

# Inventario de metano entérico de los sistemas de producción de carne para San Luis en el año 2009

GUZMAN, M.L.<sup>1</sup>; SAGER, R.L.<sup>2</sup>

## RESUMEN

La contaminación y el recalentamiento del planeta es un tema que tiene gran repercusión social, abordándose la emisión de Gases de Efecto Invernadero (GEI) desde distintos ángulos. Tal es el caso de la ganadería sector, que si bien contribuye al calentamiento global, también puede contribuir a mitigar el efecto de estos gases, a partir de la reducción de la huella de carbono de sus productos. Argentina integra la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (Ley N.º 24.295), a partir de la firma del Protocolo de Kyoto, (Ley N.º 25.438) en la que asumió la responsabilidad de reducir los GEI, entre otros compromisos asumidos. Los últimos informes presentados a la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) muestran que las emisiones del sector agropecuario argentino representan aproximadamente el 50% del total de los GEI, del cual más del 35% corresponde a metano, casi exclusivamente producto de la fermentación entérica del ganado vacuno. No obstante, al realizar un análisis crítico de dichos inventarios, se considera apropiado la mejora en los datos de fuentes base, integrándola no sólo con las categorías animal, sino también con los sistemas de producción y ofertas forrajeras, evitando el uso de factores por defecto propuestos por el Panel Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC). En este contexto, los objetivos del presente trabajo fueron obtener mejor calidad de los datos de la actividad ganadera involucrados en la elaboración de los Inventarios Nacionales. Para ello, se estimó la emisión de metano por fermentación entérica a través de una caracterización detallada de los sistemas de carne de San Luis. Mediante la metodología Nivel 2 del IPCC, la emisión de CH<sub>4</sub> entérico proveniente de los sistemas de producción de carne de la provincia para el año 2009 fue de 2.128,82 Gg CO<sub>2</sub>eq. (gigagramos de dióxido de carbono equivalente). Si bien el aporte a la emisión total es bajo, a la provincia le significa un costo social de 13,04 Kg CO<sub>2</sub>eq./kg carne, agravándose con la tendencia de los últimos años del aumento de stock ganadero. En base a esto, surge la necesidad de cambios estratégicos en los sistemas de producción, que transformen la cadena de la carne de la provincia sustentable en lo ambiental, social y económico.

**Palabras clave:** Metano entérico, producción bovina, San Luis.

## ABSTRACT

*Pollution and global warming is an issue that has great social impact, addressing the emission of Green-House Gases (GHG) from different angles, as in the case of the livestock sector while contributing to global*

<sup>1</sup>CONICET y Facultad de Ingeniería y Ciencias Económico Sociales (UNSL), Villa Mercedes.

Correo electrónico: mlguzman@fices.unsl.edu.ar

<sup>2</sup>EEA San Luis. CC 17, 5730. Villa Mercedes, San Luis. Correo electrónico: rsager@correo.inta.gob.ar

warming may also help mitigate the effect of these gases, reducing the carbon footprint of their products. Argentina integral Nations Framework Convention on Climate Change (Law No. 24.295), with the signing of the Kyoto Protocol (Law No. 25.438) assumed the responsibility for reducing GHG emissions, among other obligations. The latest reports to the Convention United Nations Framework on Climate Change (UNFCCC), show that emissions from the Argentine agricultural sector represent approximately 50% of total GHGs, which more than 35% is methane, almost exclusively the product of enteric fermentation in cattle. However, a critical analysis of such inventories, it is appropriate to improve in the source data base, integrating not only the animal categories, but also with production systems and offers fodder, avoiding the use of default factors proposed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). In this context, the objectives of this study were to obtain better data quality of the livestock involved in the preparation of national inventories, thus, estimated enteric methane emissions, through a detailed characterization of systems for beef and San Luis. Using the IPCC Tier II methodology, the emission of CH<sub>4</sub> from enteric systems of beef production in the province for 2009 was 2.128,82 Gg CO<sub>2</sub>eq. (Gg carbon dioxide equivalent). While the contribution to the total emission is low, the province will mean a social cost of 13,04 kg CO<sub>2</sub>eq./kg meat, aggravated by the trend of recent years the increase in cattle stock. On this basis, the need for strategic changes in production systems, turning the meat chain in the province that is environmentally sustainable, socially and economically.

