

## LA CONTRIBUCIÓN DEL RUMIANTE A LA PRODUCCIÓN DE GASES DE EFECTO INVERNADERO: LOS PUNTOS SOBRE LAS ÍES.

Sergio Calsamiglia

Dpt. Ciencia Animal i dels Aliments, Servei de Nutrició i Benestar Animal

Universitat Autònoma de Barcelona, 08193-Bellaterra

Sergio.calsamiglia@uab.es

### 1.- INTRODUCCIÓN

La producción animal en general, y la de rumiantes en particular, están sufriendo una serie de presiones de diversa índole que generan tensiones técnicas y económicas, sobre las cuales trabajan los técnicos y profesionales del sector para encontrar soluciones. Pero también se está generando otro tipo de tensiones que nacen de la exigencia social preocupada por la salud, el bienestar animal o el respeto al medio ambiente. Esta presión social ha generado corrientes de opinión negativas y poco justificadas respecto a la conveniencia o no del consumo de leche (Calsamiglia, 2008), normativas respecto al bienestar animal (RD 348/2000), o legislación sobre el impacto medioambiental de las explotaciones ganaderas. La sociedad en general tiene una percepción negativa de la producción animal intensiva, mientras siente empatía con la producción tradicional, y no son pocas las manifestaciones contrarias a los sistemas intensivos de producción, que parten de motivaciones con frecuencia confusas: la producción de gases de efecto invernadero, la protección del pequeño agricultor, o el retorno a una producción sostenible, entre otras. De alguna manera, la cultura popular desea una producción respetuosa con el medio y con los animales, y la obtención de un producto de calidad, de bajo coste y con la imagen tradicional de las vacas pastando en prados verdes.

El calentamiento global, la aparición de focos geográficos altamente contaminados y la acumulación de gases de efecto invernadero han creado alarma social y han movilizad

a políticos y científicos hacia el estudio y la implantación de medidas de control. Las opiniones son tan diversas, los cálculos tan complejos y la posibilidad de incurrir en errores (intencionados o no) de interpretación de dichos resultado tan probable, que hoy no es fácil hacerse una imagen clara de cuál es la situación de la agricultura en este contexto: su contribución global, las estrategias más eficientes de mitigación y el impacto de su implementación en la resolución del problema.

El objetivo de este trabajo no es abordar todos estos temas conjuntamente, sino aclarar algunos aspectos de este debate para poner sobre la mesa las coordenadas que deberían servir de elementos de discusión y reflexión en el desarrollo de estrategias productivas que acerquen posturas entre posiciones enfrentadas. En particular, se exponen los factores que afectan al potencial contaminante de la producción animal, en general, y de los rumiantes en particular, las alternativas y opciones de mitigación, y el impacto que dichas medidas estratégicas tendrían en el contexto global.

## **2.- LA HUELLA DE CARBONO Y EL CAMBIO CLIMATICO**

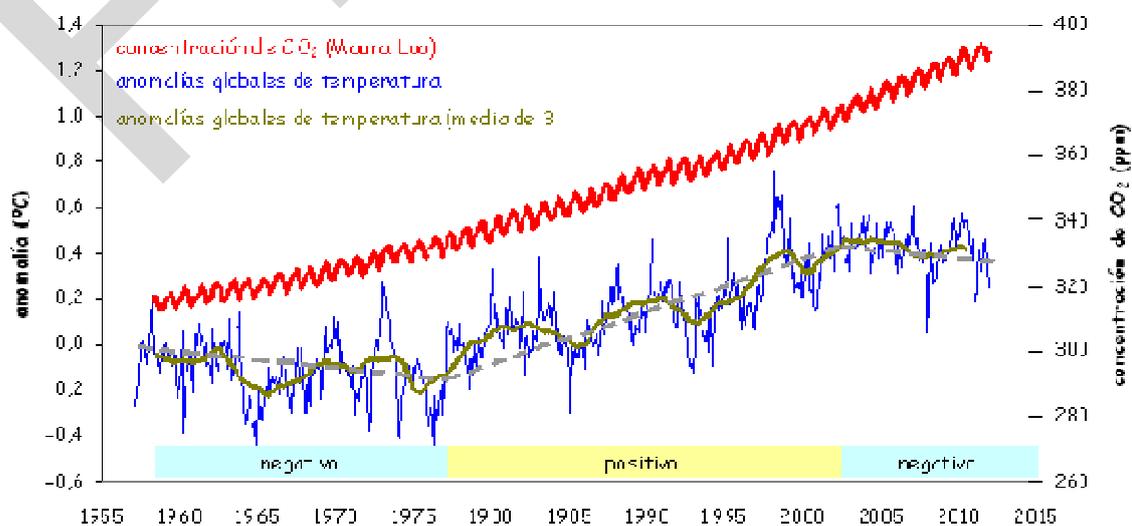
La huella de carbono es la cantidad de gases con efecto invernadero que se produce en un sistema. En este cálculo, no todos los gases tienen el mismo efecto. Así, el CO<sub>2</sub> tiene un valor equivalente de 1 (estándar), el metano (CH<sub>4</sub>) tienen un valor equivalente a 25 unidades de CO<sub>2</sub>, y el N<sub>2</sub>O de 298. El impacto ambiental de los gases de efecto invernadero se mide siguiendo normativas internacionales reconocidas y se expresa en equivalentes de CO<sub>2</sub> (CO<sub>2</sub>eq). El cálculo de la huella de carbono es esencial para identificar puntos débiles e implementar estrategias de reducción o compensación de emisiones.

