UNIVERSITY OF HELSINKI

https://helda.helsinki.fi

La ganadería y su contribución al cambio climático: Livestock and its contribution to climate change

del Prado, Agustín; Manzano, Pablo

2020-10-16

http://hdl.handle.net/10138/328757

del Prado, A & Manzano, P 2020, La ganadería y su contribución al cambio climático. Amigos de la Tierra.

Downloaded from Helda, University of Helsinki institutional repository. https://helda.helsinki.fi
This is an electronic reprint of the original article.
This reprint may differ from the original in pagination and typographic detail.
Please cite the original version.

La ganadería y su contribución al cambio climático

#MenosCarneMejorCarne



Amigos de la Tierra

bc3 BASQUE CENTRE FOR CLIMATE CHANGE
Klima Aldaketa Ikergai
Sustainability, that's it!

Coordinación técnica y edición de contenidos

Andrés Muñoz Rico. Amigos de la Tierra

Redacción y asesoramiento científico

Agustín del Prado, BC3 Basque Center for Climate Change (BC3)

Pablo Manzano, Universidad de Helsinki & BC3

Diseño

Zuriñe de Langarika Samaniego

Fotografías

Olmo Calvo (Pag. 31)

JuergenPM, Anne & Saturnino Miranda en Pixabay (Pags. 9 y 28 respectivamente)

Yelena Grigorenko (Pag. 17)

Ilustraciones

@laclara____ (instagram) (Fig. 9)

Flaticon

Adobe Stock



Publicación bajo licencia Creative Commons
Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional

Octubre de 2020

Resumen ejecutivo 5

Introducción 7

Cambio climático y gases de efecto invernadero 9

La emisión GEI de la ganadería 13

Modelos ganaderos mixtos y limitaciones del sistema de medición actual de GEI 17

Cambio de paradigma en la conceptualización de la ganadería y el cambio climático 25

MENOS CARNE, MEJOR CARNE Impactos climáticos de la reducción en la producción y consumo de carne de cerdo industrial en España 27

Conclusiones y recomendaciones 31

Referencias 33

RESUMEN EJECUTIVO

En este Informe de Amigos de la Tierra en colaboración con BC3, abordamos el debate sobre la contribución de la ganadería al cambio climático. Perseguimos con ello aportar soluciones en torno a los modelos de producción y consumo de carne, desde la perspectiva de la agroecología y en defensa de la soberanía alimentaria.

La ganadería acarrea en los últimos años el estigma sobre su impacto en el cambio climático antropogénico. Las acusaciones climáticas, tanto en algunos trabajos científicos como en la prensa, suelen estar centradas en la emisión de metano por la fermentación de la celulosa que consumen los animales y de dióxido de carbono por el cambio de uso del suelo. Ambos factores se asocian en estas narrativas principalmente a la ganadería extensiva.

La emisión de metano, que constituye el grueso de las emisiones directas de Gases de Efecto Invernadero (GEI) por parte de la ganadería, se asocia mayoritariamente a sistemas extensivos y mixtos de rumiantes, pues esos sistemas aprovechan recursos forrajeros de calidad muy pobre, ya sean pastos o residuos de cultivos. La ganadería industrial suele usar animales monogástricos (cerdos y pollos) que son más eficientes convirtiendo pienso de alta calidad en proteína animal; en la huella correspondiente a piensos, por lo tanto, este sector tiene más peso.

El sistema actual de estimación de GEI de los inventarios nacionales no tiene como objetivo identificar la contribución total de la ganadería al cambio climático, ni tampoco es un instrumento para el análisis pormenorizado según modelos productivos. Analizamos en este documento dichas limitaciones con el fin de hacer un mejor uso de dichos inventarios.

En este Informe planteamos un cambio de paradigma que tenga en consideración dos elementos fundamentales: estimar la cantidad de carbono fósil que se incorpora a la atmósfera por el conjunto de la actividad ganadera (emisiones dentro de la granja y las que se generan para fabricar, procesar y transportar sus insumos) y evaluar los impactos climáticos de las distintas especies ganaderas y de los diferentes modelos productivos. Estimar el uso de combustible fósil de la explotación ganadera, principal fuente de emisión de GEI a nivel global, y separar entre producción industrial y extensiva, es un baremo climático más acertado que basarse únicamente en la estimación de los inventarios nacionales actuales.