**Keywords:** Enteric methane, beef production, San Luis.

## INTRODUCCIÓN

En 1997 se aprobó el texto del Protocolo de Kyoto (PK) en el que se establecieron los límites para los distintos gases de efecto invernadero, así como el compromiso de los países desarrollados y otros (incluyendo el nuestro) a evaluar y cuantificar las concentraciones de estos gases, como también, a desarrollar técnicas para reducirlos. Siguiendo las directrices que propone el IPCC, los datos se plasman en los "Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero" con el fin de controlar las emisiones de gases de manera consistente y comparable. La Segunda Comunicación Nacional de GEI con base al año 2000 presentado

por el gobierno de la República Argentina a la CMNUCC resultó en 238.702,89 Gg CO<sub>2</sub>eq., incluyendo el sector de Cambio en el Uso del Suelo y Silvicultura (CUSS), evidenciando que el 35,79% (85.433,43 Gg CO<sub>2</sub>eq.) correspondió a metano (CH<sub>4</sub>) total, a partir del cual el 69,68% lo originó el sector agropecuario, principalmente por fermentación entérica (59.525,55 Gg CO<sub>2</sub>eq.). Sin embargo, debido a las incertidumbres encontradas en insumos como digestibilidad de la dieta, sistemas de producción y estadísticas de existencias ganaderas, los autores del inventario citaron una incertidumbre del orden al 25% (Grupo UNICEN, 2006). En comparación con los valores mundiales, la Ar-

| Año 2000                     | CO <sub>2</sub> (1) | CH <sub>4</sub> | NO <sub>x</sub> | HFCs   | PFCs   | S <sub>6</sub> F | Total      |
|------------------------------|---------------------|-----------------|-----------------|--------|--------|------------------|------------|
| <b>Energía</b>               | 118.712,02          | 12.240,46       | 1.008,46        |        |        |                  | 131.960,94 |
| <b>Procesos Industriales</b> | 9.611,85            | 26,99           | 145,36          | 947,48 | 326,10 | 49,93            | 11.107,71  |
| <b>Agricultura Ganadería</b> |                     | 59.533,22       | 65.386,17       |        |        |                  | 124.919,39 |
| <b>CUSS</b>                  | -43.940,88          | 583,78          | 59,25           |        |        |                  | -43.297,85 |
| <b>Desechos</b>              |                     | 13.048,98       | 963,74          |        |        |                  | 14.012,72  |
| <b>T. Netos (1)</b>          | 94.389,99           | 85.433,83       | 67.562,97       | 947,48 | 326,10 | 49,93            | 238.702,89 |

**Tabla 1.** Emisiones de gases de efecto invernadero de argentina en Gg CO<sub>2</sub> eq. discriminada por gas y categoría de fuente. Fundación Bariloche. (2005)

Donde:

CUSS: Cambio en Uso de Suelo y Silvicultura. CO<sub>2</sub>: Dióxido de Carbono. CH<sub>4</sub>: Metano. No<sub>x</sub>: Óxidos de Nitrógeno. HFCs: Hidrofluorocarbonos. PFCs: Perfluorocarbonos. S<sub>6</sub>F: Hexafluoruro de Azufre

(1) Para emisiones de CO<sub>2</sub> correspondientes a CUSS se reportan las Emisiones Netas. Para los propósitos del informe los signos para capturas son negativos (-) y para emisiones positivos (+)

gentina participa en menos del 1% de los gases totales, sin embargo, en más de un 3% en lo que se refiere a CH<sub>4</sub> entérico. Este aporte relevante del sector agropecuario en las emisiones de GEI refleja el perfil productivo del país (Berra *et al.*, 2000). La tabla I, sintetiza discriminado por gas y categorías de fuentes, las emisiones de los GEI de Argentina informadas en la 2.<sup>a</sup> Comunicación Nacional base año 2000 correspondiente al Inventario Nacional. (Fundación Bariloche, 2005).