Los gases de efecto invernadero (principalmente el CO<sub>2</sub>, el vapor de agua, el metano y el N<sub>2</sub>O) absorben parte de la energía que se irradia desde la superficie de la tierra y la atrapan en la atmósfera, actuando como si fuera una manta que permite mantener la temperatura de la tierra. Si no fuera por este efecto, la temperatura terrestre sería unos 30 °C inferior y la vida, como la entendemos hoy, no sería posible. Sin embargo, cuando los gases de efecto invernadero se acumulan en exceso, se produce un calentamiento excesivo del planeta. La NASA ha calculado que en los últimos 100 años la temperatura media de la tierra ha aumentado entre 0,6 y 0,8 °C, y los 10 años más cálidos en registro (desde 1850) han ocurrido en los últimos 13 años (EPA, 2009). Este incremento en la temperatura se ha asociado a un aumento en la concentración de gases de efecto invernadero. Los estudios científicos han determinado que la concentración de gases de efecto invernadero ha oscilado ampliamente desde el origen de la tierra. Sin embargo, las concentraciones actuales (unos 390 ppm) han sobrepasado los valores máximos jamás registrados (que

oscilan entre 270-280 ppm). En la actualidad existe bastante consenso entre los científicos que la mayor parte del aumento en la concentración de gases de efecto invernadero y la temperatura terrestre observada en las últimas décadas es muy probablemente el resultado de la actividad humana. Los modelos de predicción indican que, de seguir el proceso de acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre, la temperatura de la superficie terrestre aumentará de 1 a 6 °C a finales del siglo XXI (IPCC, 2007). Lo que parece claro y consensado en la comunidad científica es que la actividad humana está cambiando la composición de la atmósfera, y que el aumento en la concentración de gases de efecto invernadero tiende a modificar el clima del planeta. Lo que no está claro ni hay consenso es cuánto va a cambiar, a qué velocidad, y cuáles serán sus consecuencias. Pero el cambio está ocurriendo, su origen es antropomórfico, y está en nuestras manos modificarlo. Y aunque existan dudas sobre la velocidad o la magnitud del cambio, no hay duda que la dirección no es beneficiosa para el futuro de la humanidad. Ello justifica la preocupación generada y los esfuerzos políticos para controlar y revertir el problema.

El elemento central de la huella de carbono de cualquier proceso es el balance de CO<sub>2</sub>. El CO<sub>2</sub> se produce mediante los procesos de oxidación y se elimina del medio por la fotosíntesis para formar hidratos de carbono y otros productos. En la actualidad no hay discusión sobre que la actividad del hombre ha modificado el ciclo del carbono, incrementando su concentración en la atmósfera, de tal manera que la concentración de CO<sub>2</sub> y metano han aumentado en un 38 y 148 % respecto la era pre-industrial. El consumo generalizado de carburantes, la actividad agroganadera, la deforestación y la urbanización de la tierra han incrementado la producción de CO<sub>2</sub> sobrepasando la capacidad de la tierra para contrarrestar dicha producción mediante consumo de CO<sub>2</sub> (Figura 1).

