



¿Cómo calcular la huella de carbono en el vacuno de leche?

Este trabajo se centra en los diferentes métodos de cuantificación de las emisiones de GEI generadas por la producción lechera y una revisión de los factores más importantes sobre los que se está trabajando en la actualidad para su reducción, además de contestar preguntas que surgen en la sociedad al respecto.

Eva Rodríguez-Morcuende¹, Ruth Rodríguez-Bermúdez², Margarita Rico², Joan Alibés³

¹Graduada en Veterinaria

²Departamento de Anatomía, Producción Animal y Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultad de Veterinaria (USC)

³Ingeniero agrónomo en Beeralia

INTRODUCCIÓN

El cambio climático es un problema global que afecta de forma transversal a todos los ámbitos de la vida actual. Con los objetivos de reducción de emisiones establecidos por la Unión Europea para 2030 a la vuelta de la esquina, nos encontramos en unos años clave para el control de las emisiones antes de

llegar a puntos medioambientalmente irreversibles para el planeta si no se aplican medidas concretas.

Las actividades agrarias, en general, se encuentran dentro del punto de mira de estas posibles medidas correctoras mientras que, al mismo tiempo, existe un aumento en la demanda mundial de alimentos, lo que supone un reto adaptativo importan-

► A LA HORA DE BUSCAR EL ORIGEN DE LAS EMISIONES, ES NECESARIO TENER EN CUENTA FACTORES COMO ALIMENTACIÓN, TIERRAS, ENERGÍA... Y LAS EMISIONES GENERADAS POR CADA UNA DE LAS FASES DE PRODUCCIÓN

te para toda la industria agroalimentaria (Capper, 2020). Socialmente, la ganadería se suele considerar una actividad altamente contaminante, tanto por el consumo de agua o producción de residuos como por las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). En este contexto tanto la producción de leche como el resto de los sectores han de tomar parte activa para adaptarse a las necesidades medioambientales y sociales actuales.

Teniendo como objetivo global la reducción de las emisiones de GEI generadas por la producción lechera, el primer paso es su cuantificación, considerar su origen y determinar dónde se puede actuar para su disminución. El objetivo es que este artículo sirva de apoyo en la contextualización de los diferentes métodos de cuantificación, así como una

revisión general de los factores más determinantes sobre los que se está trabajando en la actualidad para la reducción de las emisiones de GEI, contestando a algunas de las preguntas más comunes que puedan surgir al respecto.

LOS GEI Y LA PRODUCCIÓN DE LECHE

¿Qué GEI se generan en la producción de leche?

En la Unión Europea, el sector agrario es responsable del 10 % de las emisiones antropogénicas de GEI (EEA, 2020). Al vacuno lechero le corresponden entre el 3-4 % del total de estas emisiones (Laca *et al.*, 2020).

En la producción lechera los gases que se producen son de mayor a menor proporción: metano, óxido nítrico y CO₂ (IPCC, 2006), como se muestra en la figura 1. ►►

syngenta®

SUPER KLERAT®

RODENTICIDA **PELLET XT**

¡NUEVO!

PELLET

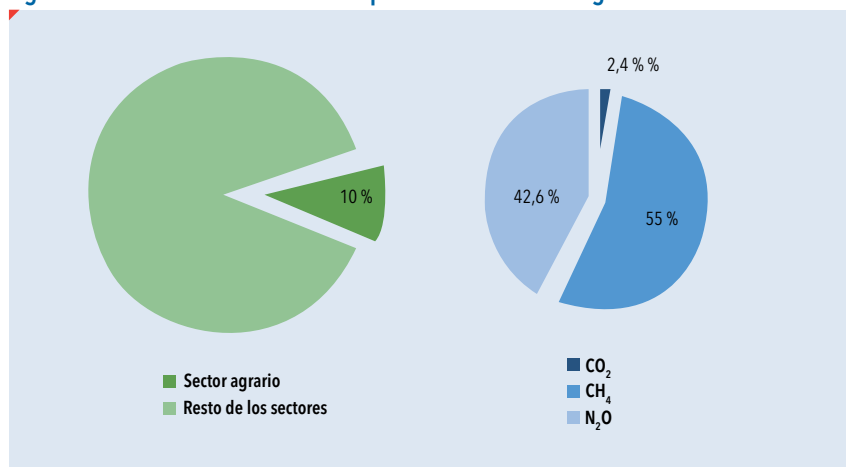
- MUY APETECIBLE
- APLICACIÓN FÁCIL y VERSÁTIL
- CONTROL TOTAL DE LA POBLACIÓN DE ROEDORES RESISTENTES

