

EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO EN LA PRODUCCIÓN GANADERA.

Palabras clave: fermentación entérica, deyecciones animales, pastoreo.
Key words: enteric fermentation, animal dejections, grazing.

Uno de los impactos ambientales provocados por el sector agropecuario es la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Los principales GEI emitidos desde el sector agropecuario son el dióxido de carbono (CO_2), el óxido nitroso (N_2O) y el metano (CH_4). Estos gases elevaron mucho su concentración en el siglo XX. El sector ganadero es un importante emisor de GEI. La mayor contribución de N_2O se produce a partir de las excretas animales, principalmente las líquidas, mientras que el CH_4 se produce principalmente por fermentación entérica, siendo esta última la emisión de mayor significación en sistemas pecuarios. La investigación de emisiones GEI del sector agropecuarios está en un estado incipiente en Argentina. En las últimas décadas se registró un aumento en la demanda de productos procedentes del sector ganadero a nivel mundial, lo que se explica en parte por cambios en los patrones de consumo de alimentos de algunos sectores sociales. El Inventario Nacional de GEI muestra que un 49% de estas emisiones provienen del sector agropecuario, y dentro de este sector el 58% de los GEI son generados a partir de las distintas fuentes derivadas del ganado bajo pastoreo. Las estrategias de mitigación no necesariamente implican emitir menos GEI desde el sistema productivo, sino que pueden ser resultantes de una mayor productividad y, por ende, una menor cantidad de gas emitida por unidad de carne producida. Se resalta la importancia de contar con factores de emisión propios, medidos en nuestras condiciones y ambientes de producción.

One of the environmental impacts caused by the agricultural sector is the emission of greenhouse gases (GHG). The main GHG emitted from the agricultural sector are carbon dioxide (CO_2), nitrous oxide (N_2O) and methane (CH_4). These gases greatly increased their concentration in the 20th century. The livestock sector is an important GHG emitter. The greatest contribution of N_2O is produced from animal excreta, mainly liquid excreta, while CH_4 is mainly produced by enteric fermentation, the latter being the emission of greatest significance in livestock systems. The GHG emissions research of the agricultural sector is in an incipient state in Argentina. In recent decades there has been an increase in the demand for products from the livestock sector worldwide, which is partly explained by changes in the patterns of food consumption of some social sectors. The National GHG Inventory shows that 49% of these emissions come from the agricultural sector, and within this sector, 58% of GHG are generated from the different sources derived from livestock under grazing. Mitigation strategies do not necessarily imply emitting less GHG from the production system, but may be the result of higher productivity and, therefore, a lower amount of gas emitted per unit of meat produced. The importance of having our own emission factors, measured in our production conditions and environments, is highlighted.

Uno de los impactos ambientales provocados por el sector agropecuario es la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). En el efecto invernadero, una parte de la radiación infrarroja emitida por la Tierra, pasa

a través de la atmósfera, pero otra – y muy importante – es absorbida y reemitida por las moléculas de GEI y por las nubes, provocando el calentamiento de la superficie terrestre y de la troposfera (Figura 1).

Los GEI son emitidos a la atmósfera desde distintas fuentes naturales y antropogénicas (Duarte, 2006). El incremento en la emisión de estos gases es la principal causa del cambio climático. A los GEI se

■ **Alejandro Costantini** ^{(1,2)*}; **M. Gabriela Perez** ⁽²⁾; **Mercedes Busto** ⁽²⁾; **Franco González** ⁽²⁾; **Vanina Cosentino** ⁽¹⁾; **Romina Romaniuk** ⁽¹⁾; **Miguel A. Taboada** ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ Instituto de Suelos. CIRN. INTA. ⁽²⁾ Cátedra de Edafología. Fac. de Agronomía. UBA

E-mail: *costantini.alejandro@inta.gob.ar

los caracteriza por su potencial de calentamiento global (GWP por su sigla en inglés), que es la medida de cómo una cantidad determinada

de GEI contribuye al calentamiento global. El GWP es calculado sobre un intervalo de tiempo específico, y este valor debe ser declarado para

la comparación. Algunos valores de GWP de los principales GEI pueden verse en la Tabla 1.

