimación de las emisiones de N₂O. Esta asignación se hizo por juicio de experto ya que el país no cuenta con datos estadísticos.

En la tabla 2 se observa un resumen de los métodos aplicados y los factores de emisión por categoría y por tipo de GEI.

Tras estimar las emisiones, se reportan los valores de GEI en forma agregada, expresadas en kilotoneladas (kt) de dióxido de carbono equivalente

(CO₂ eq). Para ello se multiplican las emisiones (en unidades de masa) de cada GEI por su respectivo potencial de calentamiento global (PCG). En Cuba se utilizan los PCG incluidos en el Segundo Informe de Evaluación del IPCC de 1995 (PCG_{CH₄}=21 y PCG_{N₂O}=310), para un horizonte temporal de cien años.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las emisiones de CO₂ eq de la Ganadería contabilizaron 4.812,85 Gg en el año 2016, disminuyeron en un 1,1 % desde 1990 y se incrementaron en un 2,9 % desde 2010 (tabla 3). La causa principal de la tendencia en esta actividad de la agricultura son los cambios experimentados por la población animal en Cuba, primordialmente del ganado vacuno, cuya disminución se inicia en 1990 y que entró en fase de recuperación a partir del 2006. La culminación de las relaciones de intercambio comercial con el bloque socialista que desapareció abruptamente a inicios de los años 90, afectó la producción ganadera por la disminución en la importación de piensos, fertilizantes y plaguicidas (López *et al.*, 2009; López *et al.*, 2012).

Respecto a las categorías (figura 1), la Fermentación entérica es la de mayor relevancia (76,1 %), disminuyó en un 3,3 % desde 1990 y se incrementó en un 1.3 % desde 2010. La Gestión del estiércol aporta el 23,9 % restante de la categoría, se incrementó en un 6,8 % desde 1990 y en un 8,4 % desde 2010. Esto último debido al crecimiento del ganado no vacuno, además del incremento de la población de ganado vacuno después del 2005 (Valdés *et al.*, 2013; 2014).

A nivel de componente animal en el 2016, el ganado vacuno es el de mayor importancia con un 72,1 %, seguido de 10 % de equinos, 7,7 % de porcinos, 4,8 % ovinos; mientras que el restante 5,4 % corresponde a las otras especies (figura 2).

Tabla 2. Métodos y factores de emisión aplicados en la Ganadería. Serie 1990- 2016

Categorías de Fuentes	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	Método Aplicado	FE	Método Aplicado	FE	Método Aplicado	FE
3.A Ganadería	NA	NA	T1,T2,NE,NO	D, CS,NE,NO	NA,T1,IE,NE,NO	NA,D,IE,NE,NO
3.A.1 Fermentación entérica	NA	NA	T1,T2,NE,NO	D, CS,NE,NO	NA	NA
3.A.2 Gestión del estiércol	NA	NA	T1,NE,NO	D,NE,NO	T1,IE,NE,NO	D,IE,NE,NO

T1 = Nivel 1; T2 = Nivel 2; CS = País específico; D = Por defecto; IE = Incluida en otro lugar; NA = No aplica; NE = No estimada; NO = No ocurre

Tabla 3. Emisiones de GEI (Gg CO₂ eq) por categorías de la Ganadería. Años seleccionados de la serie 1990-2016

Componente	1990	2000	2010	2012	2014	2016	1990-2016
3.A.1 Fermentación entérica	3.790,06	3.604,57	3.617,49	3.645,60	3.721,41	3.664,90	98.371,28
3.A.2 Gestión del estiércol	1.074,97	1.027,19	1.059,17	1.049,54	1.094,26	1.147,95	27.861,64
3.A Ganadería	4.865,03	4.631,76	4.676,66	4.695,14	4.815,67	4.812,85	126.232,92

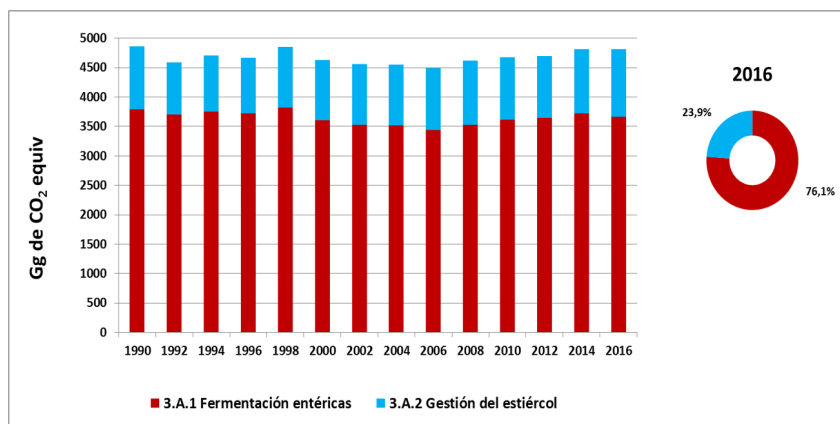


Figura 1. Emisiones de CO₂ eq (Gg) por categorías de la Ganadería. Serie por años pares seleccionados 1990-2016