¡UN SOLO BOCADO BASTA!

DURADEROS y LETALES

PARA USO DEL PÚBLICO EN GENERAL

Figura 1. Distribución de las emisiones procedentes del sector agrario en la UE



Elaboración propia a partir de datos obtenidos de *Annual European Union Greenhouse Gas Inventory 1990 - 2018*, EEA(2020)

► CUANDO HABLAMOS DE LAS EMISIONES DE GEI GENERADAS FUERA DE LA GRANJA NOS REFERIMOS A LAS ORIGINADAS EN LA PRODUCCIÓN Y TRANSPORTE DE TODOS LOS INPUTS UTILIZADOS EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE

En comparación con otras actividades, los porcentajes absolutos no son una gran proporción, pero en estas emisiones destaca la cantidad de CH₄. Del total de metano liberado a la atmósfera casi la mitad procede de la actividad ganadera (EEA, 2020). El CH₄ se caracteriza por dos aspectos: su alto potencial de efecto invernadero, 28 veces superior al CO₂ y su vida útil en la atmósfera que es de 12,4 años, inferior al resto de GEI (Mytre *et al.*, 2013).

¿Dónde se originan los GEI en la producción lechera?

Los propios animales son una fuente importante de GEI, principalmente de metano (Salcedo *et al.*, 2019), pero también es necesario tener en cuenta que para producir leche se necesitan muchos factores de producción, que incluyen, además de a los propios animales, su alimentación, fertilizantes, tierra, energía... Por tanto, a la hora de buscar el origen de las emisiones, es necesario tener en cuenta todos estos factores y las emisiones generadas por cada una de las fases de producción (Laca *et al.*, 2020). En definitiva, no son lo mismo las emisiones originadas por los animales que las emisiones derivadas de la producción de leche.

Una clasificación posible es dividir las emisiones en función de dónde se originen formando dos grupos, por un lado, las generadas dentro de la granja y, por otro, generadas fuera (Salcedo *et al.*, 2019).

Los GEI generados dentro de la granja son, en primer lugar, el CH₄, que representa más de la mitad de las emisiones generadas en la producción de leche (Salcedo *et al.*, 2019), por

ello la mayoría de las medidas que se proponen para la disminución de las emisiones están centradas en la reducción de este gas (Ibidhi *et al.*, 2020). El CH₄ tiene dos orígenes, por un lado, la fermentación entérica (67,2 %) como resultado de la acción de la flora metanogénica del rumen y, por otro lado, de la gestión de las deyecciones ganaderas (32,8 %) generadas en la fermentación en condiciones anaerobias (IPCC, 2006). En esta gestión de las deyecciones también se produce N₂O, directamente o de forma indirecta como amoníaco, aunque en mucha menos proporción que el CH₄ (IPCC, 2006). Por último, en la granja también se produce CO₂ como consecuencia del consumo de energía, combustible o de las acciones de laboreo. Con respecto al CO₂, no todas las emisiones son en positivo, se ha de considerar también el potencial de absorción de CO₂ de los pastos, que actúa reduciendo las emisiones netas (Laca *et al.*, 2020, Salcedo *et al.*, 2019).