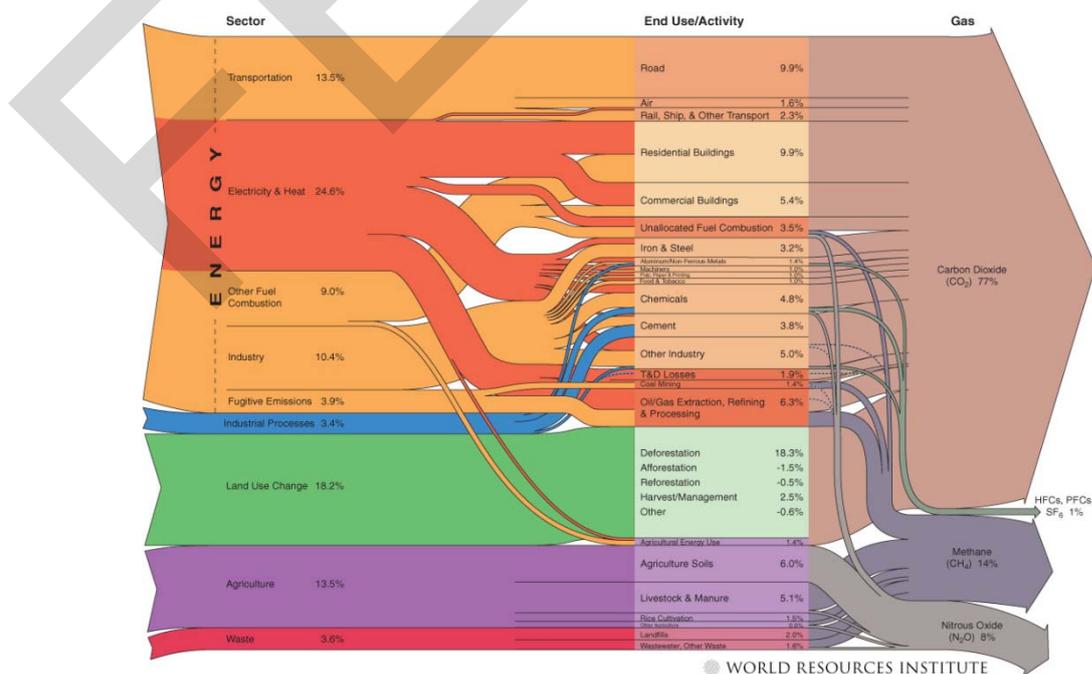
**Figura 1.- Evolución de la concentración de CO<sub>2</sub> y de la temperatura terrestre en los últimos 55 años.**



### 3.- CONTRIBUCION DE LA PRODUCCION ANIMAL AL EFECTO INVERNADERO

La FAO (2006) elaboró un informe titulado “La larga sombra del ganado” en el que se apuntaba a la producción animal como responsable de una parte importante del calentamiento global, a través de la emisión de gases de efecto invernadero procedentes de la fermentación entérica de los rumiantes y del procesado de las deyecciones. La prensa internacional se hizo eco de este informe, que ponía la contribución de la producción animal como responsable del 18% del total de emisiones (según dichos cálculos), por delante de las emisiones derivadas del transporte, y ha servido a muchos para “desenterrar el hacha de guerra” en contra de la producción animal. Sin embargo, numerosas instituciones internacionales han contradicho el contenido del informe, y la misma FAO (2010) elaboró unos años después un informe corrector que, curiosamente, ha recibido mucha menos publicidad. Es innecesario entrar en el debate de la credibilidad de unos y otros datos, ya que en la actualidad hay consenso sobre los errores producidos en la determinación del impacto de la ganadería sobre las estimaciones de la producción de gases de efecto invernadero determinados en el informe mencionado. Lo cierto es que la revisión de numerosas publicaciones al respecto indican que la contribución de las actividades agro-ganaderas es del 8-12% (Committee on Climate Change, 2008; FAO, 2010; Gill et al., 2010) de la producción total de gases de efecto invernadero. De estas, aproximadamente un 5,1% son atribuibles a la ganadería y sus deyecciones (Figura 2).

