

La actividad ganadera

Vacas peligrosas

Las actividades ganaderas contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero principalmente a través de dos procesos: la emisión de metano por la fermentación entérica, fundamentalmente en rumiantes, y el tratamiento anaeróbico de las excretas ganaderas. Estas últimas son también fuente de óxido nitroso. En la Argentina, la ganadería es el sector más comprometido en la emisión de gases de efecto invernadero después del energético, aportando el 35% de las emisiones totales del país.

Alicia Fernández Cirelli

Doctora en Ciencias Químicas, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, UBA. Profesora Titular Regular, Facultad de Ciencias Veterinarias, UBA. Investigadora Principal, CONICET. Directora Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua, FVET, UBA. Directora de la Maestría en Gestión del Agua, FVET, UBA.

Los cambios en el clima de la Tierra a través del tiempo fueron y son producidos por diversos procesos naturales que afectan al sistema climático o a alguno de sus componentes. Para concluir que la tendencia al calentamiento global se debe a la actividad humana, se ha debido mensurar el efecto de estos procesos.

Las emisiones de gases de efecto invernadero resultantes de ciertas actividades humanas han sido la principal causa del inusual calentamiento del planeta durante los últimos 150 años; este proceso que continúa es conocido como Cambio Climático. En realidad, se trata de un calentamiento global del planeta que implica también un importante cambio climático no sólo en temperatura sino en las otras variables climáticas como la precipitación, los vientos y la humedad.

Las actividades ganaderas contribuyen a la emisión de gases de efecto invernadero fundamentalmente a través de dos procesos: la emisión de metano por la fermentación entérica, principalmente en rumiantes, y el tratamiento anaeróbico de las excretas ganaderas. Estas últimas son también fuente de óxido nitroso.

Por otra parte, es importante destacar que el calentamiento global tendrá consecuencias

directas sobre los sistemas de producción ganadera. El aumento de la temperatura podría afectar la cantidad y calidad de los forrajes destinados a consumo animal. En el caso de los sistemas de producción lechera, el aumento de la temperatura y la declinación en la calidad del forraje podrían disminuir los niveles de producción de leche.

El efecto invernadero

La superficie y la atmósfera de la Tierra se mantienen calientes gracias a la energía del Sol. De esta energía, un poco más de la mitad es energía infrarroja (IR, \approx 750-3000 nm), y la mayor parte del resto es luz visible (\approx 400-750 nm). La mayor parte de la luz ultravioleta, que es la de mayor energía (\approx < 400 nm) procedente del sol se filtra en la estratosfera. Del total de la luz que entra y que cubre todas las longitudes de onda incidentes en la Tierra, cerca de un 50% alcanza la superficie terrestre y es absorbida por ella. Un 20% de luz es absorbida por gases y por las gotas de agua en el aire; la luz restante, un 30% se refleja en las nubes, hielo, nieve, arena y otros cuerpos reflejantes, sin ser absorbida y regresa al espacio. Por otra parte, la Tierra emite energía, fundamentalmente radiación en la zona del IR térmico.

Algunos gases en el aire pueden, de forma temporal, absorber luz IR térmica de longitudes de onda específicas, de tal manera que no toda la luz IR emitida por la superficie de la Tierra y la atmósfera escapa directamente al espacio. Después de su absorción por moléculas atmosféricas, como el CO₂, esta luz IR es redirigida de regreso hacia la superficie de la Tierra, y es reabsorbida, calentando la superficie y el aire. Este fenómeno, la redirección del IR térmico, se denomina efecto invernadero, el cual es el responsable de que la temperatura media en la superficie de la Tierra sea de +15° en lugar de alrededor de -15°, que es la que correspondería de no existir los gases atmosféricos que absorben IR. La atmósfera opera de la misma manera que una manta: retiene en la región inmediata parte del calor liberado por el cuerpo y, de este modo, aumenta la temperatura local.

Los principales constituyentes de la atmósfera, N₂, O₂, no son capaces de absorber luz infrarroja. Los gases atmosféricos de mayor incidencia en el efecto invernadero son el vapor de agua y el dióxido de carbono. Las emisiones de CO₂ a partir de la revolución industrial han tenido un gran crecimiento.

Existen otros gases presentes en la atmósfera, producto de las actividades humanas que pueden absorber radiación infrarroja. Después del CO₂ y el agua, el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O) son los siguientes gases invernadero en importancia. La contribución del CO₂ al calentamiento global asciende al 49%, mientras que en el caso del CH₄ y N₂O, contribuyen en el 15-20 y 6 % respectivamente.

Si consideramos que el potencial de calentamiento global del CO₂ es 1, el del CH₄ es 21, mientras que el N₂O es 310.