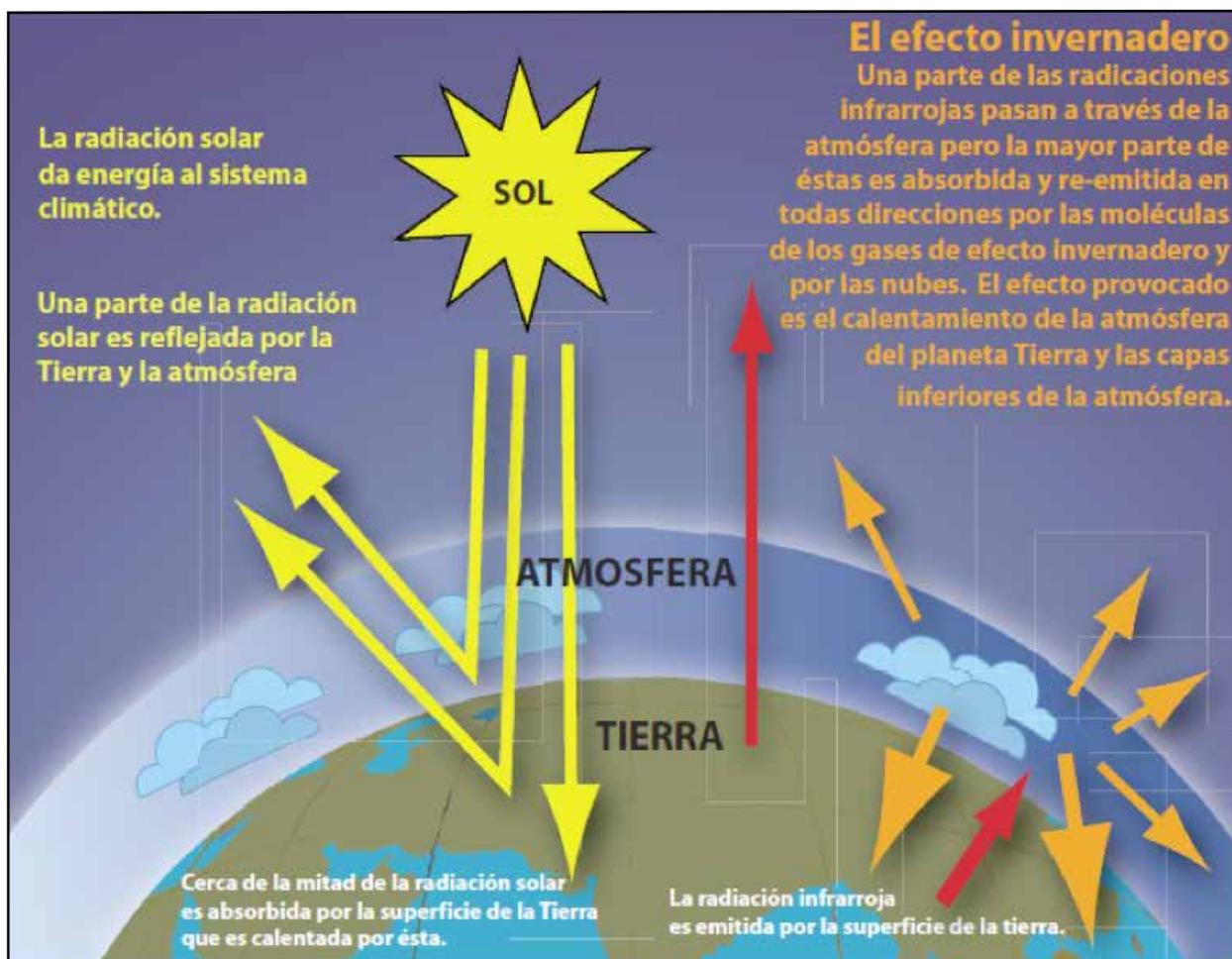


Figura 1. Efecto invernadero. Fuente: IPCC (2007).

Tabla 1:
Potencial de calentamiento global de algunos gases de efecto invernadero (en 100 años). Adaptado de IPCC (2007).

Gas	GWP
CO ₂	1
CH ₄	21
N ₂ O	296
HFC	140-11700
PFC	6500-9200

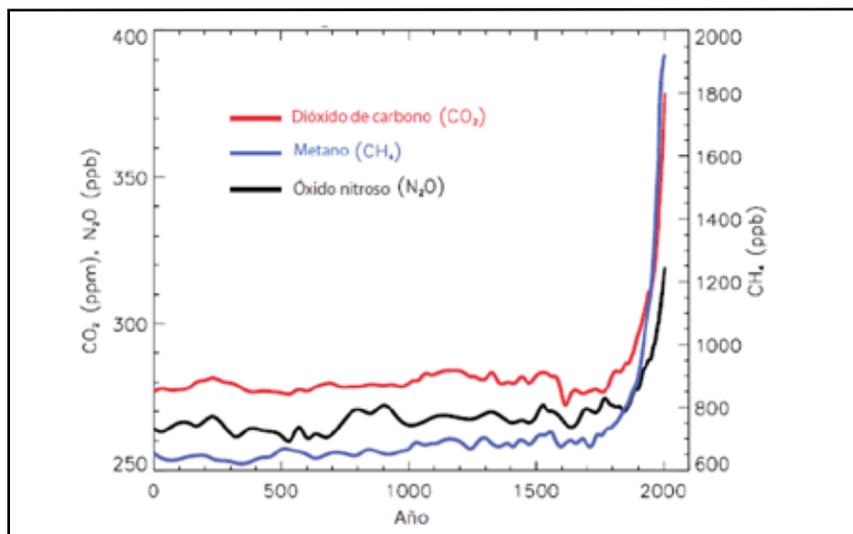


Figura 2. Concentración de los principales GEI en los dos últimos milenios. Fuente: IPCC (2007).