**Figura 2.- Contribución de los diferentes sectores productivo a las emisiones de gases invernadero (World Resources Institute)**



No hay ninguna duda que el problema existe y que es mucho más efectivo y responsable identificar e implementar estas estrategias, que debatir sobre la contribución total: cada sector debe tomar responsabilidad para reducir el impacto ambiental de su actividad. El sector de la producción animal debe buscar la forma objetiva y honesta de interpretar los datos disponibles, identificar los elementos críticos en el sistema de producción susceptibles a modificación, y proponer estrategias que contribuyan a la reducción de las emisiones de gases de efectos invernadero.

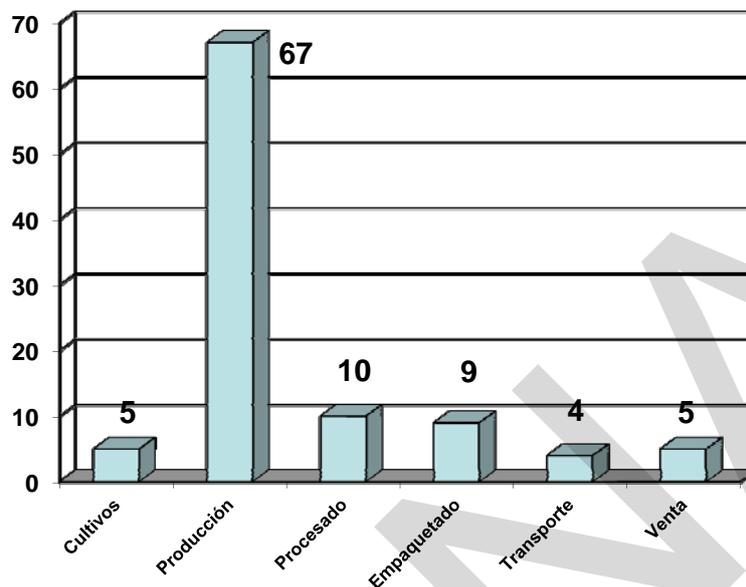
Sin embargo, esta responsabilidad debe ser coordinada con otros objetivos globales. La FAO (2006b) pronostica que el consumo de productos de origen animal se duplicara en 2050, para dar alimentos no sólo a una población mayor, sino a una población con mayor poder adquisitivo. Este doble objetivo supone un reto para el sistema que debe identificar estrategias que permitan convivir a dos objetivos contradictorios en su naturaleza.

#### **4.- ESCANDALLO DE LA HUELLA DE CARBONO EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE**

El estudio del ciclo de vida de un sistema productivo (“Life Cycle Assessment”) es la herramienta analítica genéricamente aceptada para evaluar el impacto de un sistema productivo sobre el balance de carbono, lo que permite objetivar la identificación de los procesos claves sobre los que se puede influir. El análisis considera todos los inputs y outputs del proceso de forma integral. En el caso de la producción animal, los outputs se definen como los productos generados (leche, carne, huevos, pieles, heces...), y la unidad de medida del balance se determina en kg de CO<sub>2</sub> por kg de producto (kg de leche producida, kg de canal,...). El proceso incluye tanto la producción de forrajes y alimentos, bien sean propios o comprados (abono, transporte, energía, recogida, procesado, ...), la fermentación entérica, las emisiones de las deyecciones (metano y N<sub>2</sub>O), la refrigeración, el transporte del producto (leche o animales para matadero u otras explotaciones), el procesado, el empaquetado, la conservación (cadena de frío), el transporte al lugar de venta (distribución), y los gastos del consumidor (refrigeración,...). Dentro del proceso de producción en la granja, considera no sólo la vaca en producción, sino los tiempos no productivos (secado y reposición), así como la carne producida con los animales no destinados a producción de leche.

La Figura 3 muestra la contribución estimada del proceso productivo de la leche líquida en EEUU, un país en el que la contribución de los procesos de transporte, procesado y comercialización son elevados, y deben considerarse como máximos.

**Figura 3.- Contribución (%) de las diferentes etapas del proceso productivo y comercialización de la leche líquida en EEUU (Capper, 2010a)**



De estos datos se puede concluir que el proceso productivo en sí (el animal/granja) es el factor que más contribuye a la producción de gases de efecto invernadero, fundamentalmente derivado de la producción de gases entéricos y derivados de las deyecciones y, en consecuencia, es donde debemos actuar. Por el contrario, los factores asociados al transporte, frecuentemente criticados, tienen una contribución mucho menor.