Finalmente, cuando hablamos de las emisiones de GEI generadas fuera de la granja nos referimos a las originadas en la producción y transporte de todos los inputs utilizados en la producción de leche: producción de cereales para elaborar piensos, forraje, fertilizantes, etc. (Laca *et al.*, 2020). En este tipo de emisiones se dispone de una menor posibilidad de actuación, salvo modificar su aporte, siendo más autosuficientes (Salcedo *et al.*, 2019).

¿Qué parámetros hay que medir para calcular las emisiones?

Tradicionalmente, en la mayoría de las investigaciones se han medido,

sobre todo, las emisiones generadas por los propios animales por ser la fuente más destacada de producción de GEI (Bannink *et al.*, 2020). Actualmente se intentan tener en cuenta la mayor cantidad posible de factores de producción, aplicándose en las cuantificaciones una perspectiva del Análisis del Ciclo de la Vida (ACV). El ACV tiene como objetivo el estudio de los productos “desde la cuna a la tumba”, incluyendo las materias primas, los procesos de elaboración, envasado, transporte, uso y reciclaje para cualquier producto, determinado por las normas ISO 14040 y 14044, para medir las emisiones al aire, al agua o al suelo (ISO, 2006b). ►►

¿ERES UNA
GRAN PRODUCTORA
COMO YO?

**NECESITAS
METIONINA**

ruminants.adisseo.com/es/



ESCANÉAME



Smartamine® & MetaSmart®

MAS QUE LECHE

¡Todas las vacas necesitan metionina!

En múltiples estudios universitarios y pruebas de campo, el uso de Smartamine® M y MetaSmart® para equilibrar las raciones ha demostrado generar:

- Más leche, más proteína, más grasa.
- Mayor disminución de los trastornos metabólicos en el periodo de transición.
- Mejora la eficiencia reproductiva: salida en celo y gestaciones a término.

De la manera más rentable posible.

Confía en Adisseo, líder mundial en nutrición con aminoácidos en rumiantes desde los 90s.

Contacta hoy mismo con nuestro equipo técnico.

+34 974316092

@ Info.nasp@adisseo.com



ruminants.adisseo.com/es/

Por su importancia específica e implicación en el cambio climático, se utiliza el término de huella de carbono cuando se consideran exclusivamente bajo la perspectiva del ACV las emisiones atmosféricas de GEI (ISO, 2006b).

Aunque a nivel teórico, para el cálculo de la huella de carbono el ACV abarca todas las fases de producción, en la práctica puede haber variaciones, debido a la complejidad de los diferentes sistemas (o métodos) de cálculo que no siempre incluyen los mismos factores productivos, sobre todo en cuanto a las emisiones generadas fuera de la granja o las variaciones del carbono en el suelo (Laca *et al.*, 2020). Cuantas más fases del ciclo de producción se incluyan en los análisis, más exactos serán los resultados (Ibidhi *et al.*, 2020).

Por otro lado, hay que tener en cuenta que el producto final obtenido en las explotaciones de vacuno de leche no es exclusivamente la leche, también producen carne (terneros y animales de desveje). Por lo tanto, se pueden aplicar valores de asignación y reparto de las emisiones en cada producto (Laca *et al.*, 2020, Salcedo *et al.*, 2019).

¿Cómo se calculan las emisiones de GEI?

El cálculo de las emisiones es complejo y, generalmente, se puede organizar en diferentes niveles. Utilizando el mismo marco general de ACV, existen diferentes herramientas metodológicas para la obtención de los resultados. La base para muchos suele ser las Guías IPCC, 2006. Estas guías son una serie de directrices publicadas por IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático), donde se recoge la metodología necesaria para calcular las emisiones de GEI.

Las guías IPCC no son las únicas herramientas existentes. Existen diferentes guías adaptadas localmente o bases de datos específicas. También se pueden utilizar los inventarios nacionales o internacionales de emisiones, donde estas se recogen por sectores y productos a escala nacional.

