



Como calcular a pegada de carbono no vacún de leite?

Este artigo aborda os diferentes métodos de cuantificación das emisións GEI xeradas pola produción leiteira e unha revisión dos factores máis importantes sobre os que se está a traballar na actualidade para a súa redución, ademais de contestar preguntas que xorden na sociedade ao respecto.

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

¹Graduada en Veterinaria

²Departamento de Anatomía, Producción Animal e Ciencias Clínicas Veterinarias, Facultade de Veterinaria (USC)

³Enxeñeiro agrónomo en Bealia

INTRODUCCIÓN

O cambio climático é un problema global que afecta de forma transversal a todos os ámbitos da vida actual. Cos obxectivos da redución de emisións establecidos pola Unión Europea para 2030 á volta da esquina, encontrámonos nuns anos clave para o control das emisións antes de chegar a puntos medioam-

bientalmente irreversibles para o planeta se non se aplican medidas concretas.

As actividades agrarias, en xeral, atópanse dentro do punto de mira destas posibles medidas correctoras mentres que, ao mesmo tempo, existe un aumento na demanda mundial de alimentos, o que supón un reto adaptativo importante para toda

► Á HORA DE BUSCAR A ORIXE DAS EMISIÓN, CÓMPRE TER EN CONTA FACTORES COMO ALIMENTACIÓN, TERRAS, ENERXÍA... E AS EMISIÓN XERADAS POR CADA UNHA DAS FASES DE PRODUCCIÓN

a industria agroalimentaria (Capper, 2020). Socialmente, a gandería adóitase considerar unha actividade altamente contaminante, tanto polo consumo de auga ou produción de residuos como polas emisións de gases de efecto invernadoiro (GEI). Neste contexto a produción de leite como o resto dos sectores han de tomar parte activa para adaptarse ás necesidades ambientais e sociais actuais.

Tendo como obxectivo global a redución das emisións de GEI xeradas pola produción leiteira, o primeiro paso é a cuantificación destas, considerar a súa orixe e determinar onde se pode actuar para a súa diminución. O obxectivo é que este artigo sirva de apoio na contextualización dos diferentes métodos de cuantificación, así como unha revisión xe-

ral dos factores máis determinantes sobre os que se está traballando na actualidade para a redución das emisións de GEI, contestando a algunhas das preguntas máis comúns que poidan xurdir respecto diso.

OS GASES DE EFECTO INVERNADOIRO E A PRODUCCIÓN DE LEITE

Que GEI se xeran na produción de leite?

Na Unión Europea, o sector agrario é responsable do 10 % das emisións antropoxénicas de GEI (EEA, 2020). Ao vacún leiteiro correspóndenlle entre o 3-4 % do total destas emisións (Laca *et al.*, 2020).

Na produción leiteira os gases que se producen son de maior a menor proporción: metano, óxido nítrico e CO₂ (IPCC, 2006), como se mostra na figura 1. ►►

syngenta®

SUPER KLERAT®

RODENTICIDA **PELLET XT**

¡NUEVO!

PELLET

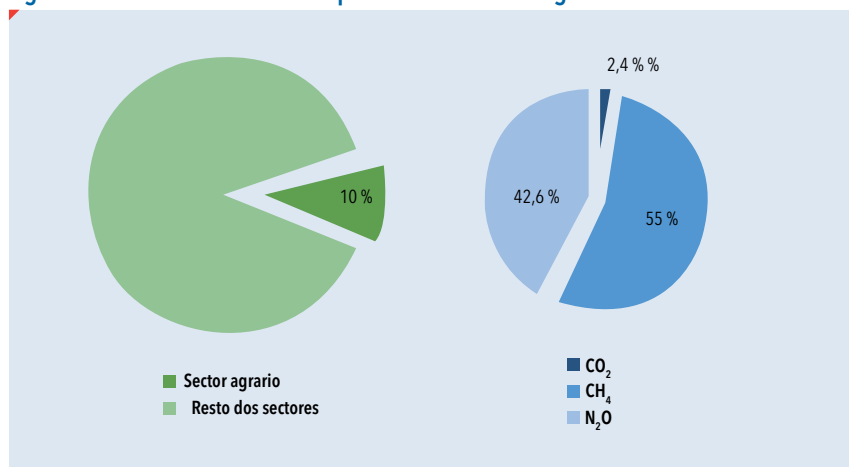
- MUY APETECIBLE
- APLICACIÓN FÁCIL y VERSÁTIL
- CONTROL TOTAL DE LA POBLACIÓN DE ROEDORES RESISTENTES

¡UN SOLO BOCADO BASTA!