En concordancia con el gobierno Nacional (Ley Nacional 24.295 y Ley Nacional 25.438), la provincia de San Luis adhirió al "Programa de Protocolo de Kyoto" con el fin de instrumentar políticas que contribuyan a la captura de los GEI (Decreto N.º 6314-MLyRI).

El metano es un potente gas con efecto invernadero que presenta un potencial de calentamiento de la tierra aproximadamente 21 veces superior al del CO<sub>2</sub> (Moss *et al.*, 2000). Las actividades agropecuarias contribuyen a la emisión de GEI, siendo los rumiantes quienes aportan naturalmente a la acumulación de metano, a través de la fermentación ruminal y descomposición anaeróbica de sus heces (Smith *et al.*, 2007; Lassey, 2008). Las características de la dieta tienen un gran efecto en la producción de gas metano a nivel global, de ahí que países con pocas limitaciones alimentarias para sus ganados, reportan datos de menores emisiones de gas metano y mayores eficiencias energéticas (Kinsman *et al.*, 1995).

En el tomo III del Inventario Nacional de la República Argentina del año 2000 se informan las emisiones correspondientes a ganadería. Al analizar el perfil de los tres principales GEI (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O) se observa que la ganadería aporta el 45,5%, 30,1% y 23,9% respectivamente. Comparado con países desarrollados (70% para CO<sub>2</sub> y 15% para cada uno de los gases restantes), explica la importancia del sector ganadero en Argentina y el elevado consumo de combustibles fósiles de los otros países, presentando similar particularidad la estructura productiva de San Luis definida por la elevada participación de la producción secundaria en el Producto Bruto Geográfico (52,6%), que es un 30% superior que el resto del país (Manazza e Iglesias, 2008). El impacto de las políticas provinciales de promoción al Sector Industrial, explica dicho comportamiento, sin embargo, el stock ganadero del 2009 registró un crecimiento del 6,8% respecto al año anterior, mientras que la Argentina indicó una disminución del 5,5% (RIAN-SENASA, 2009).

En conocimiento del avance de la ganadería en los últimos años en la provincia, producto de los nuevos escenarios económicos y productivos, la alta vulnerabilidad de la región y la necesidad de plantear ciertas modificaciones para tratar de mejorar la calidad de los futuros "Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero", plantearon el objetivo de calcular las emisiones de CH<sub>4</sub> emitido en 2009 por la provincia de San Luis y su incidencia por animal y peso vivo producido, de la manera más transparente y precisa posible, usando toda la información disponible y en base a la metodología propuesta por el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Descripción de la población y producción bovina de la provincia de San Luis. Año 2009

La cantidad y clasificación de animales es necesaria porque la metodología consiste en multiplicar el número de animales por el factor de emisión de CH<sub>4</sub> que difiere en función de la categoría y condiciones del sistema. La producción de carne de la provincia se divide en regiones ganaderas (Región I, II, III y IV), siendo las principales actividades cría e invernada (Frasinelli *et al.*, 2003). En las directivas del IPCC la categoría de ternero lactante no genera emisiones por fermentación entérica, razón por la cual no se tendrán en cuenta en este cálculo, considerando terneros/as, novillitos, novillos, vaquillonas, vacas y toros. Los valores del stock 2009 del ganado bovino se obtuvieron del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) con datos aportados por la Red de Información Nacional Agropecuaria (RIAN-SENASA, 2009).

### Emisión de Metano:

Las emisiones de metano total se obtienen a partir de la sumatoria de cada categoría a partir del producto del número de animales por un Factor de Emisión (FE) apropiado (Ecuación 1). La diferencia en el procedimiento de la estimación del FE determina la metodología de cálculo (Nivel 1, Nivel 2 o Nivel 3) de acuerdo a las recomendaciones del IPCC (2006).