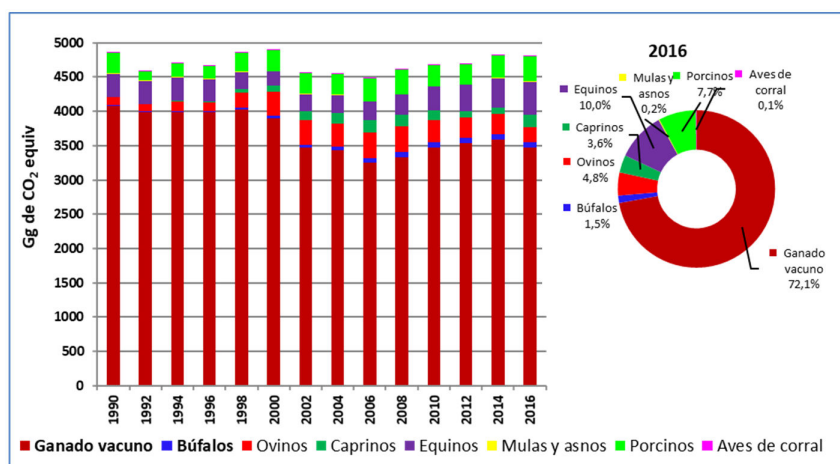


Figura 2. Emisiones de CO₂ eq (Gg) por componente animal de la Ganadería. Serie por años pares seleccionados 1990-2016

En la categoría Fermentación entérica el ganado vacuno en el 2016 acumula la mayoría de las emisiones, representando un 80,2 % (tabla 4). Le siguen equinos con 8,9 %, ovinos con 4,7 %, caprinos con 3,4 % y las otras especies con 2,8 %. Esto último responde al incremento significativo de la población de ganado no vacuno en este período.

Las subcategorías significativas son las que acumulan más del 25 % de las emisiones de la categoría. A las cuales se les recomienda aplicar métodos de nivel superior 2 o 3. Para Fermentación entérica entonces fue adecuado utilizar un nivel 2 para

el ganado vacuno y para el resto de las especies un nivel 1.

En la categoría Gestión del estiércol el ganado vacuno en el 2016 acumula la mayoría de las emisiones, representando un 48,2 % de la subcategoría. Le siguen Porcinos con 29,9 %, Equinos con 13,7 %, y las otras especies con 8,2 % (tabla 5).

Las subcategorías significativas en la categoría Gestión del estiércol fueron para ganados vacunos y porcinos. En los próximos años a estas subcategorías habrá que dedicarle mayores recursos y esfuerzos para lograr la estimación utilizando métodos de niveles superiores.

Tabla 4. Emisiones de GEI (Gg CO₂ eq) por componente animal de la categoría Fermentación entérica. Años seleccionados de la serie 1990-2016

Categoría	1990	2000	2010	2012	2014	2016
3.A.1.a.Ganado vacuno	3.433,29	3.040,74	2.933,21	2.996,84	3.035,82	2.938,17
3.A.1.b.Búfalos	8,57	33,50	77,50	73,92	70,92	69,30
3.A.1.c.Ovinos	90,66	270,07	248,00	220,74	228,21	173,56
3.A.1.d.Caprinos	3,55	75,09	98,50	68,36	63,91	124,47
3.A.1.f.Equinos	225,48	156,79	231,94	257,76	292,53	325,38
3.A.1.g.Mulas y asnos	7,69	6,30	6,83	7,10	7,64	7,94
3.A.1.h.Porcinos	20,83	22,08	21,51	20,89	22,38	26,09
3.A.1 Fermentación entérica	3.790,06	3.604,57	3.617,49	3.645,60	3.721,41	3.664,90

Tabla 5. Emisiones de GEI (Gg CO₂ eq) por componente animal de la categoría *Gestión del estiércol*. Años seleccionados de la serie 1990-2016

Categoría	1990	2000	2010	2012	2014	2016
3.A.2.a.Ganado vacuno	648,04	590,03	536,99	543,82	551,08	533,84
3.A.2.b.Búfalos	0,39	6,02	3,54	3,38	3,24	3,17
3.A.2.c.Ovinos	28,77	70,35	78,71	70,06	72,43	55,08
3.A.2.d.Caprinos	1,39	21,30	38,61	26,79	25,05	48,79
3.A.2.f.Equinos	108,71	44,21	111,83	124,28	141,05	156,88
3.A.2.g.Mulas y asnos	0,92	0,76	0,82	0,85	0,92	0,95
3.A.2.h.Porcinos	274,05	290,53	283,06	274,89	294,46	343,35
3.A.2.i.Aves de corral	12,69	3,98	5,61	5,47	6,03	5,89
3.A.2 Gestión del estiércol	1.074,97	1.027,19	1.059,17	1.049,54	1.094,26	1.147,95

CONCLUSIONES

1. La Fermentación entérica fue la categoría de mayor relevancia con un 76,1 % de emisiones de gases de efecto invernadero del sector Ganadería.
2. A nivel de componente animal, el ganado vacuno fue el de mayor importancia con un 72,1 % de emisiones de gases de efecto invernadero del sector Ganadería.
3. Las subcategorías significativas en el sector Ganadería fueron: Fermentación entérica “Ganado vacuno”, Gestión del estiércol “Ganado vacuno”, Gestión del estiércol “Porcinos”; que son a las que habrá que dedicar mayor esfuerzo y recursos.