Todas las herramientas de cálculo disponibles se pueden utilizar de diferentes formas, dependiendo de las necesidades de cada trabajo en particular. Es posible una aplicación libre de los diferentes métodos de cálculo o la utilización de combinaciones estandarizadas de estos, también conocidas como modelos. En ellos se determina

la forma de cálculo de cada uno de los apartados que se quiera incluir.

Ejemplos de modelos

IFSM: el Modelo de Sistema Integrado de Explotación Agrícola es un modelo americano que considera a la explotación en su conjunto como un todo y evalúa la sostenibilidad ambiental y económica de las explotaciones (Ibidhi *et al.*, 2020).

CAP'2ER: es un modelo francés que incluye, además de las emisiones de GEI, las realizadas al agua y los impactos en el suelo. Incluye las emisiones dentro y fuera de la granja, así como el impacto económico, considerando no solo los aspectos negativos, sino que también contabiliza los posibles impactos positivos, como el almacenamiento de carbono, la biodiversidad o la producción de alimentos (IDELE, 2018).

DAIRYCANT: es un modelo basado en el análisis estadístico utilizado en varios trabajos en España. En base a una encuesta realizada en las explotaciones permite realizar simulaciones de diferentes aspectos productivos del vacuno lechero. Mide la huella de carbono de la leche, el potencial de absorción de carbono de los suelos y el impacto ambiental por el uso de soja y cambios en el uso del suelo derivados de su producción (Salcedo *et al.*, 2019).

Estos son solo algunos ejemplos, existen muchos más, por ejemplo CAPRI, NGAUGE, etc. (Laca *et al.*, 2020).

En resumen, no existe una única vía para el cálculo de las emisiones de GEI, utilizando el mismo marco del ACV, podemos aplicar diferentes herramientas de metodología que darán como resultado diferentes valoraciones. Cuanto más específicos sean los sistemas de cálculo utilizados, tendremos una visión más detallada de las posibles valoraciones de una granja (Bannink *et al.*, 2020).

¿Cuántos GEI se originan por cada litro de leche producida?

Teniendo exclusivamente en cuenta las posibles variaciones dentro de la metodología disponible, los resultados dependerán en parte de qué método se utilice para su cuantificación y cuántas fases del ciclo productivo se estén considerando; por ejemplo, pocas veces se tienen en cuenta la compra de alimentos y la huella de carbono generada por ellos en su totalidad (cultivo, transporte, fertilizantes...) o el cambio en el uso del suelo y el potencial secuestro de carbono (Ibidhi *et al.*, 2020), es

► COMO SE ESTABLECE EN EL ACV, LAS EMISIONES DE GEI SON UNA PARTE IMPORTANTE DE LOS EFECTOS NEGATIVOS MEDIOAMBIENTALES DE LAS ACTIVIDADES ANTROPOGÉNICAS, PERO NO SON LAS ÚNICAS

decir, para una misma explotación en un mismo periodo de tiempo pueden existir diferentes resultados en función del método de cálculo utilizado.

Dentro de la documentación consultada se pueden encontrar conclusiones variadas. Hay algunos trabajos que incluyen un resumen de estudios anteriores; por ejemplo, en Laca *et al.* (2020) los valores para la leche en la última década en el mundo van desde 0,9 a 4,7 kgCO_{2eq} / kg leche corregida, mientras que los valores globales incluidos por Salcedo *et al.* (2019) para un período de 20 años van desde 0,55 a 1,59 kgCO_{2eq} / kg de leche. En el caso de las explotaciones españolas, trabajos recientes muestran resultados variados (tabla 1). ►



ESCUELA INTERNACIONAL DE INDUSTRIAS LÁCTEAS

ESCUELA INTERPROFESIONAL LÁCTEA

TRADICIÓN,
INNOVACIÓN
Y LA MEJOR
FORMACIÓN



Tabla 1. Resumen de datos recientes de emisiones por litro de leche en explotaciones españolas