Ecuación 1

$$\text{Emisión de CH}_4 = \text{FE} \times \text{N.º animales}$$

Donde:

Emisión de CH<sub>4</sub>, kg CH<sub>4</sub> /año.

FE: Factor de emisión, Kg CH<sub>4</sub>/cabeza/año.

A los efectos de conocer la evolución de las emisiones de CH<sub>4</sub>, fermentación entérica procedente de bovinos de la de Argentina y la provincia de San Luis, desde 1993 hasta el 2009, se utilizó el método simple (Nivel 1) recomendado por el IPCC. Se basa en el uso de factores por defecto obtenidos de distintos estudios, siendo el valor del FE asignado para América Latina de 56 kg CH<sub>4</sub>/cabeza/año.

En función a la importancia relativa del ganado bovino en la Argentina en cuanto a las emisiones totales, se seleccionó el método más complejo (Nivel 2) para estimar la emisión de metano entérico de la provincia de San Luis correspondiente al año 2009. Para el proceso del cálculo, las Directrices del IPCC recomiendan el uso de datos detallados y específicos sobre las necesidades de energía, la ingestión de alimentos y las tasas de conversión del metano aplicables a determinados tipos de alimentos para calcular los factores de emisión correspondientes a cada categoría. En este trabajo, para el proceso de cálculo como variables y como factores, se utilizaron valores representativos de cada región ganadera. En la tabla II se especifican los datos de base, considerando valores

|                              | Vaca  | Novillitos | Novillo | Vaquillona | Toro   |
|------------------------------|-------|------------|---------|------------|--------|
| <b>Peso en Pie (Kg)</b>      | 400   | 250        | 300     | 270        | 550    |
| <b>Aumento Peso (Kg/día)</b> | 0     | 0.7        | 0.5     | 0.3        | 0      |
| <b>P. Metaból. (Kg,0,75)</b> | 89.44 | 62.87      | 72.08   | 66.6       | 113.57 |
| <b>Peso final (Kg)</b>       | 420   | 300        | 400     | 400        | 650    |
| <b>Leche (Kg/día)</b>        | 3     |            |         |            |        |
| <b>Grasa (%)</b>             | 3.5   |            |         |            |        |
| <b>Digestib. (%)</b>         | 55    | 68         | 65      | 65         | 55     |

**Tabla 2.** Parámetros del animal y alimentos característicos de San Luis.  
Elaboración propia en base a Directrices IPCC (2006)

|  |   |
|--|---|
| <b>Energía Neta de Mantenimiento</b>             | $ENm = Cfi \cdot (\text{Peso})^{0,75}$  |
| <b>Energía Neta para la Actividad</b>            | $ENa = Ca \cdot ENm$  |
| <b>Energía Neta para Crecimiento</b>             | $ENc = 22,02 \cdot (PP/(Cs \cdot PA))^{0,75} \cdot (AP)^{1,097}$                                |
| <b>Energía Neta para Lactancia</b>               | $ENl = \text{Kg. leche/ día} \cdot (1,47 + 0,40 \cdot \text{Grasa})$                            |
| <b>Energía Neta para Preñez</b>                  | $ENp = Cpreñez \cdot ENm$   |
| <b>Relación entre la energía neta disponible</b> | $REM = 1,123 - (4,092 \cdot 10^{-3} \cdot ED) + [1,126 \cdot 10^{-5} \cdot (ED)^2] - (25,4/ED)$ |
| <b>Relación entre la energía neta disponible</b> | $REG = 1,164 - (5,160 \cdot 10^{-3} \cdot ED) + (1,308 \cdot 10^{-5} \cdot (ED)^2) - (37,4/ED)$ |