REFERENCIAS

- Benaouda, M; González, M; Molina, L.T. y Castelán, O. A. (2017). Estado de la investigación sobre emisiones de metano entérico y estrategias de mitigación en América Latina. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 8(4) 965-974.
- Cisneros, L.M. (2018). Inventario de gases de efecto invernadero en la producción de ganado de carne en la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Tesis para optar al título de Ingeniera en Ambiente y Desarrollo en el Grado Académico de Licenciatura. Zamorano, Honduras.
- Du Toit, C. J. L., Meissner, H. H., & Van Niekerk, W. A. (2013). Direct methane and nitrous oxide emissions of South African dairy and beef cattle. *South African Journal of Animal Science*, 43(3), 320-339.
- FAO (2014). *Agricultura, Silvicultura y otros Usos de la Tierra. Emisiones por fuentes y absorciones por sumideros*. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura, Roma.
- Hernández, O. A. (2020). Emisión de gases de efecto invernadero en unidades de producción bovina en Chiapas, México. Tesis de Maestría en Ciencias en Producción Agropecuaria Tropical. Universidad Autónoma de Chiapas. Facultad de Ciencias Agronómicas. Chiapas, México.
- IPCC (2006). *2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: AFOLU*.
- Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H. S. *et al.* (Eds). Published: Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hayama, Japan.
- ONEI (2018). Oficina Nacional de Estadísticas e Información. Anuario Estadístico 2016.
- López, C., P. V. Fernández, R. W. Manso, A. Valdés, A. León, A. V. Guevara, C. González, M. E. García, G. Legañoa, T. M. González, J. Dávalos, R. Biart, I. López, D. Pérez, H. Ricardo, S. F. Pire, J. M. Ameneiros, A. Mercadet, A. Álvarez (2009). Emisiones y Remociones de Gases de Invernadero en Cuba. Reporte Actualizado para el Período 1990 – 2002, CITMA/AMA/Instituto de Meteorología. La Habana, 338 pp.
- López, C., A. Valdés, P. V. Fernández, R. W. Manso, A. León, A. V. Guevara, C. González, M. E. García, G. Legañoa, T. M. González, J. Dávalos, M. Amáralos, R. Biart, I. López, D. Pérez, S. F. Pire, J. M. Ameneiros, A. Mercadet, A. Álvarez (2012) Emisiones y Remociones de Gases de Efecto Invernadero en Cuba. Reporte para el Año 2004 y Actualización para el Período 1990 – 2002, CITMA/AMA/Instituto de Meteorología. La Habana.
- Román, S. y Hernández, J. H. (2016). Produccion y Medicion de Metano (CH₄) en ganado bovino. Technical Report July 2016. DOI: <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.21578.57281>
- Valdés A., R. Manso, R. Manrique, E. Carrillo, C. Sosa, A. León, A. V. Guevara, C. González, D. Boudet, M. Amáralos, R. Biart, I. López, D. Pérez, S. F. Pire, L. Cuesta, A. Mercadet, A. Álvarez. 2013. Emisiones y Remociones de Gases de Invernadero en Cuba. Reporte Actualizado para el Período 1990 – 2006, CITMA/AMA/Instituto de Meteorología. La Habana.
- Valdés A., R. Manso, R. Manrique, E. Carrillo, C. Sosa, A. León, A. V. Guevara, C. González, D. Boudet, M. Amáralos, R. Biart, I. López, D. Pérez, S. F. Pire, L. Cuesta, A. Mercadet, A. Álvarez. 2014. Emisiones y Remociones de Gases de Invernadero en Cuba. Reporte Actualizado para el Período 1990 – 2008, CITMA/AMA/Instituto de Meteorología. La Habana.

Dra. Rosemary López Lee. Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. E-mail: rosemary.lopez@insmet.cu
Lic. Ignavis de la Caridad Castillo Lemus. Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. E-mail: ignavis@gmail.com
MSc. Arnaldo Evaristo Collazo Aranda. Instituto de Meteorología, La Habana, Cuba. E-mail: acollazo40@gmail.com
Lic. Rachel Martínez Rodríguez. Instituto Superior de Tecnologías y Ciencias Aplicadas, Universidad de La Habana, La Habana, Cuba. E-mail: victoria20plus@gmail.com