DURADEROS y LETALES

PARA USO DEL PÚBLICO EN GENERAL

Figura 1. Distribución das emisións procedentes do sector agrario na UE



Elaboración propia a partir de datos obtidos de Annual European Union Greenhouse Gas Inventory 1990 – 2018, EEA (2020)

En comparación con outras actividades, as porcentaxes absolutas non son unha gran proporción, pero nestas emisións destaca a cantidade de CH₄. Do total de metano liberado á atmosfera case a metade procede da actividade gandeira (EEA, 2020). O CH₄ caracterízase por dous aspectos: o seu alto potencial de efecto invernadoiro, 28 veces superior ao CO₂ e a súa vida útil na atmosfera que é de 12,4 anos, inferior ao resto de GEI (Mytre *et al.*, 2013).

Onde se orixinan os GEI na produción leiteira?

Os propios animais son unha fonte importante de GEI, principalmente de metano (Salcedo *et al.*, 2019), pero tamén cómpre ter en conta que para producir leite se necesitan moitos factores de produción, que inclúen, ademais de aos propios animais, a súa alimentación, fertilizantes, terra, enerxía... Por tanto, á hora de buscar a orixe das emisións, é necesario ter en conta todos estes factores e as emisións xeradas por cada unha das fases de produción (Laca *et al.*, 2020). En definitiva, non son o mesmo as emisións orixinadas polos animais que as emisións derivadas da produción de leite.

Unha clasificación posible é dividir as emisións en función de onde se orixinen formando dous grupos; por unha banda, as xeradas dentro da granxa e, pola outra, as xeradas fóra da granxa (Salcedo *et al.*, 2019).

Os GEI xerados dentro da granxa son, en primeiro lugar, o CH₄, que representa máis da metade das emisións xeradas na produción de leite (Salcedo *et al.*, 2019), por iso a maioría das me-

didadas que se propoñen para a diminución das emisións están centradas na redución deste gas (Ibidhi *et al.*, 2020). O CH₄ ten dúas orixes, por unha parte, a fermentación entérica (67,2 %) como resultado da acción da flora metanoxénica do rume e, pola outra, da xestión das dexeccións gandeiras (32,8 %) xeradas na fermentación en condicións anaerobias (IPCC, 2006). Nesta xestión das dexeccións tamén se produce N₂O, directamente ou de forma indirecta como amoníaco, aínda que en moita menos proporción que o CH₄ (IPCC, 2006). Por último, na granxa tamén se produce CO₂ como consecuencia do consumo de enerxía, combustible ou das accións de laboreo. Con respecto ao CO₂, non todas as emisións son en positivo, hase de considerar tamén o potencial de absorción de CO₂ dos pastos, que actúa reducindo as emisións netas (Laca *et al.*, 2020, Salcedo *et al.*, 2019).

Finalmente, cando falamos das emisións de GEI xeradas fóra da granxa referímonos ás orixinadas na produción e transporte de todos os *inputs* utilizados na produción de leite: produción de cereais para elaborar pensos, forraxe, fertilizantes, etc. (Laca *et al.*, 2020). Neste tipo de emisións dispónse dunha menor posibilidade de actuación, salvo modificar a súa achega, sendo máis autosuficientes (Salcedo *et al.*, 2019).

Que parámetros hai que medir para calcular as emisións?

Tradicionalmente, na maioría das investigacións medíronse, sobre todo, as emisións xeradas polos propios animais por ser a fonte máis destacada de produción de GEI (Bannink

► CANDO FALAMOS DAS EMISIÓNS DE GEI XERADAS FÓRA DA GRANXA, REFERÍMONOS ÁS ORIXINADAS NA PRODUCCIÓN E TRANSPORTE DE TODOS OS *INPUTS* UTILIZADOS NA PRODUCCIÓN DE LEITE

et al., 2020). Actualmente téntanse ter en conta a maior cantidade posible de factores de produción, aplicándose nas cuantificacións unha perspectiva da Análise do Ciclo da Vida (ACV). O ACV ten como obxectivo o estudo dos produtos “desde o berce á tumba”, incluíndo as materias primas, os procesos de elaboración, envasado, transporte, uso e reciclaxe para calquera produto, determinado polas normas ISO 14040 e 14044, para medir as emisións ao aire, á auga ou ao chan (ISO, 2006b).

