



# Emisión y Mitigación

## de gases con efecto invernadero en sistemas ganaderos bovinos

**S**egún el Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), la concentración en la atmósfera de los principales gases de efecto invernadero (GEI) ha aumentado en 31% y 16% para el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ), respectivamente, a partir del inicio de la época industrial. A escala mundial, la agricultura es la principal fuente emisora de GEI hacia la atmósfera. Dentro del sector agrícola las fuentes predominantes son el manejo y aplicación al suelo de residuos animales (ej. Purines), la estabulación de animales y pérdidas durante el pastoreo, además del uso de fertilizantes nitrogenados (ej. Urea) aplicados a praderas o cultivos.

Francisco Salazar Sperberg y Marta Alfaro Valenzuela  
Ingenieros Agrónomos, Ph.D.  
Grupo Ganadería y Medio Ambiente  
INIA

# U

na estimación de la eficiencia de utilización del nitrógeno (N) a nivel mundial señala que, para la producción animal, esta promediaría solo el 10%, siendo para la producción bovina de 7,7%. En contraste, la producción de cultivos y praderas es mucho más eficiente con valores promedio de 60%. Estos bajos valores son explicados por la ineficiencia natural de los rumiantes en convertir el nitrógeno ingerido en productos como leche y carne.

En el caso de los sistemas ganaderos, el exceso de nutrientes, en especial de nitrógeno, es excretado en fecas y orina, siendo así regresado a la pradera directamente durante el pastoreo o acumulado en los pozos purineros. En países desarrollados, estimaciones de eficiencia de utilización de N muestran un excedente en sistemas de producción de leche y carne, en donde las eficiencias de utilización de N varían de un 14% a 30%, con superávits de N que alcanzan los 470 kg N/ha/año, como ocurre en Holanda. Información obtenida en INIA-Remehue en un módulo lechero sólo con vacas en producción muestra una eficiencia del 25%. Esto sugiere que en sistemas ganaderos, las pérdidas de este nutriente al ambiente (suelo, agua o aire) pueden ser significativas.

Los inventarios de GEI elaborados en Chile se calculan en base a estimaciones que utilizan los factores de emisión recomendados por el PICC (valores por defecto) o publicaciones científicas internacionales. Esto se debe a la carencia en nuestro país de información nacional medida y cuantificada que permita definir factores país- ó, mejor dicho, región-específicos. Los valores de emisión locales son necesarios debido a su alta variabilidad y dependencia de características locales (clima, suelo, pradera), que puede resultar en cálculos erróneos resultando así en un posicionamiento equivocado de nuestros países ante el IPCC y ante el mercado agrícola internacional. De allí la relevancia de cuantificar y comprender los procesos y factores que controlan las emisiones de estos gases a nivel nacional, lo cual permitirá identificar alternativas de manejo para reducir las emisiones provenientes de los sistemas de producción ganadera.

La investigación y desarrollo de GEI en la producción bovina de leche y carne, en especial en sistemas pastoriles, ha sido liderada por Nueva Zelanda. Este país, a través de su Ministerio de Agricultura y Forestería, ha impulsado el desarrollo en esta temática. En este país, actualmente se está trabajando en el Consorcio Pastoral y de Gases con Efecto Invernadero (Pastoral Greenhouse Gas Research Consortium), en la Red de Mitigación ([www.livestockemission.net](http://www.livestockemission.net)), y desde hace poco también en la iniciativa denominada Alianza Global de Investigación ([www.globalresearchalliance.org](http://www.globalresearchalliance.org)), la cual tiene por objetivo coordinar la investigación realizada en GEI a nivel mundial. Otros países que también han hecho avances importantes en GEI son países europeos como Holanda, Bélgica, Inglaterra, y americanos como Canadá y Estados Unidos. Recientemente, en

Octubre de este año se realizó la Conferencia 'Greenhouse Gases and Animal Agriculture' ([www.ggaa2010.com](http://www.ggaa2010.com)), donde participaron especialistas de todo el mundo, que se reunieron para discutir avances en el tema y sobre estandarización de metodologías.

## Avances en investigación y desarrollo en Chile

Chile, al igual que otros países ha generado inventarios de GEI para diferentes series de años, de acuerdo a la metodología propuesta por el PICC. Para esto, el país ha avanzado en el detalle de los distintos comunicados, intentando desarrollar factores de emisión del nivel 2 (tier 2), eso sí para emisiones de metano desde fuentes animales. El Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) ha elaborado los inventarios para la Comisión Nacional del Medio Ambiente (CONAMA, hoy, Ministerio de Medio Ambiente), siendo un investigador el representante frente al PICC y encargado de proponer y estudiar mejoras a la metodología actualmente en uso. Para la generación de inventarios más precisos y que reflejen mejor las distintas condiciones y sistemas productivos del país, se deberá alcanzar un nivel 3 (tier 3), lo que exige la generación de factores de emisión locales a través de la investigación y publicación de éstos en revistas científicas con comité editor.

Las mayores emisiones de óxido nítrico en Chile se relacionan al i) manejo de residuos orgánicos (purines y estiércol durante su almacenamiento y aplicación), ii) a la concentración de número de cabezas por unidad de superficie y iii) al uso de fertilizantes nitrogenados.