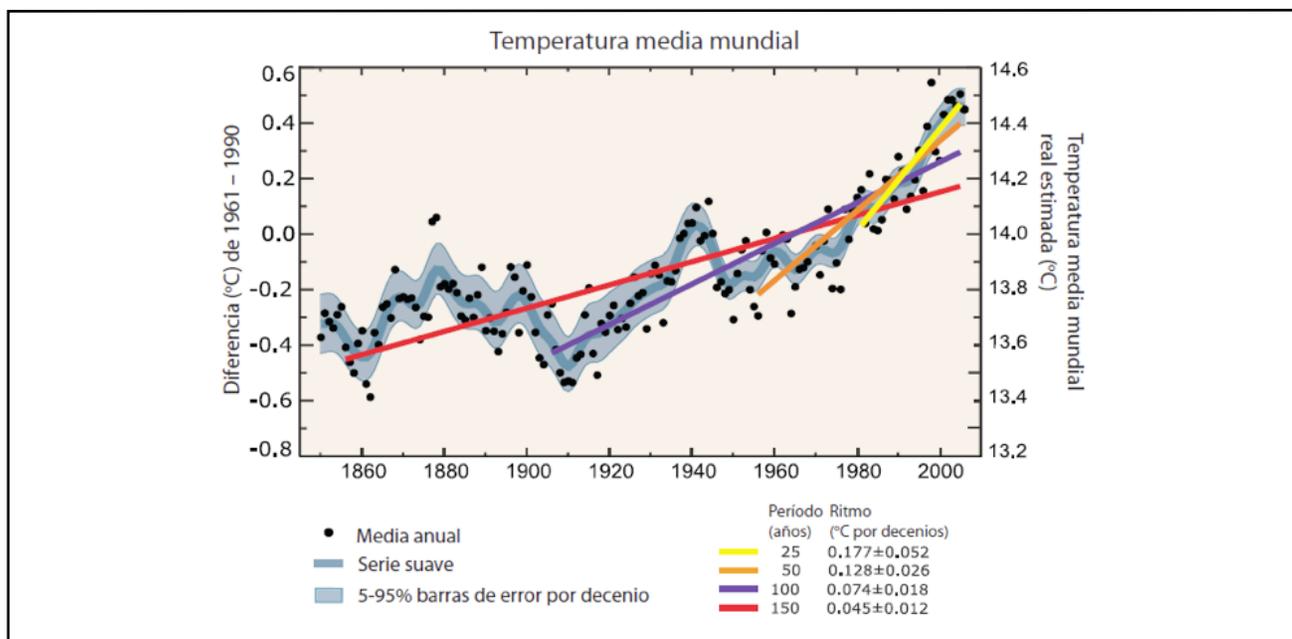


Figura 3. Cambios en la temperatura media mundial en los últimos 150 años y ritmo de incremento según la serie de años considerada. Fuente: IPCC (2007).

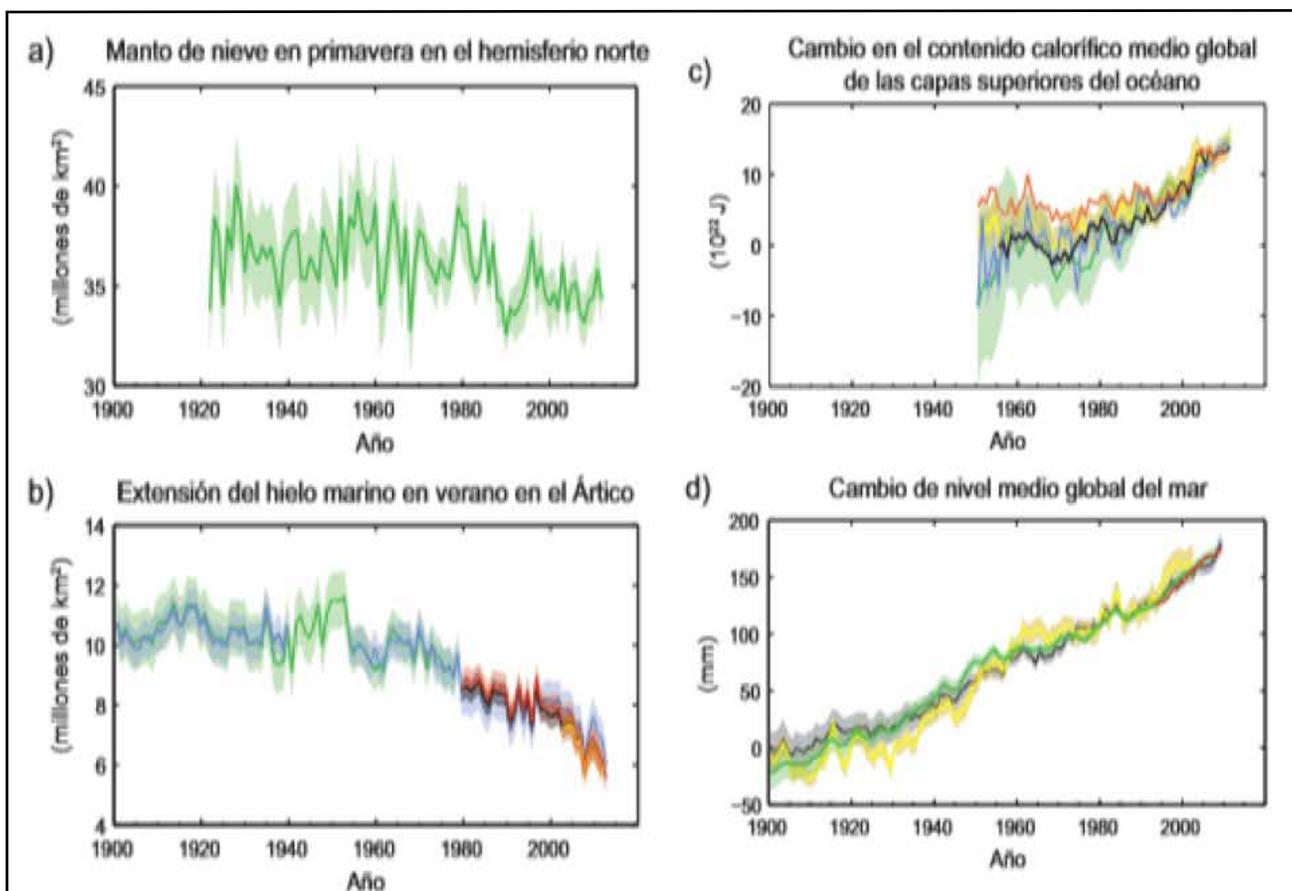
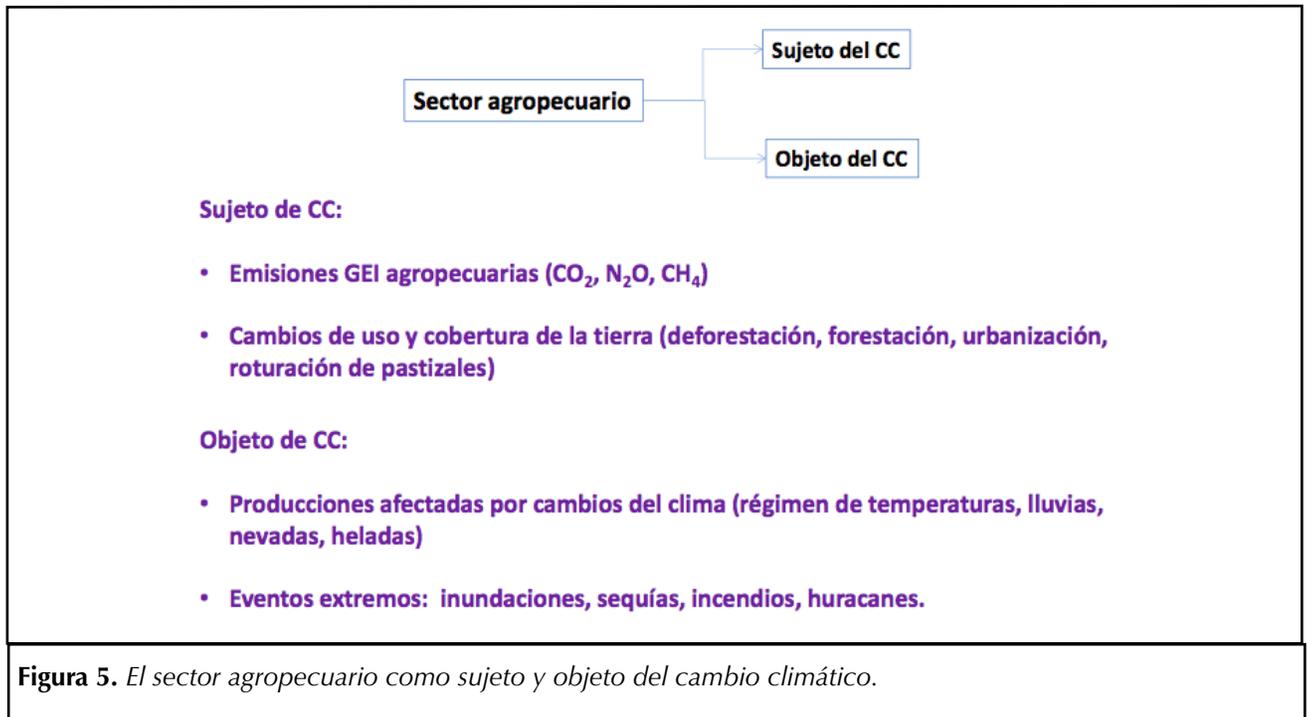