Pola súa importancia específica e implicación no cambio climático, utilízase o termo de pegada de ►

¿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 ruminantes desde los 90s.

Contacta hoy mismo con nuestro equipo técnico.

+34 974316092

@ Info.nasp@adisseo.com



ruminants.adisseo.com/es/

ADISSEO
A Bluestar Company

carbono cando se consideran exclusivamente baixo a perspectiva do ACV as emisións atmosféricas de GEI (ISO, 2006b).

Aínda que a nivel teórico, para o cálculo da pegada de carbono o ACV abarca todas as fases de produción, na práctica pode haber variacións, debido á complexidade dos diferentes sistemas (ou métodos) de cálculo que non sempre inclúen os mesmos factores produtivos, sobre todo, en canto ás emisións xeradas fóra da granxa ou as variacións do carbono no chan (Laca *et al.*, 2020). Cantas máis fases do ciclo de produción se inclúan nas análises, máis exactos serán os resultados (Ibidhi *et al.*, 2020).

Doutra banda, hai que ter en conta que o produto final obtido nas explotacións de vacún de leite non é exclusivamente o leite, tamén producen carne (tenreiros e animais de desvelle). Por tanto, pódense aplicar valores de asignación e repartición das emisións en cada produto (Laca *et al.*, 2020, Salcedo *et al.*, 2019).

Como se calculan as emisións de GEI?

O cálculo das emisións é complexo e xeralmente pódense organizar en diferentes niveis. Utilizando o mesmo marco xeral de ACV, existen diferentes ferramentas metodolóxicas para a obtención dos resultados. A base para moitos adoita ser as Guías IPCC, 2006. Estas guías son unha serie de directrices publicadas por IPCC (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático), onde se recolle a metodoloxía necesaria para calcular as emisións de GEI.

As guías IPCC non son as únicas ferramentas existentes. Existen diferentes guías adaptadas localmente ou bases de datos específicas. Tamén se poden utilizar os inventarios nacionais ou internacionais de emisións, onde se recollen as emisións por sectores e produtos a escala nacional.

Todas as ferramentas de cálculo dispoñibles pódense utilizar de diferentes formas, dependendo das necesidades de cada traballo en particular. É posible unha aplicación libre dos diferentes métodos de cálculo ou a utilización de combinacións estandarizadas dos mesmos, tamén coñecidas como modelos. Nos modelos determínase a forma de cálculo de cada un dos apartados que se queira incluír

Exemplos de modelos

IFSM: o Modelo de Sistema Integrado de Explotación Agrícola, é un modelo americano que considera a explotación no seu conxunto como un todo avalía a sustentabilidade ambiental e económica das explotacións (Ibidhi *et al.*, 2020).

CAP'2ER: é un modelo francés que inclúe ademais das emisións de GEI, as realizadas á auga e os impactos no chan. Inclúe as emisións dentro e fóra da granxa, así como o impacto económico, considerando non só os aspectos negativos, senón que tamén contabiliza os posibles impactos positivos como o almacenamento de carbono, a biodiversidade ou a produción de alimentos (IDELE, 2018).

DAIRYCANT: é un modelo baseado na análise estatística utilizado en varios traballos en España. En base a unha enquisa realizada nas explotacións permite realizar simulacións de diferentes aspectos produtivos do vacún leiteiro. Mide a pegada de carbono do leite, o potencial de absorción de carbono dos chans e o impacto ambiental polo uso de soia e cambios no uso do chan derivados da súa produción (Salcedo *et al.*, 2019).

Estes son só algúns exemplos, pero existen moitos máis, por exemplo, CAPRI, NGAUGE, etc. (Laca *et al.*, 2020).

En resumo, non existe unha única vía para o cálculo das emisións de GEI, utilizando o mesmo marco do ACV, podemos aplicar diferentes ferramentas de metodoloxía que darán como resultado diferentes valoracións. Canto máis específicos sexan os sistemas de cálculo utilizados, teremos unha visión máis detallada das posibles valoracións dunha granxa (Bannink *et al.*, 2020).

Cantos GEI se orixinan por cada litro de leite producido?