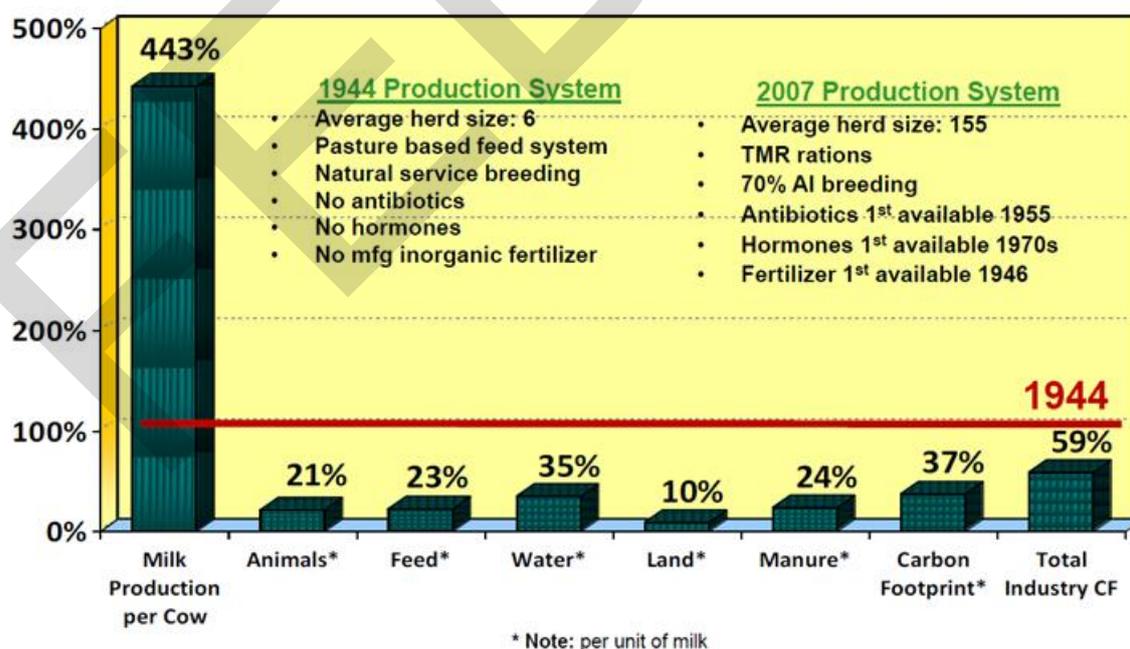
## **5.- ESTRATEGIAS Y OPORTUNIDADES PARA LA MITIGACION**

Hay dos principios fundamentales para entender el origen de la producción de gases de efecto invernadero procedente de los rumiantes y las estrategias de mitigación. Por una parte, el principio de la dilución de los costes fijos. El ejemplo es muy sencillo. Un animal que produce 1 litro de leche genera una producción de  $\text{CO}_2\text{eq}$  muy elevada por unidad de producto, ya que asume todas las emisiones “de mantenimiento”. A medida que su producción aumenta, los costes medioambientales fijos se diluyen progresivamente. El efecto de la mejora en la productividad sobre la eficiencia del proceso y/o sobre la reducción de la emisión de sustancias contaminantes por unidad de producto es incuestionable. El segundo factor que es necesario entender es que la producción de metano deriva directamente de la fermentación de la fibra, por lo que los sistemas extensivos a base de pastos derivan también en una mayor producción de metano.

Capper et al. (2009) trataron de ejemplificar estos dos principios con datos de EEUU en los últimos 50 años. La cabaña de bovinos lecheros en EEUU en 1944 era de 25,6 millones, con una producción media baja y rebaños pequeños (tamaño medio de 6 vacas/explotación) en un sistema productivo basado en pastos. Desde entonces, el tamaño medio de los rebaños ha incrementado (hasta 155 vacas/explotación en 2007), el sistema productivo se ha intensificado, y se utilizan numerosas tecnologías (inseminación artificial, uso de hormonas, antibióticos, mejoras en manejo e instalaciones,...). En la actualidad, EEUU cuenta con 9,2 millones de vacas que producen un total de 84,2 billones de kg de leche/año, y la producción media por animal se ha cuadruplicado gracias a las mejoras en genética, alimentación y manejo. Es decir, que muchos menos animales producen mucha más leche, reduciendo el impacto medioambiental por unidad de producto producido.