También se debe tener en cuenta que los sistemas de rumiantes de carne (vaca, oveja, cabra) tienen menor intensificación en España que los monogástricos (pollo, cerdo). La carne de rumiante, en general, tendrá mucho menos impacto climático que la de monogástrico (con la excepción del cerdo en pastoreo), pues su uso de hierba y recursos pastables no cultivados es similar al que harían herbívoros silvestres en paisajes abandonados. Los sistemas ganaderos mixtos también consumen mucha hierba de producción ligada al territorio y pueden ser climáticamente sostenibles. La ganadería de producción ecológica será también climáticamente beneficiosa si hace uso de recursos ligados asimismo al territorio.

Hay que incorporar además la cuestión fundamental del secuestro de carbono en tierras pastoreadas. La ganadería extensiva no sólo es fuente de emisión de GEI, sino que gracias a su actividad contribuye a que los pastos y dehesas absorban carbono. La mayoría de estos paisajes son además abiertos de forma natural, y no ha mediado deforestación en su configuración. Ambas cuestiones generalmente no se contemplan.

Frente a estos modelos, la ganadería industrial se basa en la importación de piensos (maíz y soja) sobre todo para monogástricos, que han requerido la conversión de suelos naturales (pastizales o bosques) en suelos agrícolas, mediante deforestación de zonas de bosque tropical, principalmente en Suramérica, con su consecuente huella de carbono.

Ante la realidad que ofrece este nuevo paradigma a la hora de estimar la contribución de distintos modelos de ganadería al cambio climático, cabe preguntarse cuáles deberían las políticas públicas que guíen la producción y consumo de carne en España, de cara a alcanzar los objetivos de neutralidad climática comprometidos para 2050. Con el fin de plantear propuestas basadas en evidencias científicas, presentamos dos escenarios sobre la producción y consumo de carne de cerdo en España, que sirven para evidenciar su impacto climático. Al analizar ambos, observamos cómo una estrategia combinada de reducción del consumo de carne de cerdo industrial, y sustitución por otra de ganadería extensiva, tiene un mayor potencial de reducción del calentamiento neto.

Conviene por tanto apostar por la ganadería extensiva, evaluar con mucha cautela y poner en cuestión proyectos de abandono de pastos y su sustitución por bosques, ya que esta estrategia no ha demostrado una mayor efectividad mitigadora del cambio climático.

De cara a plantear políticas alimentarias encaminadas hacia la neutralidad climática se deben tener en cuenta por tanto los diferentes modelos ganaderos y su contribución al calentamiento global, así como las limitaciones de los sistemas de estimación actuales de GEI y la ausencia de modelos puros de producción de carne. En relación al impacto climático de la carne en España, también se ha hecho patente que son necesarias estrategias alimentarias que combinen tanto el cambio de modelo productivo, como el cambio en los patrones de consumo. La discusión científica, mediática y social en términos climáticos sobre la carne debería abordar ambas perspectivas.

EN ESTE SENTIDO, **EMITIMOS LAS RECOMENDACIONES** A LAS AUTORIDADES PÚBLICAS:

- Se deben tener en consideración las limitaciones de las metodologías actuales de estimación de GEI de cara a medir los impactos climáticos de la ganadería. Se recomienda implementar sistemas que contabilicen adecuadamente las emisiones derivadas de la actividad ganadera y sus diferentes impactos a nivel climático: tanto los negativos que ahora no se contabilizan (emisiones indirectas no incluidas en inventarios nacionales en el sector ganadería), como positivos (fijación de carbono en tierras de pastos o efecto positivo en el albedo) o neutros (el metano biogénico que no se acumula en la atmósfera o las emisiones naturales de la ganadería).

- De cara a la puesta en marcha de políticas públicas que incentiven la producción de carne, se deben evaluar los impactos climáticos de los diferentes sistemas productivos de carne, desde la ganadería extensiva, pasando por los modelos mixtos, hasta los industriales. Además se deben considerar también el conjunto de impactos medioambientales y sociales, aunque no influyan en la emisión de GEI.

- Se deben evaluar climáticamente todas las políticas públicas que afecten a la producción y consumo de carne, tales como la Política Agraria Común (PAC), la firma de tratados de libre comercio, como el de la UE-MERCOSUR, o las propuestas de reforestaciones en tierras de pastoreo, incluidas en el "Pacto Verde Europeo", teniendo en cuenta el conjunto de emisiones GEI derivados de los patrones de producción y consumo de carne que se promuevan.

- Las políticas públicas sobre la producción y consumo de carne se deben integrar en una perspectiva global sobre el sistema alimentario, que incluya otras estrategias alimentarias beneficiosas para alcanzar los objetivos de la neutralidad climática para 2050, como pueden ser el aumento de la producción agraria y ganadera agroecológica, la promoción de la ganadería extensiva, la reducción de la perdida y del desperdicio alimentario o el impulso de los canales cortos de comercialización.