Figura 4. a) Evolución en el manto de nieve en primavera en el hemisferio norte, b) hielo marino en el Ártico, c) contenido calorífico medio global de las capas superiores del océano y d) cambios en el nivel medio global del mar durante el siglo XX. Fuente: IPCC (2013).



Los principales GEI emitidos desde el sector agropecuario son el CO₂, el óxido nitroso (N₂O) y el metano (CH₄). Estos gases mantuvieron su concentración relativamente constante a lo largo de muchos años, pero a partir del siglo XVIII presentaron un incremento sostenido en el tiempo hasta llegar a ser de gran magnitud en el siglo XX, tal como se muestra en la Figura 2.

La incidencia del incremento en la concentración de estos gases parece difícil de refutar cuando se observa el incremento en la temperatura media del planeta en los últimos 150 años (Figura 3) y los cambios recientes en mediciones realizadas en mares y núcleos de hielo (Figura 4).

En un país como la Argentina, con un componente de generación de su PIB fuertemente basado en el sector agropecuario, es importante plantearse si este sector de la economía es afectado, y cómo, por el cambio climático, lo que se ilustra en la Figura 5.

El sector agropecuario partici-

pa activamente (sujeto) en la emisión de GEI. La principal fuente de emisión de este sector para el CO₂ es la descomposición aeróbica de sustancias carbonadas, principalmente emitidas a partir de cambios en el uso de la tierra. En el caso del N₂O, los procesos de nitrificación y desnitrificación a partir de especies de nitrógeno inorgánico ya presentes en el suelo se destacan como fuentes de mayor importancia. En este sentido hay una contribución importante de los fertilizantes nitrogenados. Desde el sector ganadero la mayor contribución de N₂O se produce a partir de las excretas animales, principalmente las líquidas. En referencia al CH₄, la mayor cantidad es producida por la actividad ganadera, debido a la fermentación entérica, siendo también significativa la emisión de este gas en agricultura cuando se realiza arroz bajo inundación, y se produce entonces una descomposición anaeróbica de los sustratos carbonados. Por otra parte, el sector es claramente objeto del cambio climático, ya que queda expuesto a los eventos extremos que puedan registrarse y también a

las variaciones del clima, aunque en esta última situación, las consecuencias no sean necesariamente negativas. Así, a modo de ejemplo, la suba de temperaturas en altas latitudes podría ser favorable para algunas producciones (Figura 6).