La Figura 4 pone de manifiesto la relevancia de estos cambios en la contribución de la producción lechera al impacto medioambiental. El resultado es que, en comparación con 1944, la industria de producción de leche norteamericana tiene una población de vacas mucho menor y, por litro de leche producido, utiliza menos tierra, menos alimentos, menos agua y tiene una huella de carbono mucho menor (se ha reducido en un 63%).

**Figura 4.- Efecto de la intensificación en el uso de recursos y producción de gases de efecto invernadero (Capper et al., 2009)**



La evidencia es tan clara que cualquier discusión es irrelevante, más aún cuando se consideran los retos futuros de la producción de alimentos en un mundo en crecimiento

progresivo en número de habitantes y en poder adquisitivo. El informe de la FAO indica que las mayores emisiones proceden de países en vías de desarrollo (7,5 kg CO<sub>2</sub>eq/kg leche en granja) y los valores menores de los países industrializados (entre 1 y 2 kg CO<sub>2</sub>eq/kg leche en granja). El informe también constata que los sistemas tradicionales basados en el pastoreo producen una mayor cantidad de gases de efecto invernadero (2,72 kg CO<sub>2</sub>eq/kg leche) que los sistemas mixtos (1,78 kg CO<sub>2</sub>eq/kg de leche). No hay duda que el aumento de producción (leche o carne) de los sistemas intensivos compensa con creces los costes medioambientales asociados (abono, transporte,...). No en vano, la FAO (2006) concluyó que es esencial continuar con los procesos de intensificación de la producción animal con el objetivo de proveer alimentos y reducir el impacto medioambiental de dicho proceso. Estas observaciones contrastan con la creciente visión de la opinión pública que asume que los sistemas extensivos basados en pastoreo son más adecuados desde el punto de vista de su contribución a la producción de gases de efecto invernadero.

Los mismos estudios pueden hacerse con la producción de carne de ternera. La mejora en la productividad ha permitido reducir el uso de recursos y la emisión de gases de efecto invernadero (Capper, 2010a). Ello ha sido el resultado de las mejoras en productividad que han permitido aumentar el peso medio de la canal de 274 kg en 1977 a 351 kg en 2007. Las estrategias de manejo, alimentación y genética han mejorado considerablemente la ganancia de peso diaria, reduciendo los días a sacrificio de 602 en 1977 a 482 en 2007. Estas mejoras han permitido reducir el número de animales necesarios para la producción de una cantidad determinada de carne en un 70% desde 1997 hasta el 2007, en un proceso que requiere un 81% de los alimentos, un 88% del agua y un 67% de la tierra. Estos avances han permitido una reducción del 16% en la emisión de gases de efecto invernadero por kilogramo de carne producido (Figura 5; Capper, 2010a).

**Figura 5.- Efecto de la intensificación de la producción de carne sobre la emisión de gases de efecto invernadero (Capper et al., 2010)**

	Corn-fed	Grass-fed
Start wt (kg)	254	254
End wt (kg)	635	635
Growth rate (kg/d)	1.61	0.87
Days on feed (d)	237	438
Maintenance energy (MJ/d)	26	33
Growth energy (MJ/d)	30	15
Total energy (MJ)	40,934	118,308
Total methane emissions (kg)	53	149

Capper (2010b) realizó una serie de cálculos sencillos en los que demostró que al mejorar la productividad de los animales se reduce el impacto medioambiental. Así, las emisiones son mayores en los sistemas tradicionales de producción de carne con acabado en pastoreo (sistema de pastoreo), intermedios en la producción de carne en sistemas de *feedlot* sin uso de nuevas tecnologías (sistemas naturales o ecológicos), y menor en los sistemas de *feedlot* que utilizan la tecnología disponible en la actualidad (sistemas intensivos convencionales).