INTRODUCCIÓN

La aceleración de los impactos sociales y medioambientales del cambio climático han puesto en el foco a la ganadería como una de las principales fuentes de emisión de gases de efecto invernadero a nivel global. La producción y consumo de carne están por tanto en el centro del debate científico, mediático y social en torno a su posible contribución a la crisis climática. En un contexto de polarización discursiva hay visiones muy contrapuestas desde lo urbano y lo rural, o desde concepciones antagónicas, como el *rewilding* o la apuesta por la actividad ganadera como fuente de conservación de los ecosistemas.

En este clima de polarización discursiva climática ante la ganadería, observamos que se obvia una diferenciación fundamental entre modelos de producción de carne y se pierde la perspectiva de conjunto sobre el sistema alimentario. Se soslayan también muchos de los impactos sociales y medioambientales generados por el modelo industrializado de producción de alimentos.

Con este Informe, Amigos de la Tierra, en colaboración con BC3, pretende abordar este debate climático con una mirada que vaya a la raíz de las causas de la emergencia climática. Persigue aportar soluciones en torno a los modelos de producción y consumo de carne, desde la perspectiva de la agroecología y en defensa de la soberanía alimentaria.

Pretendemos abordar el debate climático, aportando una mirada hacia las causas de la emergencia climática y hacia las soluciones del modelo necesario de producción y consumo de carne

CAMBIO CLIMÁTICO Y GASES DE EFECTO INVERNADERO

Se llama cambio climático a la variación global del clima de la Tierra. Se debe tanto a causas naturales como a la acción de la actividad humana (origen antropogénico) y tiene como consecuencias la modificación de todos los parámetros climáticos, a muy diversas escalas de tiempo.

En la actualidad existe un consenso científico en torno a la idea de que nuestro modo de producción y consumo está generando una alteración climática global, que provocará a su vez serios impactos tanto sobre la Tierra y sus ecosistemas como sobre la vida de las personas que la habitan.

Los gases de efecto invernadero (GEI) son gases atmosféricos que absorben y emiten radiación térmica, dentro del fenómeno denominado *efecto invernadero*, que ocasiona un incremento de la temperatura de la superficie terrestre y de la atmósfera. Los principales GEI en la atmósfera terrestre son el vapor de agua, el dióxido de carbono (CO_2), el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O), los gases fluorados y el ozono.