El metano se produce biológicamente por descomposición anaeróbica de materia orgánica. Los animales rumiantes (vacas, ovejas y ciertos animales salvajes) producen en sus estómagos grandes cantidades de metano como subproducto, cuando ingieren celulosa en su comida, que eructan, después, hacia el aire.

El óxido nitroso es un subproducto tanto en los procesos de nitrificación como de desnitrificación biológica. El aumento en la utilización de fertilizantes para aplicaciones agrícolas es la explicación más probable de la mayoría de las emisiones antropogénicas de óxido nitroso.

Cada molécula de metano que alcanza la atmósfera tiene un promedio de permanencia de 10 años. Anualmente, 400-600 Tg se inyectan en la atmósfera.

La cantidad total de metano en la atmósfera en relación con el CO₂ es de 1/200, sin embargo, su mayor tiempo de vida media en la atmósfera y las propiedades de alta captación de radiaciones infrarrojas le adjudican como contribución neta a la sexta parte del total del efecto invernadero (Mosier and Schimel, 1991).

En el caso del óxido nitroso, aunque en la atmósfera se encuentra en muy bajas concentraciones, alrededor de 310 ppb (v/v), su tiempo de permanencia es de 150 años y su potencial de calentamiento global es muy superior.

La superficie destinada a las actividades agropecuarias juega un importante rol en el intercambio biosfera-atmósfera de los gases de efecto invernadero.

Los procesos más relevantes relacionados a este intercambio son de naturaleza biológica y física. Las actividades agropecuarias son responsables de la producción de 1/5 del total de los gases de efecto invernadero, sin embargo sólo producen un 5% del total de CO₂ emitido a través de actividades antrópicas, excluyendo aquellas relacionadas con la conservación forestal (Watson et al., 1999).

Emisión de metano por fermentación entérica en rumiantes

El metano es un producto normal de los procesos digestivos de los animales. Durante la digestión, la flora bacteriana residente en el sistema digestivo fermenta el alimento consumido por el animal. Estos procesos de fermentación microbiana, denominados fermentación entérica, producen metano como producto de eliminación, que es exhalado o eructado por el animal. La cantidad de metano producida y excretada por un animal depende principalmente de las características del sistema digestivo del animal y la cantidad y calidad del alimento consumido. Los rumiantes son los mayores emisores de metano debido a las características distintivas de su sistema digestivo. El rumen es una porción sacular del aparato en el cual se degrada el alimento por procesos de fermentación bacteriana a formas químicas más simples que pueden ser absorbidas y metabolizadas por el animal. Estos procesos fermentativos permiten a los rumiantes obtener energía a partir de la fibra vegetal, a diferencia de los animales monogástricos y, a su vez, son responsables de las altas emisiones de metano producidas por los rumiantes. En el caso de los animales monogástricos, el metano se produce también en procesos fermentativos, pero en concentraciones no significativas.

La calidad y cantidad del alimento también afectan la emisión de metano. Los rumiantes en sistemas extensivos de producción son generalmente ineficientes en la

conversión de la biomasa vegetal en proteína animal. En general, una alta tasa de consumo o un alimento grosero de baja calidad aumentan la emisión de metano. El consumo de alimento está positivamente relacionado con el tamaño del animal, la tasa de crecimiento y el nivel de producción. El contenido de materia seca y las características del forraje consumido por los rumiantes pueden influir en la producción de metano en los procesos fermentativos.

Las leguminosas, en general, debido a la composición química de los carbohidratos de la pared celular y del contenido de carbohidratos fácilmente fermentables, afectan la emisión del metano y la inclusión de estas especies en la dieta de bovinos es una estrategia práctica de disminución de la emisión de este gas (Hindrichsen et al., 2005).

Las mejoras productivas de los sistemas pastoriles se basan en el aumento de la carga animal y las mejoras en la calidad del forraje suministrado.

Los gases exhalados por los rumiantes proceden de la respiración y la eructación. La frecuencia de estos eventos es de alrededor de 20 y 0,7 por minuto respectivamente (Ulyatt et al., 1999). Los gases eliminados por procesos de eructación son principalmente CO₂ y CH₄. En contraste al metano, cuyo origen son los procesos de fermentación que acontecen en el sector gástrico anterior, la mayoría de las emisiones de CO₂ son producto del metabolismo animal (respiración).

Los rumiantes producen diariamente 0,25-0,5 m³ de metano por animal (Johnson y Johnson, 1995). En algunos países europeos (Alemania y Holanda), se estimó que alrededor del 45 % del total de metano emitido, es procedente de los sistemas de producción animal, mientras que en el caso de Estados Unidos, el metano producido por los sistemas pecuarios representa un 6-10 % del total anual de emisiones de ese gas. Las pérdidas energéticas en la producción de metano por los rumiantes significan entre un 2 y un 12 % de la energía bruta incorporada en su alimento.

El IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) estima una pérdida de CH₄ del 6 % de la energía bruta ingerida para ganado en pastoreo y del 3,5 % para ganado en confinamiento.

La energía metabolizable en la dieta de los rumiantes se determina como la diferencia entre la energía bruta ingerida y las pérdidas energéticas en heces, orina y metano. En sistemas extensivos, sin otras fuentes de suplementación alimentaria, la carga animal, por sobre cualquier otro factor, determina la eficiencia de utilización del forraje, la performance animal individual y la producción por hectárea, así como las propiedades de los horizontes superficiales del suelo y la emisión de gases de efecto invernadero. La carga animal, que contempla el número de animales por unidad de superficie, es una simplificación de la relación de oferta y demanda de forraje, y constituye la herramienta de manejo más simple de los sistemas pastoriles (Animut et al., 2005).

Emisión de gases de efecto invernadero por efluentes de sistemas pecuarios

El manejo de las excretas de los sistemas ganaderos de engorde en confinamiento y de producción lechera puede producir emisiones de CH₄ y N₂O. El metano se produce en la descomposición anaeróbica de las excretas.

El óxido nitroso se produce dentro del ciclo del nitrógeno a través de reacciones de nitrificación y desnitrificación del nitrógeno orgánico contenido en orina y heces del ganado.

Cuando las excretas procedentes de sistemas pecuarios son almacenadas o tratadas en sistemas que promueven las condiciones anaeróbicas, la descomposición de la materia orgánica produce metano. Cuando se manejan excretas sólidas para su compostaje o se utilizan como fertilizantes orgánicos se desarrollan procesos de descomposiciónb aeróbica con muy baja producción de metano. Varios factores pueden influir en la producción de metano durante los procesos de manejo de excretas. La temperatura ambiente, la humedad, la forma y tiempo de almacenamiento de las excretas afectan la cantidad de metano producido ya que influyen sobre el crecimiento de bacterias metanogénicas. Por ejemplo, la producción de metano generalmente se incrementa al aumentar la temperatura, la humedad y el tiempo de almacenamiento de las excretas. Los sistemas intensivos de engorde bovino en confinamiento manejan efluentes sólidos con baja producción de metano en general, en cambio, en el caso de los sistemas de producción lechera y los de engorde porcino en confinamiento, los efluentes producidos son principalmente líquidos debido a las operaciones de lavado de la sala y la máquina de ordeño y de las pistas de engorde respectivamente.

Las características de manejo de estos efluentes líquidos favorecen la proliferación de las bacterias productoras de metano. La composición química del alimento ingerido y consecuentemente de las excretas condicionan la producción de metano. En general, con una dieta rica en granos, altamente energética, se producen excretas con alta capacidad de producir metano a través de procesos de fermentación anaeróbica. En cambio, con una dieta rica en fibra como son los forrajes utilizados en sistemas pastoriles, la capacidad de las excretas de emitir metano puede disminuir hasta en un 50 %. Cabe destacar, que las dietas altamente energéticas tienen una elevada digestibilidad, con un consecuente menor volumen de excretas eliminado por el animal.

Una pequeña porción del nitrógeno total eliminado en excretas es convertido a N₂O durante el tratamiento de los efluentes de los sistemas pecuarios.

La cantidad producida depende del contenido de nitrógeno en heces y orina, del tipo de bacteria involucrada en los procesos de descomposición de las excretas, de la concentración de oxígeno del medio y del contenido de humedad.

La situación en nuestro país

En la emisión de gases de efecto invernadero, la ganadería es el sector más comprometido, después del energético, aportando el 35% de las emisiones totales del país (Berra y Finster, 2002). El metano constituye el 60 % de estas emisiones, siendo el 40% restante el N₂O. En cuanto al origen, el metano procede en un 98% de fermentación entérica y sólo un 2% de tratamiento del estiércol. En relación con el N₂O, el pastoreo

contribuye en 99,5%. La deposición de heces y orina de animales en condiciones de pastoreo es una vía de incorporación directa de nitrógeno al suelo.

Si tenemos en cuenta la producción de metano en relación al ganado, es el bovino el que produce el 94%. La emisión de metano y óxido nitroso se ha mantenido constante en los últimos quince años, lo que es consistente con que en el mismo período no ha variado significativamente el número de cabezas de ganado bovino.

De los aproximadamente 50 millones de cabezas de ganado bovino, la región pampeana posee el 76 %; seguida de la región noreste (17,5 %); la región noroeste (3,5%); la Patagonia (1,9 %) y Cuyo (1,1 %).