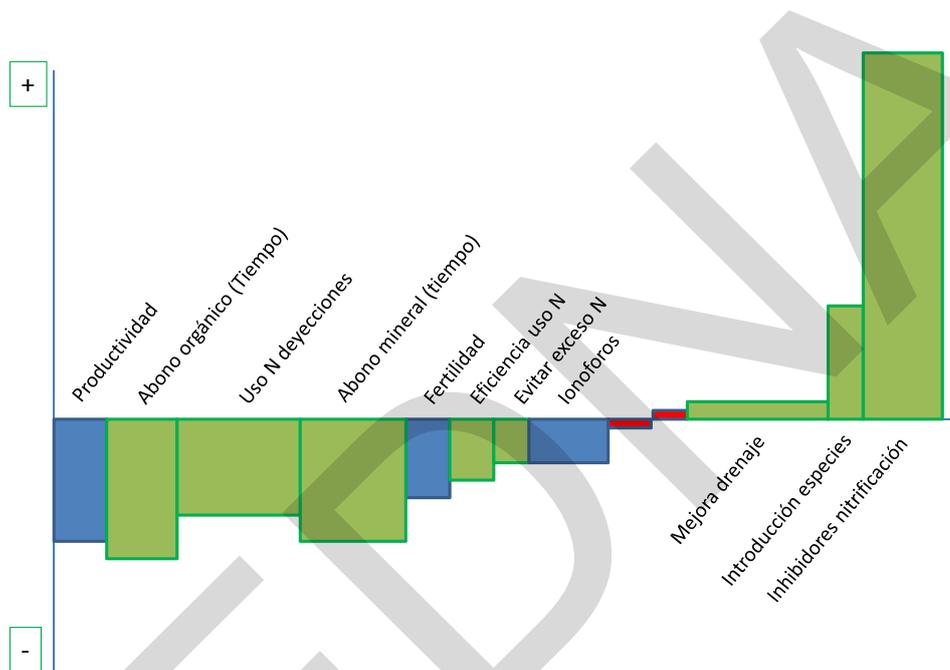
De forma genérica, la tendencia derivada de estos estudios apunta a que la menor contaminación por unidad de producto producido corresponde a los sistemas intensivos respecto a los extensivos. Este efecto se basa en dos condiciones: la mayor digestibilidad de los alimentos utilizados en los sistemas intensivos, y el efecto de dilución de costes fijos debido a la alta producción. Sin embargo, también es cierto que dentro de los sistemas intensivos, donde la intensificación de la producción ya es un hecho, el aumento de producción puede no ser una estrategia de mitigación efectiva, ya que la dilución de costes fijos se reduce a medida que la producción aumenta, y la reducción marginal de la producción de gases de efecto invernadero puede no compensar el aumento de las emisiones derivadas de las heces, el uso de energía y otros inputs (Vellinga et al., 2009). Aunque en la actualidad no podemos definir el punto óptimo, parece cierto que existe un punto a partir del cual la intensificación deja de contribuir de forma significativa a la reducción de emisiones de una explotación lechera. En estos sistemas donde ya se ha aprovechado el efecto de la dilución de gastos fijos, la contribución de las deyecciones es probablemente más importante o, al menos, tiene un mayor potencial de intervención.

Pero al final, la capacidad de implementar estas medidas está sometida a su rentabilidad y/o a la implementación de normativas de obligado cumplimiento. Con esta idea en mente, se desarrolló un estudio en Inglaterra (Committee on Climate Change, 2008) en el que se valoró el coste económico de diferentes medidas de control de la emisión de gases de efectos invernadero en la producción animal. El estudio revela, una vez más, que la mejora de la productividad, la mejora en la fertilidad y el uso de ionóforos son las tres estrategias más rentables en la producción de leche. Otras estrategias agrícolas como el uso de cantidades adecuadas de abonos nitrogenados acopladas con estrategias de dosificación de abono en los tiempos necesarios, son estrategias que no sólo contribuyen a reducir la huella de carbono, sino que además son económicamente rentables. Las medidas asociadas a la producción de biogás se encuentran en la zona límite de rentabilidad, y podrían implementarse sin excesivo coste bajo normativas de obligado cumplimiento. Por el contrario, la mejora del drenaje de suelos, la introducción de nuevas especies de plantas que permitan una mejor captación de elementos que contribuyan a reducir el efecto invernadero,

y/o el uso de inhibidores de la nitrificación, aunque técnicamente efectivas, tendrían un coste considerable para el sistema de producción (Figura 6).