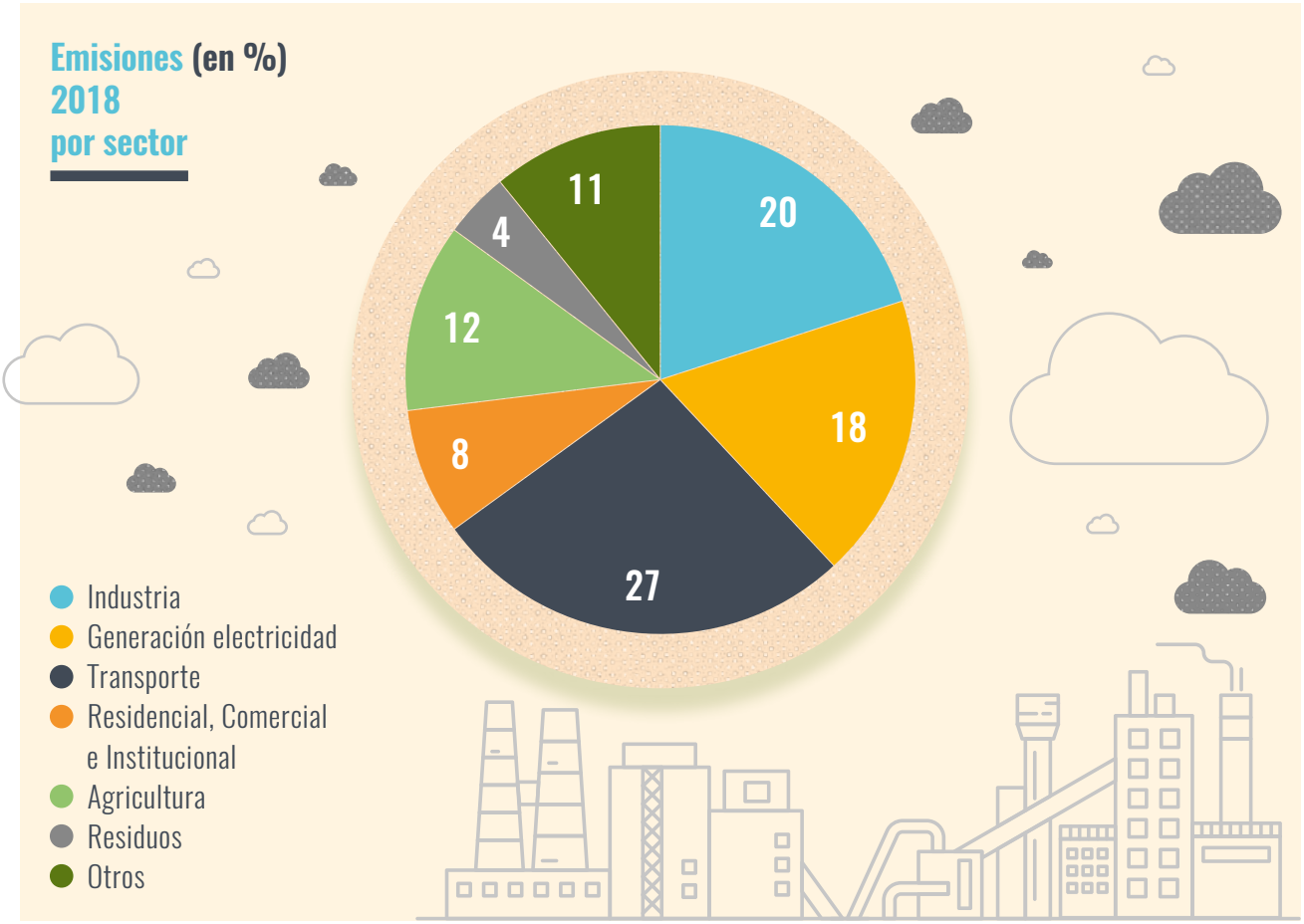


Emisiones GEI procedentes de combustibles fósiles y procesos industriales

El IPCC[1] (Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático) estima que las actividades humanas ya han causado un calentamiento global de aproximadamente 1,0 °C con respecto a los niveles preindustriales y calcula que si continúa aumentando la emisión de GEI al ritmo actual, el calentamiento global llegará a 1,5 °C entre 2030 y 2050. Si este escenario se cumple, tendrá efectos potencialmente dañinos en los ecosistemas, la biodiversidad y para la subsistencia de las personas en el planeta.

En las últimas décadas, las emisiones de CO_2 procedentes de la combustión de combustibles fósiles y de los procesos industriales han generado alrededor de más de tres cuartos del aumento total de emisiones de GEI[2]. Globalmente, las emisiones antropogénicas de CO_2, representaron aproximadamente el 76% de las emisiones antropogénicas totales, mientras que, el 16% de GEI procede del metano, el 6,2% de óxido nitroso, y el 2,0% de gases fluorados.

Las emisiones antropogénicas globales de CO_2 representaron aproximadamente el 76% de las emisiones totales atribuibles a la actividad humana, mientras que el 16% de GEI procede del metano, el 6,2% de óxido nitroso, y el 2,0% de gases fluorados