Tendo exclusivamente en conta as posibles variacións dentro da metodoloxía dispoñible, os resultados dependerán en parte de que método se utilice para a súa cuantificación e cantas fases do ciclo produtivo estean a considerarse, por exemplo, poucas veces se teñen en conta a compra de alimentos e a pegada de carbono xerada por eles na súa totalidade (cultivo, transporte, fertilizantes), ou o cambio no uso do chan e o potencial secuestro de carbono (Ibidhi *et al.*, 2020), é dicir, para unha mesma explotación nun mesmo período de tempo poden existir

► COMO SE ESTABLECE NO ACV, AS EMISIÓNS DE GEI SON UNA PARTE IMPORTANTE DOS EFECTOS NEGATIVOS MEDIOAMBIENTALES DAS ACTIVIDADES ANTROPOXÉNICAS, PERO NON SON AS ÚNICAS

diferentes resultados en función do método de cálculo utilizado.

Dentro da documentación consultada pódense atopar conclusións variadas. Hai algúns traballos que inclúen un resumo de estudos anteriores, por exemplo, en Laca *et al.* (2020) os valores para o leite na última década no mundo van desde 0,9 a 4,7 kgCO_{2eq} / kg leite corrixido, mentres que os valores globais incluídos por Salcedo *et al.* (2019) para un período de 20 anos van desde 0,55 a 1,59 kgCO_{2eq} / kg de leite. No caso das explotacións españolas, traballos recentes mostran resultados variados (táboa 1). ►►



ESCUELA INTERNACIONAL DE INDUSTRIAS LÁCTEAS

ESCUELA INTERPROFESIONAL LÁCTEA

TRADICIÓN,
INNOVACIÓN
Y LA MEJOR
FORMACIÓN



Táboa 1. Resumo de datos recentes de emisións por litro de leite en explotacións españolas

Estudo	Descrición	Metodoloxía	Resultado KgCO _{2eq} /kg enerxía leite corrixida
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 GRANDE VARIABILIDADE NOS MÉTODOS DE CÁLCULO UTILIZADOS, O QUE CONDICIONA OS RESULTADOS OBTIDOS

Esta variabilidade de resultados pode proceder de diferenzas nas condicións climáticas e nos sistemas de produción e alimentación, así como nos diferentes factores que se inclúen ou non nos cálculos e a variabilidade da metodoloxía utilizada (Laca *et al.*, 2020).

PUNTOS CRÍTICOS E POSIBLES ESTRATEXIAS DE MITIGACIÓN

A continuación inclúense algúns dos puntos máis recorrentes na bibliografía onde se pode actuar para diminuír os GEI producidos, centrados principalmente na alimentación e o manexo. Os posibles resultados estarán condicionados polo método ou modelo de cuantificación.

Alimentación

Posto que aproximadamente o 78,5 % das emisións de CH₄ proceden da fermentación ruminal, as modificacións na dieta foron unha das opcións máis investigadas, xa que poden ser clave para diminuír a produción de CH₄ (Salcedo *et al.*, 2019). Esta opción é especialmente útil no vacún de leite, polo control exhaustivo que se realiza sobre as racións. Algunhas das propostas máis comúns son as seguintes:

- *Reducir o ratio forraxe/concentrado.* Aumentando a proporción de concentrado na ración diminúe o pH ruminal, aumenta o propiónico e diminúe a dispoñibilidade de H₂ para a formación de metano (Carro *et al.*, 2018).

Nos experimentos de Ibidhi *et al.* (2020) estableceuse que unha redución do 10 % na relación forraxe:concentrado reduciu as emisións de CH₄ nun 5 %, pasando de 16,4 a 15,6 g/kg de leite, tendo un impacto na redución da pegada de carbono por litro de leite do 3,5 %. Esta variación adoita ter como consecuencia un aumento na produción de leite, o que contribúe á súa vez á

dilución do CH₄ xerado nos litros de leite producidos (Capper, 2020).

- *Mellora da calidade da forraxe.* Ao mellorar a calidade da forraxe, mellora a súa dixestibilidade, a dixestión é máis eficiente e xérase menos CH₄. Os efectos atenuantes varían moito dependendo da calidade inicial da forraxe que se estea administrando, xa que, cando xa é de boa calidade, a diferenza é apenas notable (Ibidhi *et al.*, 2020).
- *Utilización de aditivos.* Actualmente invéstase o efecto que poidan ter certos ingredientes ou aditivos nas racións para diminuír o CH₄ xerado. Por exemplo, o 3-Nitroxipropanol pode producir unha redución do 11,7 % do metano producido, inhibindo a encima que cataliza a formación de CH₄ no rume, ou o nitrato como aceptor de electróns, con reducións do 3,95 %. En todos os casos é igual de importante valorar os posibles efectos adversos; por exemplo, o nitrato pode producir toxicidade, pero pódense utilizar probióticos como desnitrificantes para contrarrestar este efecto (Feng *et al.*, 2020).