**Tabla 3.** Resumen de ecuaciones utilizadas para calcular Energía Bruta (EB).  
Directrices IPCC (2006)

|            | Vaca | Novillitos | Novillo | Vaquillona | Toro |
|------------|------|------------|---------|------------|------|
| <b>Cfi</b> | 0,34 | 0,32       | 0,32    | 0,32       | 0,37 |
| <b>Ca</b>  | 0,36 | 0,17       | 0,36    | 0,36       | 0,36 |
| <b>Cs</b>  | 0,80 | 1,00       | 1,00    | 0,80       | 1,20 |
| <b>Cp</b>  | 0,10 |            |         | 0,10       |      |

**Tabla 4.** Coeficientes utilizados para cálculos de Energías Netas.  
NRC (1996)

Donde:

Cfi: coeficiente para el cálculo de ENm, varía para cada categoría de animales.

Ca: coeficientes de actividad, correspondiente a las condiciones de alimentación del animal.

Cs: coeficiente sexo.

Cp: coeficiente de preñez.

medios para el cálculo de las emisiones obtenidos como la media aritmética de los valores registrados en la bibliografía referenciada.

A partir de los coeficientes y ecuaciones de cálculo establecidos por National Research Council (NRC, 1996), se determinó la Energía Bruta consumida.

En la tabla III se expone un resumen de las ecuaciones utilizadas para el cálculo de la EB y los coeficientes empleados para el cálculo de las distintas energías netas en tabla IV.

Cuando se aplica el método de Nivel 2, los FE se estiman sobre la base de la ingesta de energía bruta y el factor de conversión a metano (Ym). Este es difícil de determinar *in vivo*, y un factor principal para el cálculo de las emisiones de cada categoría, estableciendo las guías del IPCC rangos de Ym basados principalmente en las digestibilidades de raciones con insumos del hemisferio norte, razón por la cual se calculó (Ecuación 2), con la fórmula de Cambra-López (2008), determinada en base a regresiones tanto lineales como polinómicas de trabajos publicados que aportaban datos sobre digestibilidad y producción de CH<sub>4</sub>.

Ecuación 2

$$Ym = -0.0038 * ED^2 + 0.3501 * ED - 0.8111$$

Donde:

Ym: Factor de conversión de CH<sub>4</sub>, expresado como la fracción de la EB del alimento que se transforma en CH<sub>4</sub>.

ED: Digestibilidad del alimento expresada como porcentaje, %.

Los factores de emisión se calculan a partir de la Ecuación 3, en función de la EB y factor de conversión a metano (Ecuación 2).

Ecuación 3

$$\text{Factor de Emisión} = \text{Consumo de EB} * Ym * 365 / 55,65$$

Donde:

Emisión de CH<sub>4</sub>, kg/año

EB: Energía bruta, en MJ/día

Ym: Factor de conversión de la EB consumida en CH<sub>4</sub>

## RESULTADOS

En el tabla V se muestra la evolución de metano entérico de la Argentina y San Luis. A través del método de

Nivel 1 se observa que en los últimos años esa provincia ha aumentado la emisión representada por un porcentaje superior al 3% en relación a los valores de 2-2,5% para la década del 90.

En la provincia de San Luis, la emisión de CH<sub>4</sub> producto de fermentación entérica de bovinos no lecheros para el año 2009, utilizando la metodología Nivel 2, propuesta por las Directrices del IPCC, fue de 101,37 Gg CH<sub>4</sub> (2.128,82 Gg CO<sub>2</sub> eq = 0,580 MTCE). En la tabla VI se detallan los resultados de las emisiones estratificada por departamentos, expresada como el gas original y sus equivalencias.