Dentro del ganado bovino, las vacas para producción de leche son las que producen mayor proporción de metano por fermentación entérica. Los terneros confinados en sistemas intensivos de engorde son los menores productores (aproximadamente un 30% en comparación a las primeras). No obstante, debido a que las vacas lecheras son minoritarias en relación con las vacas no lecheras, son estas últimas las responsables del 89 % de la emisión de metano. Los otros rumiantes (ovejas, cabras) contribuyen con un 4 %.

Cabe destacar que en los últimos años, la producción de soja en Argentina ha tenido una evolución sin precedentes con un crecimiento sostenido de la superficie cultivada. Sin embargo, en este período, la ganadería bovina mantuvo su stock de cabezas. La marginalización de la ganadería hacia tierras con menor aptitud productiva se produjo principalmente en la región noroeste. Los procesos de intensificación con la implementación de sistemas de engorde a corral se desarrollaron principalmente en la región Pampeana, donde se observó una disminución de la superficie implantada con praderas consociadas destinadas al engorde bovino extensivo.

La utilización de pasturas naturales de campos marginales de inferior calidad favorecería una mayor pérdida energética, con un aumento en la producción de metano a través de los procesos de fermentación que se produzcan en el rumen para la degradación de un forraje voluminoso de mala calidad.

Los sistemas intensivos de engorde bovino confinan un gran número de animales en corrales de escasa dimensión, carentes de cobertura vegetal, abasteciéndolos en forma diaria de alimento balanceado y agua de bebida. La alimentación con concentrados energéticos tiene como objetivo una elevada ganancia de peso diaria, con una alta eficiencia de conversión. La alta digestibilidad del alimento consumido por el animal en este tipo de sistemas disminuye la producción de metano en el rumen.

La superficie de corral por cada animal confinado se calcula entre 15 y 40 m², variando según el tipo de animal, la edad, el suelo, la pendiente del terreno y las características climáticas. Las excretas sólidas y líquidas representan un 5 a 6 % del peso vivo/día, de manera que por cada animal se eliminan aproximadamente 27 kg de residuos orgánicos

por día. Sólo 3 kg del total serán residuos sólidos depositados por el animal en la superficie del corral. La relación carga animal/superficie, el volumen de excretas eliminadas por animal, el número total de animales en engorde y los días de permanencia de los mismos en engorde producen una elevada acumulación de excretas con capacidad de emitir metano y otros gases de efecto invernadero a través de procesos fermentativos. La contribución de la ganadería a la emisión de gases de efecto invernadero puede moderarse a través de herramientas simples tales como el mejoramiento de la calidad nutricional y el manejo adecuado de la carga animal.

Por otra parte, el cambio climático también afecta la productividad de los sistemas ganaderos. Por lo tanto, la divulgación de estos conocimientos a los productores ganaderos y a la sociedad civil en su conjunto, es una vía segura de atemperar los efectos del cambio climático.//

Bibliografía

- Animut, G., Goetsch, A.L., Aiken, G.E., Puchala, R., Detweiler, G., Krehbiel, C.R., Merkel, R.C., Sahl, T., Dawson, L.J., Johnson, Z.B. y Gipson, T.A. (2005): "Grazing behaviour and energy expenditure by sheep and goats co-grazing grass/forb pastures at three stocking rates". *Small Ruminant Res.* 59, 191–201.
- Berra, G. y Finster, L. (2002): "Emisión de gases de efecto invernadero". *IDIA XXI-INTA*, 2, 212-215.
- Johnson, K.A. y Johnson D.E. (1995): "Methane emissions from cattle". *J. Anim. Sci.* 73, 2483–2492.
- IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change (1996): "Revised IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories", *Workbook*, vol. 2, Module 4, Agriculture.
- Hindrichsen, I.K.; Wettstein, H.R.; Machmüller, A.; Jörg, B. y Kreuzer, M. (2005): "Effect of the carbohydrate composition of feed concentrates on methane emission from and their slurry". *Environ. Monit. Assess.* 107, 329–350.
- Mosier, A., Schimel, D., (1991): "Influence of agricultural nitrogen on atmospheric methane and nitrous oxide". *Chem. Ind.* 2, 874–877.
- Ulyatt, M.J.; Baker, S.K.; McCrabb, G.J., y Lasseby, K.R. (1999): "Accuracy of SF6 tracer technology and alternatives for field measurements". *Aust. J. Agric. Res.* 50, 1329–1334.
- Watson, R.T.; Zinyowera, M.C. y Moss, R.H. (1996): "Agriculture sector". In: *Technologies, Policies and Measures for Mitigating Climate Change*. IPCC, pp. 49–53 (Chapter 6).