Estudio	Descripción	Metodología	Resultado KgCO _{2eq} /kg energía leche corregida
Laca <i>et al.</i> (2020)	España semiintensivo	ACV	1,22
Laca <i>et al.</i> (2020)	España pastoreo	ACV	0,99
Salcedo <i>et al.</i> (2019)	Galicia extensivas	DairyCant	1,1 ± 0,69
Salcedo <i>et al.</i> (2019)	Galicia intensivas	DairyCant	0,93 ± 0,2
Ibidhi <i>et al.</i> (2020)	España	IFSM	0,67 - 0,98

► EXISTE GRAN VARIABILIDAD EN LOS MÉTODOS DE CÁLCULO UTILIZADOS, LO QUE CONDICIONA LOS RESULTADOS OBTENIDOS

Esta variabilidad de resultados puede proceder de diferencias en las condiciones climáticas y en los sistemas de producción y alimentación, así como en los diferentes factores que se incluyen o no en los cálculos y la variabilidad de la metodología utilizada (Laca *et al.*, 2020).

PUNTOS CRÍTICOS Y POSIBLES ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN

A continuación se incluyen algunos de los puntos más recurrentes en la bibliografía donde se puede actuar para disminuir los GEI producidos, centrados principalmente en la alimentación y el manejo. Los posibles resultados estarán condicionados por el método o el modelo de cuantificación.

Alimentación

Puesto que aproximadamente el 78,5 % de las emisiones de CH₄ proceden de la fermentación ruminal, las modificaciones en la dieta han sido una de las opciones más investigadas ya que pueden ser clave para disminuir la producción de CH₄ (Salcedo *et al.*, 2019). Esta opción es especialmente útil en el vacuno de leche, por el control exhaustivo que se realiza sobre las raciones. Algunas de las propuestas más comunes son las siguientes:

- *Reducir la ratio forraje/concentrado.* Aumentando la proporción de concentrado en la ración disminuye el pH ruminal, aumenta el propiónico y disminuye la disponibilidad de H₂ para la formación de metano (Carro *et al.*, 2018).

En los experimentos de Ibidhi *et al.* (2020), se estableció que una reducción del 10 % en la relación forraje: concentrado redujo las emisiones de CH₄ en un 5 %, pasando de 16,4 a 15,6 g/kg leche, teniendo un impacto en la reducción de la huella de carbono por litro de leche del 3,5 %. Esta variación suele tener como consecuencia un aumento

en la producción de leche lo que contribuye a su vez a la dilución del CH₄ generado en los litros de leche producidos (Capper, 2020).

- *Mejora de la calidad del forraje.* Al mejorar la calidad del forraje, mejora su digestibilidad, la digestión es más eficiente y se genera menos CH₄. Los efectos atenuantes varían mucho dependiendo de la calidad inicial del forraje que se esté administrando ya que cuando ya es de buena calidad la diferencia es apenas notable (Ibidhi *et al.*, 2020).

- *Utilización de aditivos.* Actualmente se investiga el efecto que puedan tener ciertos ingredientes o aditivos en las raciones para disminuir el CH₄ generado. Por ejemplo, el 3-Nitroxipropanol puede producir una reducción del 11,7 % del metano producido inhibiendo la enzima que cataliza la formación de CH₄ en el rumen, o el nitrato como aceptor de electrones, con reducciones del 3,95 %. En todos los casos es igual de importante valorar los posibles efectos adversos, por ejemplo, el nitrato puede producir to-



Las modificaciones en las dietas pueden ser clave para disminuir la producción de CH₄

► LA EVALUACIÓN DE POSIBLES ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN ESTÁ SUPEDITADA A LOS MÉTODOS DE CÁLCULO UTILIZADOS Y, POR TANTO, A LA FALTA DE UNIFORMIDAD EN ESTOS

principales factores en la disminución de las emisiones por litro. La mejora de productividad ha supuesto que, pese a que en EE. UU. entre 2007 y 2017 la producción de leche aumentó en un 24,5 %, las emisiones no crecieron de forma proporcional, sino que lo hicieron en un 1 % (Capper, 2020).