La emisión de metano de fermentación entérica para cada categoría de ganado, energía bruta, factor de conversión a metano y factor de emisión correspondiente a la población bovina promedio de la Provincia de San Luis para el año 2009 se detallan en la tabla VIII:

## DISCUSIÓN

La caracterización básica para el Nivel 1 permite comparar las proyecciones de las emisiones de metano entérico, entre la Argentina y San Luis (tabla V). Si bien la tendencia fue similar, comportándose como líneas paralelas en el tiempo, en los últimos años se observa una brecha menor

| Emisión de CH <sub>4</sub> entérico en Gigagramo de CO <sub>2</sub> equivalentes |        |        |        |        |        |        |        |        |
|--|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|  | 1.993  | 1.995  | 1.997  | 1.999  | 2.001  | 2003*  | 2005*  | 2007*  |
| <b>Argentina</b>   | 61.922 | 61.915 | 58.869 | 57.691 | 57.449 | 67.326 | 68.721 | 70.227 |
| <b>San Luis</b>  | 1.355  | 1.425  | 1.334  | 1.272  | 1.427  | 1.985  | 1.888  | 2.130  |

**Tabla 5.** Evolución de las emisiones de metano de origen entérico para la Argentina y para la provincia de San Luis de acuerdo a los lineamientos del "Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático", Nivel 1.

| Departamento             | GgCH <sub>4</sub> /año | Gg CO <sub>2</sub> eq | MTCE        |
|--------------------------|------------------------|-----------------------|-------------|
| <b>Ayacucho</b>          | 6,12                   | 128,42                | 0,04        |
| <b>Belgrano</b>          | 5,33                   | 111,86                | 0,03        |
| <b>Chacabuco</b>         | 6,44                   | 135,23                | 0,04        |
| <b>Coronel Pringles</b>  | 8,10                   | 170,08                | 0,05        |
| <b>General Pedernera</b> | 26,14                  | 548,95                | 0,15        |
| <b>Gobernador Dupuy</b>  | 32,37                  | 679,75                | 0,19        |
| <b>Junín</b>             | 2,71                   | 56,89                 | 0,02        |
| <b>Capital</b>           | 10,33                  | 216,89                | 0,06        |
| <b>San Martín</b>        | 3,85                   | 80,75                 | 0,02        |
| <b>Total San Luis</b>    | <b>101,37</b>          | <b>2128,82</b>        | <b>0,58</b> |

**Tabla 6.** Emisiones de CH<sub>4</sub> procedentes de la fermentación entérica estratificada por departamentos expresados como gas original y sus equivalencias. San Luis, 2009.

Elaboración propia en base a Directrices IPCC (2006) y RIAN-SENASA (2009)

|            | EB<br>MJ/día | Ym<br>% | FE - Kg.<br>CH <sub>4</sub> /cab/año | Emisión<br>Gg CH <sub>4</sub> /año | Emisión<br>Gg CO <sub>2</sub> /año |
|------------|--------------|---------|--------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| Vaca       | 196,70       | 6,52    | 89,70                                | 70,75                              | 1485,65                            |
| Novillitos | 124,80       | 5,42    | 44,40                                | 6,09                               | 127,93                             |
| Novillo    | 134,86       | 5,89    | 52,10                                | 9,51                               | 199,62                             |
| Vaquillona | 112,19       | 5,89    | 43,34                                | 10,51                              | 220,51                             |
| Toro       | 219,10       | 6,52    | 99,91                                | 4,53                               | 95,10                              |

**Tabla 7.** Emisión de metano entérico discriminado por categoría correspondiente a San Luis en el año 2009. Elaboración propia en base a Directrices IPCC (2006) y RIAN-SENASA (2009)

entre ambas, producto de la dinámica del stock ganadero con tendencia decreciente en el país y creciente en la provincia a consecuencia del avance de la ganadería hacia zonas semiáridas, que afecta significativamente la cadena de la carne bovina de la provincia.