Dentro de un panorama de investigación muy incipiente en la Argentina, los primeros pasos en la determinación de emisiones de GEI fueron dados en la producción agrícola. No resulta fácil dilucidar esta razón. Tal vez sea la mayor facilidad de trabajo en las áreas bajo agricultura que en aquellas bajo ganadería, sobre todo por la heterogeneidad de estas últimas. Otra causa podría ser el amplio uso de fertilizantes nitrogenados en nuestro país, principalmente del tipo amoniacal, que actúan como fuente de óxido nitroso. Finalmente, otra probable causa es que estas investigaciones a campo se iniciaron en un momento de fuerte retracción de la producción ganadera.

La expansión de la frontera agropecuaria generó el avance de la

superficie destinada a cultivos agrícolas (Lombardo et al., 2014), con los consiguientes cambios en el uso del suelo. A su vez, esto provocó el desplazamiento de la actividad ganadera. Según datos de SENASA, entre 1994 y 1997, se incrementó en un 16% la producción vacuna en la Patagonia, 14% en el NOA y región semiárida y en un 13% en el NEA;

a la vez que hubo una disminución de un 10% en la región pampeana (Viglizzo y Jobbágy, 2011). En esta última, el avance de la agricultura se realizó en detrimento de los pastizales y pasturas (Lombardo et al., 2014), desplazando a la ganadería a tierras menos productivas.

En las últimas décadas se registró

un aumento en la demanda de productos procedentes del sector ganadero a nivel mundial (FAO, 2016), y en este sentido la carne vacuna no es la excepción. Esto se explica en parte por cambios en los patrones de consumo de alimentos de algunos sectores sociales (Canosa, 2016). Según estimaciones de FAO (2009), de acuerdo con el crecimiento poblacional, se espera un incremento del 70% en el consumo de productos de origen animal para el año 2050 respecto al del 2005. En la Argentina, del total nacional de la producción bovina, el 92% se destina al consumo interno, alcanzando un total de 12.100.979 cabezas faenadas en el 2014 (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2014).

La actividad ganadera es una componente muy importante en la emisión de GEI, en el mundo en general, y en la Argentina en particular. El Inventario Nacional de GEI que aparece en la 3ª Comunicación Nacional de Gases de Efecto invernadero (SAyDS, 2015) muestra que un 49% de estas emisiones provienen del sector agropecuario (Figura 7). Dentro de este sector, el 58% de los GEI son generados a partir de las distintas fuentes derivadas del ganado bajo pastoreo (Figura 8). Estas cifras, contundentes en cuanto a las emisiones de gases, sumado a la reconstitución del *stock* vacuno, vuelve fundamental el enfoque de las investigaciones sobre emisiones de GEI desde la ganadería.

Nieto et al. (2012), en una simulación de un sistema ganadero de producción de carne típico de la región central Argentina, muestran que las emisiones de CH_4 son ampliamente preponderantes por sobre las de N_2O . En los sistemas ganaderos, el componente principal de emisión de CH_4 se produce por la fermentación entérica en el rumen de los

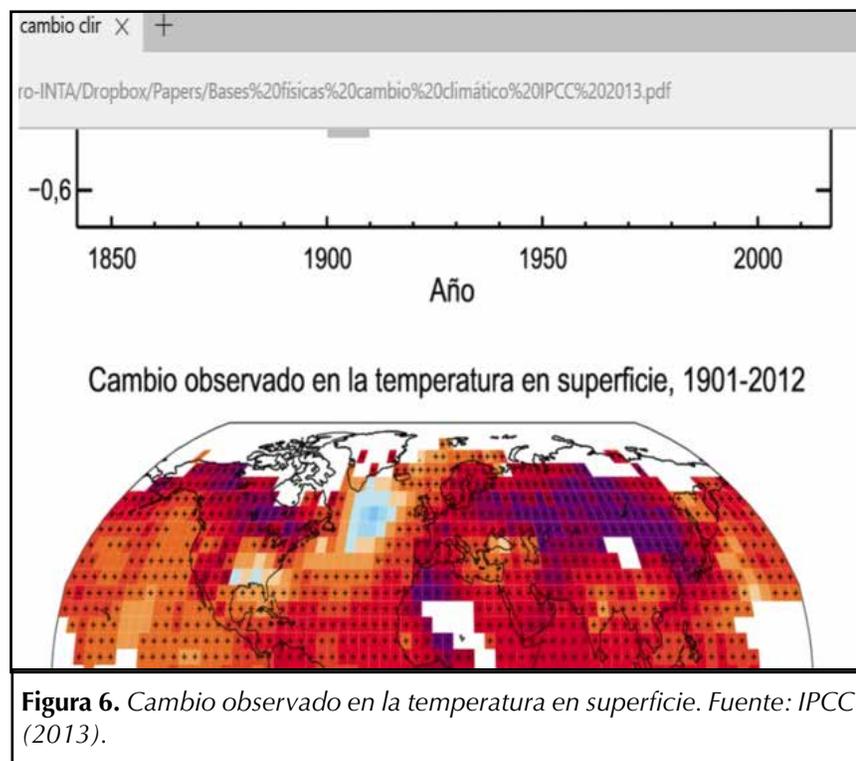


Figura 6. Cambio observado en la temperatura en superficie. Fuente: IPCC (2013).