As modificacións nas dietas poden ser clave para diminuír a produción de CH₄

► A AVALIACIÓN DE POSIBLES
ESTRATEGIAS DE MITIGACIÓN
ESTÁ SUPEDITADA AOS MÉTODOS
DE CÁLCULO UTILIZADOS
E, POLO TANTO, Á FALTA DE
UNIFORMIDADE NESTES

a produción de leite aumentou nun 24,5 %, as emisións non creceron de forma proporcional, senón que o fixeron nun 1 % (Capper, 2020).

A utilización de diferentes sistemas de explotación leva variacións nas emisións. En sistemas nos que se aproveiten zonas de pasto, o potencial de carbono absorbido no chan será un factor mitigante, en contraposición á ratio forraxe: concentrado será maior. Nos traballos de Salcedo *et al.* (2019), os valores de emisións máis altos corresponden a explotacións extensivas, mentres que en Laca *et al.* (2020) o leite producido en sistemas con base de pastoreo tiña unha pegada de carbono un 18 % máis baixa que os sistemas mixtos, como consecuencia dunha menor dependencia de alimentos non producidos na granxa e das súas emisións asociadas.

O manexo das dexeccións é o segundo punto máis importante en canto á produción de CH₄, por tanto, posúe un destacado potencial en canto á redución de emisións. As diferenzas nas emisións están marcadas principalmente polo uso de auga, a maior cantidade de auga maiores emisións, polo que o manexo de dexeccións sólidas é o que xera unha menor cantidade de GEI. Manexos semisólidos en relación cos líquidos poden supor reducións do 32 % do CH₄ producido polo manexo de dexeccións ou do 7,4 % na pegada de carbono total do leite. Estas diferenzas radican na forma de fermentación, no caso dos sólidos, o feito de ter menos auga dispoñible e o tipo de almacenamento que se utiliza que promove a aireación, fai que se produza menos CH₄. En cambio, en sistemas que manexan dexeccións líquidas favorécense as condicións de fermentación que xeran máis cantidade de CH₄ (Ibidhi *et al.*, 2020).

Outra proposta é a modificación os materiais de cama, cambiando material orgánico por inorgánicos como a area, que pode ter unha diminución nas emisións de 9,8 % na cantidade de CH₄ e do 13,8 % na pegada de carbono (Ibidhi *et al.*, 2020).

Dentro das posibles modificacións no manexo, a xestión das dexeccións é un dos aspectos a ter en conta potencialmente máis eficaces na diminución da pegada de carbono do leite. Por exemplo, nos estudos de Ibidhi *et al.* (2020) atopouse que as diminucións na pegada de carbono do leite por modificacións na dieta foron de 3,5 % mentres que por cambios en diferentes prácticas de manexo foron de 27,5 %.

Importancia da cuantificación

Dada a gran variabilidade de opcións para a valoración das emisións de GEI e a falta de estandarización no seu uso, a cuantificación pódese considerar en si mesma un punto crave a ter en conta. Este feito é especialmente importante á hora de comparar resultados de diferentes traballos ou as variacións resultantes ao implementar estratexias de mitigación.

Os factores de produción incluídos nos cálculos son uns dos puntos con maior variabilidade entre modelos, o que pode ter consecuencias directas sobre como se miden as variacións nas emisións. Por exemplo, se nun traballo se avalía a posible diminución das emisións mediante un aumento da cantidade de concentrado cun método que non valore adecuadamente o impacto das emisións orixinadas na elaboración das materias primas, teremos como resultado que, as emisións producidas polos animais descenderán, polos mecanismos fisiolóxicos explicados anteriormente, pero non se terán en conta o aumento de emisións xeradas na produción ou transporte

Manexo

As modificacións no manexo para reducir as emisións (salvo o incremento na produtividade) tradicionalmente foron menos consideradas na bibliografía (Ibidhi *et al.*, 2020).