La utilización de diferentes sistemas de explotación conlleva variaciones en las emisiones. En sistemas en los que se aprovechen zonas de pasto, el potencial de carbono absorbido en el suelo será un factor mitigante; en contraposición, la ratio forraje:concentrado será mayor. En los trabajos de Salcedo *et al.* (2019), los valores de emisiones más altos corresponden a explotaciones extensivas, mientras que en Laca *et al.* (2020) la leche producida en sistemas con base de pastoreo tenía una huella de carbono un 18 % más baja que los sistemas mixtos, como consecuencia de una menor dependencia de alimentos no producidos en la granja y de sus emisiones asociadas.

El manejo de las deyecciones es el segundo punto más importante en cuanto a la producción de CH_4 ; por lo tanto, posee un destacado potencial en cuanto a la reducción de emisiones. Las diferencias en las emisiones están marcadas principalmente por el uso de agua, a mayor cantidad de agua mayores emisiones, por lo que el manejo de deyecciones sólidas es el que genera una menor cantidad de GEI. Manejos semisólidos en relación con los líquidos pueden suponer reducciones del 32 % del CH_4 producido por el manejo de deyecciones o del 7,4 % en la huella de carbono total de la leche. Estas diferencias radican en la forma de fermentación, en el caso de los sólidos, el hecho de tener menos agua disponible y el tipo de almacenamiento que se utiliza que promueve la aireación, hace que se produzca menos CH_4 . En cambio, en sistemas que manejan deyecciones

líquidas se favorecen las condiciones de fermentación que generan más cantidad de CH_4 (Ibidhi *et al.*, 2020).

Otra propuesta es la modificación en los materiales de cama, cambiando material orgánico por inorgánico, como la arena, que puede tener una disminución en las emisiones de 9,8 % en la cantidad de CH_4 y del 13,8 % en la huella de carbono (Ibidhi *et al.*, 2020).

Dentro de las posibles modificaciones en el manejo, la gestión de las deyecciones es uno de los aspectos a contemplar potencialmente más eficaces en la disminución de la huella de carbono de la leche. Por ejemplo, en los estudios de Ibidhi *et al.* (2020) se encontró que las disminuciones en la huella de carbono de la leche por modificaciones en la dieta fueron de 3,5 %, mientras que por cambios en diferentes prácticas de manejo fueron de 27,5 %.

Importancia de la cuantificación

Dada la gran variabilidad de opciones para la valoración de las emisiones de GEI y la falta de estandarización en su uso, la cuantificación se puede considerar en sí misma un punto clave a tener en cuenta. Este hecho es especialmente importante a la hora de comparar resultados de diferentes trabajos o las variaciones resultantes al implementar estrategias de mitigación.

Los factores de producción incluidos en los cálculos son uno de los puntos con mayor variabilidad entre modelos, lo que puede tener consecuencias directas sobre cómo se miden las variaciones en las emisiones. Por ejemplo, si en un trabajo se evalúa la posible disminución de las emisiones mediante un aumento de la cantidad de concentrado con un método que no valore adecuadamente el impacto de las emisiones originadas en la elaboración de ►

xicidad, pero se pueden utilizar probióticos como desnitrificantes para contrarrestar este efecto (Feng *et al.*, 2020).

Manejo

Las modificaciones en el manejo para reducir las emisiones (salvo el incremento en la productividad) tradicionalmente han sido menos consideradas en la bibliografía (Ibidhi *et al.*, 2020).