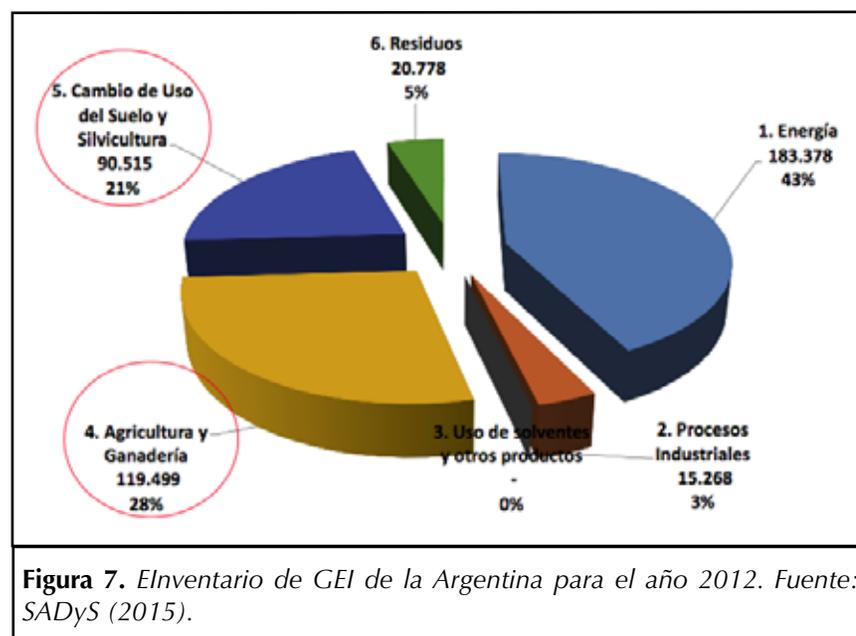
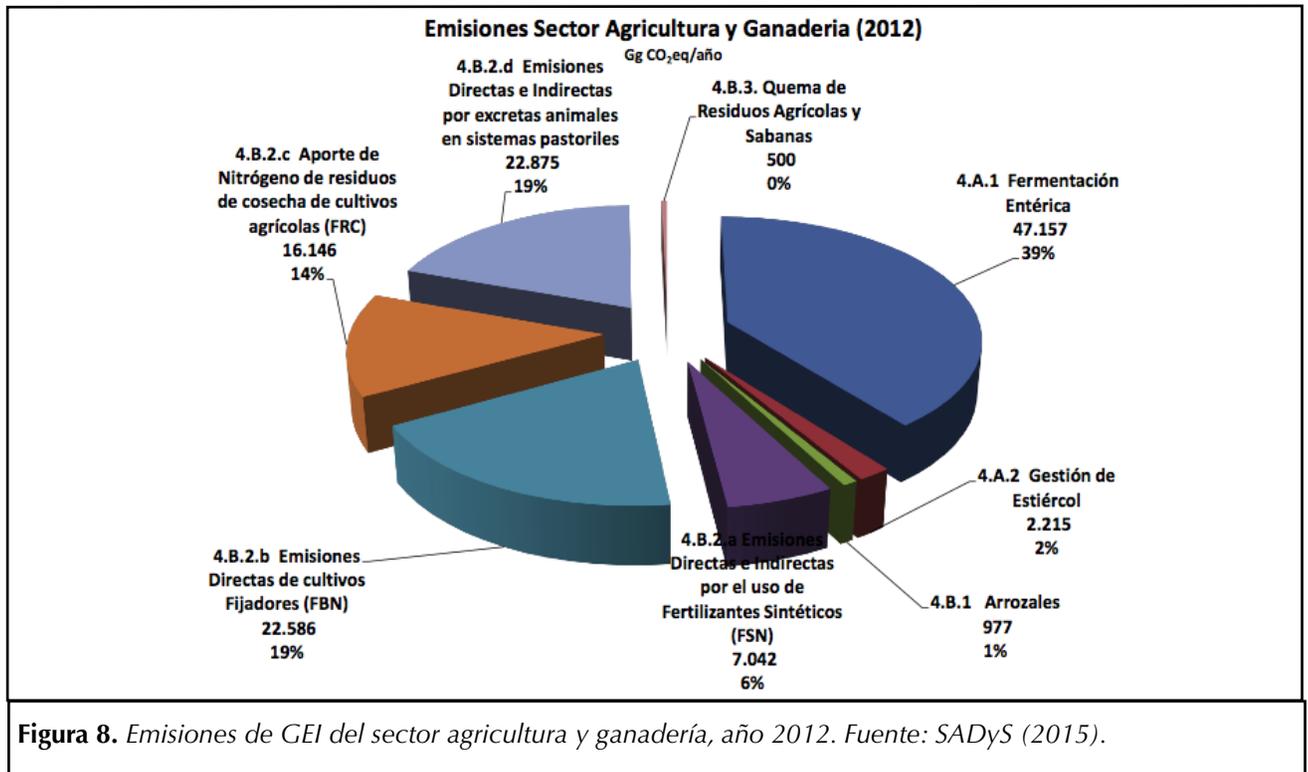


Figura 7. Inventario de GEI de la Argentina para el año 2012. Fuente: SADyS (2015).



animales en pastoreo, mientras que una proporción minoritaria es emitida desde el suelo por la gestión del estiércol. Así, el metano proveniente de fermentación entérica es, según la 3^a Comunicación Nacional, de 47.157 Gg CO₂ eq para el año 2012, comparado con los 22.875 Gg CO₂ eq del N₂O emitido directa e indirectamente por excretas animales. Para tener idea del orden de magnitud, el CH₄ emitido (en eq CO₂) es prácticamente equivalente al que se genera a partir de la combustión por transporte automotor.

En relación al ganado bovino, se ha identificado el mismo patrón de crecimiento y decaimiento en las emisiones de GEI respecto a las fluctuaciones de producción de carne bovina de la Argentina (SAyDS, 2015). De este modo, dado que se espera un crecimiento sostenido en la producción de carne bovina local, también se estima que se incrementarán los GEI emitidos desde el sector. Sin embargo, a partir de medidas de mitigación, dichas emisiones po-

drían crecer a tasas menores que las históricas registradas (SAyDS, 2015). Estas estrategias de mitigación no necesariamente implican emitir menos GEI desde el sistema productivo, sino que pueden ser resultantes de una mayor productividad y, por ende, una menor cantidad de gas emitida por unidad de carne producida.