Como consecuencia indirecta de incrementar a produtividade das explotacións, prodúcese unha dilución da emisións, é dicir, divídense datos similares de emisións entre máis cantidade de litros producidos, diminuindo así as achegas por litro. De feito, nos últimos anos foi un dos principais factores na diminución das emisións por litro. A mellora de produtividade supuxo que, a pesar de que en EE. UU. entre 2007 e 2017

RAYADO Y PICADO
de pasillos
de establos

Marcos Villamide:
626 096 129



dunha maior cantidade de penso, principalmente para os produtos nos que se depende de importacións como no caso da soia, onde o transporte pode supor o 50 % das emisións totais da súa produción (Knudsen *et al.*, 2010).

Outro punto, que non sempre é incluído, é o papel do solo e o ciclo do carbono, o que pode prexudicar ás explotacións que utilicen pastos permanentes ou produzan “leite de pasto”, xa que non se consideraría o potencial de carbono absorbido no chan.

Hai autores que van un paso máis aló e consideran que as explotacións en extensivo desenvolven unha función ecolóxica. Nas investigacións de Manzano *et al.* (2019) establécese o concepto de “nivel de referencia” considerando aos ruminantes domésticos como degradadores de celulosa (e emisores de CH₄). Esta función, no caso de non ser realizada por animais domésticos, sería realizada por ruminantes salvaxes que ocuparían o seu lugar, así como por un maior número de incendios e por tanto non habería grandes cambios a longo prazo en canto ao nivel neto de emisións de GEI.

OUTROS ASPECTOS CONTAMINANTES MÁIS ALÓ DA PEGADA DE CARBONO

Como se establece no ACV, as emisións de GEI son unha parte destacada dos efectos negativos ambientais das actividades antropoxénicas, pero non son as únicas, sendo importantes tamén a contaminación da auga, a desnitrificación e eutrofización dos chans. O ideal sería incluír todos estes parámetros nas avaliacións, xa que é limitado ter en conta unicamente unha medición ambiental, sobre todo en sistemas tan complexos e tan intimamente relacionados co medio natural como son as producións gandeiras (Capper, 2020).

Existe o risco de que, ao buscar estratexias de mitigación de GEI, se produzan prácticas que provoquen maior erosión do chan, contaminación da auga ou prexudiquen a biodiversidade, é dicir, trasladar emisións con medidas que diminúan as emisións de metano, pero aumenten as doutros gases ou outros efectos adversos sobre a auga ou a terra (O'Brien *et al.*, 2019).

Doutra banda, non podemos esquecer que as explotacións han de ser viables economicamente, por tanto, a inclusión das consecuencias económicas para

valorar as posibles estratexias de mitigación é importante para unha posta en práctica dunha forma efectiva (Ibidhi *et al.*, 2020).

Cal é a opinión dos consumidores?

Cada vez é máis común o aumento de esixencias por parte dos consumidores en canto ao uso de medicamentos, consumo de auga, benestar animal ou contaminación ambiental no que á produción de alimentos de orixe animal se refire (Capper, 2020). Desde o sector realízanse esforzos en investigación e aplicación de medidas de mitigación, pero esta información non adoita chegar aos consumidores finais. Cómpre trasladarlle á sociedade unha visión veraz sobre o sector, que non está centrado só en producir máis, senón que existe unha grande implicación e traballo para reducir emisións de GEI, o que melloraría a comunicación e a divulgación dos resultados. Isto pode axudar a manter a confianza dos consumidores; así mesmo, deberíase utilizar como valor engadido na venda de produtos o feito de ser orixinarios de explotacións que xeren menos cantidade de GEI e sexan máis respectuosas co medio ambiente (Capper, 2020).

CONCLUSIÓN

Non existe un método homoxéneo para calcular a pegada de carbono xerada na produción de leite. Xa que logo, é preciso coñecer que método está a utilizarse en cada caso e cales son as súas limitacións para non categorizar erroneamente como máis ou menos contaminantes diferentes sistemas de explotación ou técnicas de manexo, cando non se comparte o mesmo criterio nin se teñen en conta todos os factores de cada sistema.

Todo iso ten implicacións directas na toma de decisións en canto ás posibles estratexias de mitigación que están suxeridas aos métodos de cálculo utilizados en cada caso, por tanto, á falta de uniformidade neles.

No contexto actual será clave para o sector tanto a capacidade de adaptación como de comunicación, na procura do equilibrio entre cantidade, calidade, sustentabilidade e boa percepción por parte do 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