A la fecha, se han realizado evaluaciones para determinar emisiones de GEI desde distintos tipos de suelo y ecosistemas en la zona



Centro Sur de Chile y el efecto de aplicaciones de fertilizantes y purines de lechería en emisiones de  $N_2O$  y  $CO_2$  en praderas. Estos trabajos han sido realizados en el marco de proyectos de investigación financiados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de Chile (CONICYT). Como parte de este trabajo, se han creado capacidades en recursos humanos dedicados a la investigación en esta área y se ha fortalecido la infraestructura y equipos necesarios para su medición en campo y análisis de laboratorio a través de cromatografía gaseosa.

Los resultados están indicando que existen diversas alternativas para mitigar las emisiones de GEI generadas por la ganadería en nuestro país. La mayor parte de ellas dice relación con aumentar la eficiencia de utilización de nutrientes en el sistema suelo-planta-animal. Es importante destacar que, en este análisis, se debe considerar cada etapa o fracción del sistema, ya que existe una alta interdependencia entre ellos, por lo que cambios en una de las partes afectarán los balances de la otra. Los impactos más grandes en la reducción de pérdidas de nutrientes, pueden ser logrados mejorando la utilización de ellos a nivel del animal. En ganado lechero, estudios realizados en Holanda han mostrado que el máximo de utilización de N en vacas lecheras es de 43%, siendo el promedio actualmente de entre 15 y 20%.

Otra alternativa la constituye el uso de compuestos que inhiben la transformación del N de la urea presente en la orina bovina a amonio y nitrato, ambos precursores del  $N_2O$ , o que disminuyen la formación del nitrato en el suelo, resultando también en una menor emisión de  $N_2O$ . Esta tecnología fue desarrollada en Nueva Zelanda en sistemas pastoriles destinados a la producción de leche, por lo que se estima que pudiesen contribuir a reducir las emisiones de  $N_2O$  en el sur de Chile y hacer más eficiente la utilización de nutrientes por la ganadería, lo cual tiene implicancias positivas tanto económicas como ambientales y de aseguramiento de mercado, a través de una producción con menor

huella de carbono. Estudios preliminares realizados en la Región de Los Lagos, indican que el potencial de reducción de las emisiones de  $N_2O$  es de hasta un 65%, cuando se usan asociados a fertilizantes nitrogenados, en comparación a las alternativas sin su incorporación.

En relación a las emisiones asociadas al manejo de purines y estiércoles, los estudios indican que las emisiones pueden reducirse drásticamente si estos materiales son rápidamente incorporados al suelo una vez realizada la aplicación.

En cuanto a mediciones de  $CH_4$  entérico producido por animales, a la fecha no se han realizado evaluaciones en el país, y se requieren capacidades tanto en recursos humanos como infraestructura y equipos. Esta situación mejorará en el futuro debido a la reciente adjudicación del proyecto Fontagro titulado 'Cambio Climático y Ganadería: Cuantificación y Opciones de Mitigación de las Emisiones de Metano y Óxido Nitroso de Origen Bovino en Condiciones de Pastoreo'. Este proyecto será liderado por INIA-Uruguay y en él participarán investigadores de Argentina, Colombia, República Dominicana y Chile.

Cabe destacar que como parte del trabajo realizado en GEI y de los vínculos internacionales existentes, se realizó el 2009 el Seminario y Taller 'Greenhouse gases emissions and methodologies to measure  $N_2O$  emissions from agricultural soils', que fue organizado por INIA-Chile con el apoyo del MAF (Ministerio de Agricultura y Fomento) de Nueva Zelanda y ProciSur (red de INIAs del Cono Sur de América del Sur), en el que participaron investigadores de Latinoamérica, Nueva Zelanda y Canadá. En este taller, se discutieron metodologías y se analizaron avances en estudios de reducción de emisiones de  $N_2O$  en los distintos países. Acciones como esta son de gran importancia para crear capacidades de investigación, uniformar aspectos metodológicos y conocer la experiencia de países con un mayor desarro-

llo en investigación en este tema.

## Comentarios finales

- En Chile, existen avances en la medición de  $N_2O$  asociados a la producción bovina de leche o carne, existiendo grupos de investigación que actualmente están desarrollando proyectos en el tema.
- Es importante generar factores de emisión locales, debiendo priorizar para ello áreas críticas considerando la importancia económica y ambiental de las distintas actividades productivas.
- En cuanto a las medidas de mitigación, los mayores avances a la fecha están dados por aumentos en la eficiencia productiva de los sistemas productivos y uso de fertilizantes de liberación lenta e inhibidores de la desnitrificación. Para el metano, las reducciones de emisiones por uso de aditivos o modificaciones de flora microbiana han sido bajas.
- Existe una buena vinculación con los grupos de investigación en GEI a nivel mundial, participando el país en las diferentes redes científicas internacionales.
- El desarrollo futuro debiera fortalecer los recursos humanos en investigación de esta área temática. Se necesita tener un mayor número de investigadores con postgrado para desarrollar estudios en emisiones de gases y evaluar medidas de mitigación. Además, se requiere aumentar la infraestructura y equipamiento para este tipo de estudios, lo cual puede ser realizado a través de proyectos nacionales e internacionales.
- Los avances a futuro debieran considerar la generación de factores de emisión locales y evaluación de medidas de mitigación a implementar. Esto puede ser complementado por la generación y/o validación de modelos de simulación.



Foto 1. Las cámaras de flujo estático son una alternativa para evaluar las emisiones de sistemas ganaderos