Como consecuencia indirecta de incrementar la productividad de las explotaciones, se produce una dilución de las emisiones, es decir, se dividen datos similares de emisiones entre más cantidad de litros producidos, disminuyendo así los aportes por litro. De hecho, en los últimos años ha sido uno de los

RAYADO Y PICADO de pasillos de establos

Marcos Villamide:
626 096 129



las materias primas, tendremos como resultado que las emisiones producidas por los animales descenderán por los mecanismos fisiológicos explicados anteriormente, pero no se tendrá en cuenta el aumento de emisiones generadas en la producción o transporte de una mayor cantidad de pienso, principalmente para los productos en los que se depende de importaciones, como en el caso de la soja, donde el transporte puede suponer el 50 % de las emisiones totales de su producción (Knudsen *et al.*, 2010).

Otro punto, que no siempre es incluido, es el papel del suelo y el ciclo del carbono, lo que puede perjudicar a las explotaciones que utilicen pastos permanentes o produzcan “leche de pasto”, ya que no se consideraría el potencial de carbono absorbido en el suelo.

Hay autores que van un paso más allá y consideran que las explotaciones en extensivo desarrollan una función ecológica. En las investigaciones de Manzano *et al.* (2019) se establece el concepto de “nivel de referencia” considerando a los rumiantes domésticos como degradadores de celulosa (y emisores de CH₄). Esta función, en el caso de no ser realizada por animales domésticos, sería realizada por rumiantes salvajes que ocuparían su lugar, así como por un mayor número de incendios y, por lo tanto, no habría grandes cambios a largo plazo en cuanto al nivel neto de emisiones de GEI.

OTROS ASPECTOS CONTAMINANTES MÁS ALLÁ DE LA HUELLA DE CARBONO

Como se establece en el ACV, las emisiones de GEI son una parte importante de los efectos negativos medioambientales de las actividades antropogénicas, pero no son las únicas, siendo importantes también la contaminación del agua, la desnitrificación y eutrofización de los suelos. Lo ideal sería incluir todos estos parámetros en las evaluaciones, ya que es limitado tener en cuenta únicamente una medición medioambiental, sobre todo en sistemas tan complejos y tan íntimamente relacionados con el medio natural como son las producciones ganaderas (Capper, 2020).

Existe el riesgo de que al buscar estrategias de mitigación de GEI se produzcan prácticas que provoquen mayor erosión del suelo, contaminación del agua o perjudiquen la biodiversidad, es decir, trasladar emisiones con medidas que disminuyan las emisiones de metano, pero aumenten las de otros gases u otros efectos adversos sobre el agua o la tierra (O'Brien *et al.*, 2019).

Por otro lado, no podemos olvidar que las explotaciones han de ser viables económicamente, por lo tanto, la inclusión de las consecuencias económicas para valorar las posibles estrategias de mitigación es importante para una puesta en práctica de una forma efectiva (Ibidhi *et al.*, 2020).

¿Cuál es la opinión de los consumidores?

Cada vez es más común el aumento de exigencias por parte de los consumidores en cuanto al uso de medicamentos, consumo de agua, bienestar animal o contaminación ambiental en lo que a la producción de alimentos de origen animal se refiere (Capper, 2020). Desde el sector se realizan esfuerzos en investigación y aplicación de medidas de mitigación, pero esta información no suele llegar a los consumidores finales. Es necesario trasladar a la sociedad una visión veraz sobre el sector, que no está centrado solo en producir más, sino que existe gran implicación y trabajo para reducir emisiones de GEI, lo que mejoraría la comunicación y la divulgación de los resultados. Esto puede ayudar a mantener la confianza de los consumidores; así mismo, se debería utilizar como valor añadido en la venta de productos el hecho de ser originarios de explotaciones que generen menos cantidad de GEI y sean más respetuosas con el medio ambiente (Capper, 2020).

CONCLUSIONES

No existe un método homogéneo para calcular la huella de carbono generada en la producción de leche. Por ello es necesario conocer qué método se está utilizando en cada caso y cuáles son sus limitaciones para no categorizar erróneamente como más o menos contaminantes diferentes sistemas de explotación o técnicas de manejo, cuando no se comparte el mismo criterio ni se tienen en cuenta todos los factores de cada sistema.