El conocimiento de las emisiones de estos gases durante la cría a campo del ganado bovino es fundamental a la hora de estimar la huella de carbono de estos productos pecuarios, cuyo cálculo involucra la consideración de todos los GEI que se emiten en los distintos tramos de la cadena de producción de un bien (Carbon Trust, 2012). En este sentido cobran importancia los inventarios de GEI que realiza periódicamente el país. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que para su confección se siguen las metodologías establecidas por IPCC, usando sus factores de emisión, y por ello, podrían llegar a tener diferencias con los valores

realmente emitidos. Esto se da frente a la situación de carencia de factores de emisión propios. Algunos autores mencionan que puede existir sobreestimación de los valores utilizando la metodología de IPCC (Alvarez et al., 2012; Jantalia et al., 2008). Sin embargo, solamente puede conocerse esta sobreestimación -si existiera- midiendo emisiones y calculando factores de emisión propios, tal como sugieren Cardoso et al. (2016). En este sentido, la precisión en la determinación de las emisiones es fundamental, tanto desde el punto de vista ambiental, como desde el económico, donde no podrá soslayarse la creación de barreras comerciales y la necesidad de preservación de los mercados ya existentes, según lo comenta Viglizzo (2010).

Así, el abordaje de esta problemática debe enfocarse desde diferentes disciplinas y miradas. Dada la importancia de la emisión de CH₄ entérico dentro de las emisiones totales, la calidad de la dieta puede

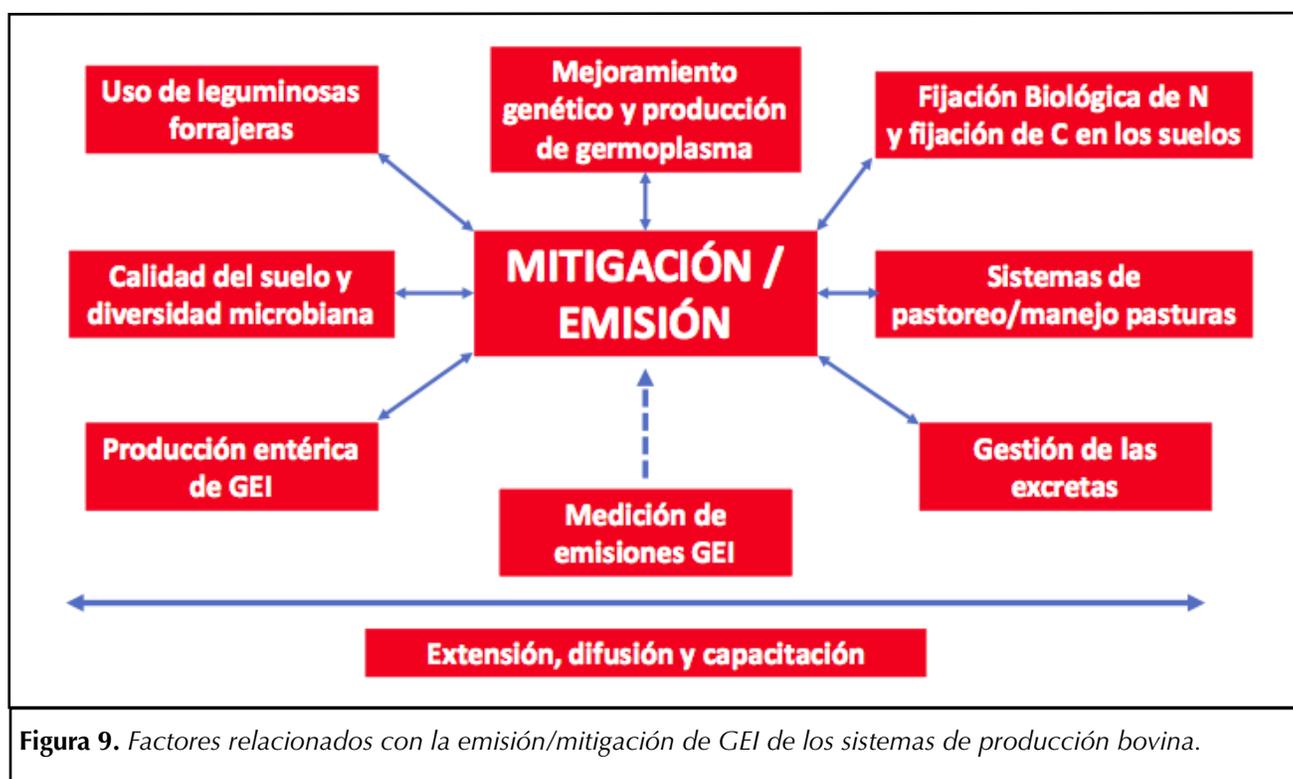


Figura 9. Factores relacionados con la emisión/mitigación de GEI de los sistemas de producción bovina.

tener gran influencia en ellas, y por tanto los especialistas en nutrición animal podrían tener mucho que aportar, al igual que aquellos que se dedican a la producción de forrajes, al momento de decidir las especies que compondrán la pastura. Claro está que si se trata de utilizar los mejores recursos forrajeros, la intervención de los mejoradores de genética vegetal puede realizar un gran aporte. Resulta claro que estas intervenciones son factibles de ser realizadas en diferentes escalas de tiempo.