### Figura 6.- Potencial y coste de implementación de estrategias de reducción de emisión de gases con efecto invernadero.

(El coste positivo implica que su implementación supone un coste para el sistema productivo. Un coste negativo supone beneficio económico de la implementación de la medida. La anchura de la barra denota el potencial de reducción de contaminación, y la altura (en positivo o negativo respecto a la línea del cero) indica el coste de la implementación de la medida).



## 6.- CONCLUSIONES

- El sector agrario es responsable de entre el 8 y el 12% de las emisiones de gases de efecto invernadero, siendo aproximadamente la mitad procedente de la ganadería. Las emisiones derivadas de la producción bovina representan alrededor del 4.0% del total de la producción de gases de efectos invernaderos derivados de la actividad humana.
- El metano, con un 50%, es el gas que más contribuye a este proceso en las explotaciones bovinas, y su origen más importante es la fermentación de fibra en el rumen. El N<sub>2</sub>O es el segundo gas en importancia en las explotaciones lecheras (representa un 30-35% del total), y procede fundamentalmente de las deyecciones.

- Las emisiones son mayores en los países en vías en desarrollo y en los sistemas a base de pastoreo, y menores en los países desarrollados y sistemas de producción intensivos.
- La mejora en la productividad y en la reproducción son los dos aspectos de la producción que mayor contribución al menor coste pueden hacer en la mitigación de la capacidad contaminante del sistema de producción en rumiantes.
- La planificación del uso de abonos y el procesado correcto de las deyecciones suponen alternativas de acciones importantes y económicamente rentables en los países donde la producción ya se ha intensificado, debido a que los factores de producción ya se han aprovechado correctamente.

La consideración de estas conclusiones es esencial para iniciar un debate sensato que permita alcanzar acuerdos sobre las estrategias que son necesarias implementar para contribuir a reducir el problema global de la producción de gases de efecto invernadero y su impacto sobre el cambio climático. No hay que olvidar que en este proceso es vital hacer pedagogía a la opinión pública, conscientes de que, con frecuencia, las opiniones (que se convierten en grupos de presión) abogan por soluciones que posiblemente tengan efectos contrarios a los deseados. El problema de la producción de gases de efecto invernadero y el cambio climático debe ser una preocupación de todos. Las estrategias de control, sin embargo, deben considerar otros muchos factores, como la disponibilidad de tierras, el aumento progresivo de las demandas de la humanidad, y los contextos sociales, económicos, geográficos y políticos de las diferentes áreas de nuestro planeta. Al final, está en el objetivo de todos encontrar estrategias comunes que permitan desarrollar un sistema sostenible.

## 7.- REFERENCIAS

- CALSAMIGLIA, S. (2008) En: XIII Congreso Internacional de ANEMBE, Salamanca.
- CAPPER, J.L., CADY, R.A. y BAUMAN, D.E. (2009). *J. Anim. Sci.* 87,2160-2167.
- CAPPER, J.L. (2010a) *J. Anim. Sci.* 88(E-Suppl. 2), 826. (Abstr.)
- CAPPER, J.L. (2010b) En: *Proc. Greenhouse Gases and Anim. Agric. Conf. 2010*, Banff, Canada.
- Committee on Climate Change (2008) *Building a low-carbon economy – the UK's contribution to tackling climate change*. TSO, Belfast, UK.
- EPA (2007) *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks 1990-2005*. Annex 3: Methodological Descriptions for Additional Source or Sink Categories. US EPA, Washington, DC, USA.
- FAO (2006a) *Livestock's long shadow: environmental issues and options*. Food and Agricultural Organization, Roma.
- FAO (2006b) *World agriculture: towards 2030/2050*. Food and Agriculture Organization, Roma.

FAO (2010) *Greenhouse gas emissions from the dairy sector: A life cycle assessment*.

GILL, M., SMITH, P. y WILKINSON, J.M. (2009) *Animal* 4, 323-333.

IPCC (2007) *Climate Change 2007. The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, IPCC Secretariat, Geneva.

REAL DECRETO 348/2000, de 10 de marzo, *Ordenamiento jurídico de la Directiva 98/58/CE relativa a la protección de los animales en las explotaciones ganaderas*.

FEDNA