Todo ello tiene implicaciones directas en la toma de decisiones en cuanto a las posibles estrategias de mitigación que están supeditadas a los métodos de cálculo utilizados en cada caso, por tanto, a la falta de uniformidad en ellos.

En el contexto actual será clave para el sector tanto la capacidad de adaptación como la de comunicación, en busca del equilibrio entre cantidad, calidad, sostenibilidad y buena percepción por parte del consumidor. ■

BIBLIOGRAFÍA

- Bannink, A., Zom, R., Groenestein, K. C., Dijkstra, J., y Sebek L. (2020). Applying a mechanistic fermentation and digestion model for dairy cows with emission and nutrient cycling inventory and accounting methodology. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 14, 406–416.
- Capper, J. L. (2020). Opportunities and Challenges in Animal Protein Industry Sustainability: The Battle Between Science and Consumer Perception. *Animal frontiers: the review magazine of animal agriculture*, 10, 7–13.
- Carro, M.D., De Evan, T. & González, J. (2018). Emisiones de metano en los animales rumiantes: influencia de la dieta. *Revista Albéitar* 220, 32–35.
- EEA (2020). Annual european union greenhouse gas inventory 1990–2018 and inventory report 2020.
- Feng, X., & Kebreab, E. (2020). Net reductions in greenhouse gas emissions from feed additive use in California dairy cattle. *PLoS One*, 15.
- Ibidhi, R., & Calsamiglia, S. (2020). Carbon Footprint Assessment of Spanish Dairy Cattle Farms: Effectiveness of Dietary and Farm Management Practices as a Mitigation Strategy. *Animals: an open Access journal from MDPI*, 10, 2083.
- Idele (2018). CAP'2ER Methodology guide. Institut d'Elevage, Paris, France.
- IPCC (2006). Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Program.
- Knudsen, M., Qiao, Y., Yan, L. & Halberg, N. (2010). Environmental assessment of organic soybean (*Glycine max.*) imported from China to Denmark: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 18.
- Laca, A., Gómez, N., Laca, A., & Díaz, M. (2020). Overview on GHG emissions of raw milk production and a comparison of milk and cheese carbon footprints of two different systems from northern Spain. *Environmental science and pollution research international*, 27, 1650–1666.
- Manzano, P. & White, S. R. (2019). Intensifying pastoralism may not reduce greenhouse gas emissions: wildlife-dominated landscape scenarios as a baseline in cycle analysis. *Climate Research* 77, 91–97.
- Myhre, G., D. Shindell, F.-M., Bréon, W., Collins, J., Fuglestedt, J., Huang, D., Koch, J.-F., Lamarque, D., Lee, B., Mendoza, T., Nakajima, A., Robock, G., Stephens, T., Takemura & H. Zhang. (2013). Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- O'Brien, D., Herron, J., Andurand, J., Caré, S., Martínez, P., Migliorati, L., Moro, M., Pirlo, G., & Dollé, J. B. (2019). Life beef carbon: a common framework for quantifying grass and corn based beef farms' carbon footprints. *Animal: an international journal of animal bioscience*, 14, 834–845.
- Salcedo, G., Báez, M.D., García, M.I., Castro, J., Santiago, S. (2019). Emisiones y huella de carbono en las explotaciones lecheras de Galicia. *Vaca Pinta*, 14, 150–161.



Más que un robot de ordeño

DeLaval VMS™ V310

RePro™

- Control automático de gestación
- Detección de ciclos de reproducción anormales
- Detección de celos silenciosos

InControl™

- Fácil de usar
- Gestionar rutinas
- Cámaras de visión

InSight™

- Más suave y rápido
- Dos boquillas para pulverización
- Autoaprendizaje

PureFlow™

- Mejor higiene
- Estimulación
- Ajustes configurables