En concordancia con lo antes dicho, se muestra en la tabla en la tabla VI como la existencia de bovinos que determinan el nivel de emisiones de metano aún en el Nivel 2. Los valores obtenidos mediante ese procedimiento fueron menores en un 7,5% en relación con lo estimado a partir del procedimiento Nivel 1 (2.128,82 vs 2289,40 Gg CO<sub>2</sub>eq). Al realizar un estudio más crítico, de acuerdo a la caracterización por regiones ganaderas y tipo de actividad bovina desarrollada, la producción de metano es inferior en la actividad de invernada. Esto se observa al comparar el departamentos de Dupuy, que concentra su rodeo en la actividad cría y recría, y el de Pedernera, que presenta un perfil ganadero invernador dado por la mayor relación novillo+novillito/vaca (Manazza e Iglesias, 2008). Desde el punto de vista de la eficiencia en la producción de carne, la categoría "novillitos" es la menos contaminante, porque genera 0,134 Kg CH<sub>4</sub> emitido/Kg de incremento en PV, representado sólo el 21% de lo que genera la "vaquillona" (0.636 Kg CH<sub>4</sub> emitido/Kg de incremento en PV).

Las emisiones de CH<sub>4</sub> producidas por el Sector Ganadero se deben declarar en los inventarios en Gigagramos (Gg = mil toneladas) de metano, sin embargo, a los efectos de comparaciones de origen, se expresan también en millones de toneladas de carbono equivalente (MTCE) o Gg de CO<sub>2</sub> equivalente, debido a que el gas de referencia es el dióxido de carbono con 1 de potencial de calentamiento y 21 para metano (tabla VI).

Los valores de digestibilidades medias de 55%, 65% y 68% determinaron los factores Ym de 0,0652; 0,05890 y 0,05424, respectivamente, lo que afectó el FE en las distintas categorías como se muestran en tabla VIII. Los valores se extienden desde 43,3 Kg CH<sub>4</sub>/año (vaquillonas) hasta 99,9 Kg CH<sub>4</sub>/año (toros), generando un factor de emisión promedio para 1.400.000 cabezas de 65,89 Kg CH<sub>4</sub>/año. Este FE promedio es 21,4% superior al estimado para Argentina en la confección del Inventario Nacional 2000 (FE 51,78 Kg CH<sub>4</sub>/año promedio), y un 15% al valor por defecto

del IPCC (56 Kg CH<sub>4</sub>/año). En la categoría animal, la mayor emisión corresponde a "vaca", directamente relacionada con el elevado FE producto de la dieta que consumen. Además, se evidencia el peso de la cantidad de animales en las emisiones al compararlo con el resultado de toros.

## CONCLUSIÓN

Con la elaboración del presente inventario se pretende identificar los factores de contribución a la emisión de CH<sub>4</sub> entérico que permitan planificar estrategias que ayuden a la mitigación de los impactos generados ante el cambio climático global. La diferencia en los resultados para el mismo año en San Luis fue consecuencia del uso de parámetros propios de la provincia, tanto en la cantidad y categoría de animales, como en los de calidad de dietas que modifican significativamente los factores de emisión. La distribución regional de producción de metano está directamente asociada al sistema ganadero predominante y a la calidad de la oferta forrajera. La valoración de la incertidumbre es sólo estimativa en base a la documentación descrita por el IPCC sobre la Orientación de las Buenas Prácticas y la Gestión de la Incertidumbre en los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero. El nivel de incertidumbre de los datos es variable en lo referente al valor de energía convertida en metano por considerarse, tanto la asociada con la aplicación de valores por defecto y las asociadas con los datos de actividad que al combinarlas determinan la incertidumbre total del inventario menor al 25% establecido en la "Segunda Comunicación Nacional del Gobierno de la República Argentina a las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático" lo que permite desarrollar estrategias para producir las debidas respuestas en adaptación y mitigación.

## BIBLIOGRAFÍA

BERRA, G.; FINSTER, L.; CASTUMA, E.; MALDONADO, V. 2000. Ministerio de Desarrollo Social y Medio Ambiente. Secretaría de Desarrollo Sustentable y Política Ambiental: Reducción y Opciones de Mitigación de Emisiones de Metano provenientes del Ganado Bovino. [http://www.medioambiente.gov.ar/.../File/reduccion\\_de\\_metano\\_en\\_bovinos.pdf](http://www.medioambiente.gov.ar/.../File/reduccion_de_metano_en_bovinos.pdf), (Verificado: 13 de diciembre de 2010)