El suelo juega también un papel preponderante en las emisiones en sistemas ganaderos bajo pastoreo directo, básicamente a través de las emisiones de N_2O derivadas de las excretas (y eventualmente de la fertilización en caso de que se lleve a cabo en las pasturas), mediante los procesos de nitrificación y desnitrificación. En este último, algunos factores tales como el espacio poroso saturado con agua o el contenido de nitratos podrían tener fuerte incidencia. Sin embargo, es necesario

poseer más conocimiento de otros factores, principalmente los microbiológicos, dado que muchos de los procesos de transformación del nitrógeno en el suelo son mediados por microorganismos. Puede verse entonces que la ciencia del suelo está fuertemente involucrada a través de varias de sus disciplinas en esta problemática (Figura 9).

La emisión neta de GEI en un sistema productivo dependerá de la relación entre el carbono emitido y el carbono secuestrado. Sin embargo, más importante que conocer las cantidades absolutas, puede resultar el conocimiento de la cantidad de GEI emitida por unidad de producto obtenido. En muchos de nuestros sistemas de producción agropecuaria conocemos con precisión lo que se produce y hasta la forma en que esa producción podría mejorarse, muchas veces sujeta a situaciones coyunturales, principalmente económicas. Lamentablemente no podemos decir lo mismo de la cantidad de GEI emitida, la cual no solamente

es calculada en un 100% mediante Factores de Emisión no propios, sino que además el número de mediciones en condiciones de campo que posee el país es muy bajo.

Los actores de todas las áreas de la ciencia antes mencionados deberán participar activamente para demostrar a la comunidad en general (comenzando por los niveles educativos más básicos) y a los tomadores de decisiones en particular, acerca de la importancia económica y ambiental de estos estudios. Con ello se busca incrementar en el menor tiempo posible el número de mediciones disponibles para diferentes situaciones de producción en el sector.

■ BIBLIOGRAFÍA

Alvarez, C., Costantini, A., Alvarez, C.R., Alves, B.J.R., Jantalia, C.P., Martellotto, E.E. & Urquiaga, S. (2012). Soil nitrous oxide emissions under different management practices in the semiarid region of the Argentinian

- Pampas. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 94, 209–220.
- Canosa, F. (2016). Presente y futuro de la ganadería Argentina. Un gigante dormido. Recuperado de: http://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-presente_y_futuro_de_la_ganaderia_argentina.pdf
- Carbon Trust. (2012). Carbon footprinting. Recuperado de : www.carbontrust.com/media/44869/j7912_ctv043_caron_footprinting_aw_interactive.pdf
- Cardoso, A.S., Alves, B.J.R., Urquiaga, S., Boddey y R.M. (2016). Effect of volume of urine and mass of faeces on N₂O and CH₄ emissions of dairy-cow excreta in a tropical pasture. *Animal Production Science*. Recuperado de: <http://www.publish.csiro.au/?paper=AN15392>
- Duarte, C.M., Alonso, S., Benito, G., Dachs, J., Montes, C., Pardo, M., Ríos, A.F., Simó, R., Valladares, F. (2006). Cambio global: Impacto de la actividad humana sobre el sistema Tierra. Madrid: CSIC. Consejo superior de investigaciones científicas.
- FAO. (2016). El papel de la FAO en la ganadería y el medio ambiente. Recuperado de: <http://www.fao.org/livestock-environment/es/>
- FAO. (2009). The State of Food and Agriculture. Livestock in the balance. Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/012/i0680e/i0680e.pdf>.
- IPCC. (2007). The physical science basis. Contribution of working Group I to the fourth assessment report of the Intergovernmental panel on Climate Change. Solomon, S., Qin, D., Manning, M., Chen, Z., Marquis, M., Averyt, K.B., Tignor, M. y Miller, H.L. (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC. (2013). Cambio climático 2013. Bases físicas. Contribución del Grupo de trabajo 1° al 5° Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático. ISBN 978-92-9169-338-2.
- Jantalia, C.P., dos Santos, H.P., Urquiaga, S., Boddey, R.M., Alves B.J.R. (2008). Fluxes of nitrous oxide from soil under different crop rotations and tillage systems in the South of Brazil. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 82, 161–173.
- Lombardo, P., Fernández, P., Moya, M., Sainato, C., Borodowski, E., Muschietti Piana, P., Pescio, F., Acosta, A., Urricariet, S. (2014). Agroecosistemas: caracterización, implicancias ambientales y socioeconómicas. Buenos Aires: Editorial Facultad de Agronomía.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. (2014). Indicadores ganaderos. Recuperado de: http://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/bovinos/informes/indicadores/_archivos/000003_Anuario_202014/000001-Indicadores_20bovinos_202012-2014.pdf.
- Nieto, M., Guzmán, M., Steinaker, D. (2012). Emisiones de gases de efecto invernadero: simulación de un sistema de carne típico de la región central Argentina. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 1, 92-101.
- SaYDS (Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación). (2015). Tercera comunicación nacional de la Republica argentina a la Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático. Recuperado de: <http://ambiente.gob.ar/wp-content/uploads/1.-Inventario-GEIs-Agricultura-Ganaderia-y-CUSS-V2.pdf>
- Viglizzo, E. (2010). Huella de carbono, ambiente y agricultura en el Cono Sur de Sudamérica. PROCISUR, IICA. Montevideo, Uruguay. 40 p.
- Viglizzo, E.F., Jobbágy, E. (2011). Expansión de la Frontera Agropecuaria en Argentina y su Impacto Ecológico-Ambiental. Recuperado de: <http://inta.gob.ar/documentos/expansion-de-la-frontera-agropecuaria-en-argentina-y-su-impacto-ecologico-ambiental>