- CAMBRA-LÓPEZ, M.; GARCÍA REBOLLAR, P.; ESTELLÉS F.; TORRES, A. 2008. Estimación de las Emisiones de los Rumiantes en España: el Factor de Conversión de Metano. Archivos de zootecnia vol. 57(R), p. 89.-101.
- DECRETO N.º 6314-MlyRI-2005. <http://ministerios.sanluis.gov.ar/canal.asp?idCanal=8170>, (Verificado: 13 de diciembre de 2010)
- FRASINELLI, C.; VENECIANO, J.; BELGRANO-RAWSON, A.; FRIGERIO, K. 2003: Sistemas Extensivos de Producción Bovino: Productividad y Rentabilidad. Con las Metas Claras. INTA, EEA San Luis. Cap. 8: p 141-158. Villa Mercedes, S L, Argentina.
- FUNDACIÓN BARILOCHE. 2005. Inventario Nacional de la Republica Argentina, de fuentes de emisiones y absorciones de Gases de Efecto Invernadero, no controlados por el protocolo de Montreal. Inventario correspondiente al año 2000 y revisión de los inventarios 1990, 1994 y 1997. Informe Inventario de Gases de Efecto Invernadero de la República Argentina (2000) [http://aplicaciones.medioambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/File/inventario\\_gases.pdf](http://aplicaciones.medioambiente.gov.ar/archivos/web/UCC/File/inventario_gases.pdf), (Verificado: 13 de diciembre de 2010)
- GRUPO UNICEN. 2006. Mitigación de Emisiones a través de la Reducción de las Emisiones de Metano Entérico. Informe Final. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Argentina.
- IPCC, GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO. 2006. Directrices del IPCC para el 2006 para los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, vol4: Agricultura, silvicultura y otros usos de la tierra. Cap. 10. [http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4\\_Volume4/V4\\_10\\_Ch10\\_Livestock.pdf](http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/spanish/pdf/4_Volume4/V4_10_Ch10_Livestock.pdf), (Verificado: 13 de diciembre de 2010).
- KINSMAN, R.; SAUER, F.; JACKSON, H.; WOLYNETZ, M. 1995. Methane and carbon dioxide emissions from dairy cows in full lactation monitored over a six month period. J. Dairy Sci. 78: 2760-2766
- LASSEY, K. 2008. Livestock methane emission and its perspective in the global methane cycle. Australian Journal of Experimental Agriculture, v.48, p.114-118.
- LEY NACIONAL 24.295, Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático. Buenos Aires - 07/12/1993 - BOLETIN OFICIAL - 11/01/1994. <http://www2.medioambiente.gov.ar/mlegal/tratados/ley24295.htm>, (Verificado: 13 de diciembre de 2010)
- LEY NACIONAL 25.438, Apruébase el Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, adoptado en Kyoto - Japón. Sancionada: Junio 20 de 2001. Promulgada de Hecho: Julio 13 de 2001. <http://www.ambiente.bioetica.org/normas/25438.htm>, 13/12/10
- MANAZZA, F.; IGLESIAS, D. 2008. Caracterización de la cadena Agroalimentaria de la carne vacuna de la provincia de San Luis. Documento de trabajo- Informe Anual 2008: INTA, EEA San Luis, Villa Mercedes 5730, S L, Argentina.
- MOSS, A.; JOUANY, P.; NEWBOLD, J. 2000. Methane production by ruminants: its contribution to global warming. Ann. Zootech., v49: p.231-253.
- NRC. 1996. Nutrient Requirements of Beef Cattle, National Academy Press, Washington, D.C. U.S.A. 242p.
- RIAN-SENASA (2009). Stock 2009 del ganado bovino de carne. Mapas de Existencias e Indicadores. Información Técnica N° 174, INTA, EEA San Luis, Villa Mercedes 5730, S L, Argentina.
- SMITH, P.; MARTINO, D.; CAI, Z.; GWARY, D.; JANZEN H. Y KUMAR, P. (2007). Mitigation Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 320p.