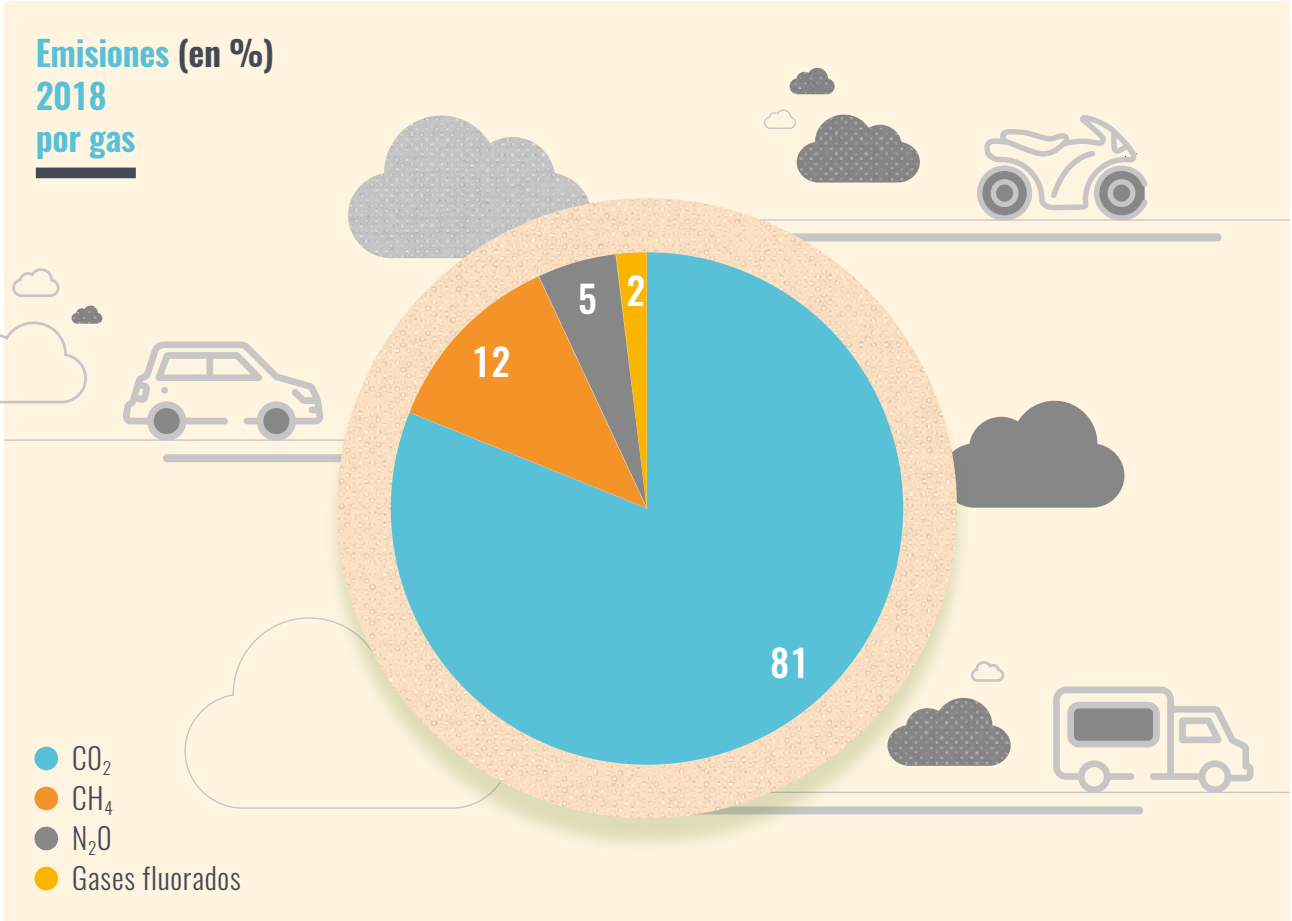


Figura 1: Distribución de emisiones GEI brutas por sector y por gas en España para el año 2018.
Fuente: MITECO. Documento resumen inventarios GEI España[3]

En España[3], la contribución de CO_2 es aún mayor llegando hasta el 81%. Mientras, el metano representa el 12% y el óxido nitroso el 5%. (**Figura 1**)

Para la estimación de los GEI a escala nacional, cada Estado elabora anualmente un Inventario Nacional, que mide las emisiones y absorciones de gases de efecto invernadero, y que permite evaluar el cumplimiento de los compromisos adquiridos bajo la Convención Marco de las Naciones Unidas para el Cambio Climático, a través del Protocolo de Kyoto y el Acuerdo de París. Sin embargo, estos inventarios nacionales fueron ideados para reportar series metodológicamente consistentes de emisiones anuales estimadas de GEI, desde 1990 y por sector, y no para comparar diferentes sectores. Por tanto, usarlos para orientar políticas de crecimiento de una industria a expensas de otra (aumentar monogástricos a costa de reducir rumiantes) es problemático, como veremos en los siguientes apartados de este Informe.

LA EMISIÓN GEI DE LA GANADERÍA

La ganadería acarrea en los últimos años el estigma sobre su impacto en el cambio climático antropogénico, en particular tras la publicación de dos informes, en 2006[4] y 2013[5], por parte de la FAO. Las acusaciones climáticas, tanto en algunos trabajos científicos[6] como en la prensa, suelen estar centradas además en la emisión de metano por la fermentación de la celulosa que consumen los animales y por el cambio de uso del suelo. Ambos factores se asocian en estas narrativas principalmente a la ganadería extensiva.

Para realizar una estimación útil para decidir futuras políticas y medidas de mitigación efectivas, se deben tener en consideración tanto las emisiones dentro de la granja como también las que se generan para fabricar, procesar y transportar sus insumos.

Así, en este cómputo global se estima que la ganadería contribuye alrededor del 14.5% de la total de generación de gases de efecto invernadero (GEI) de origen humano[5] a nivel mundial.

La mayor parte de las emisiones de la ganadería son en forma de metano (CH_4, un 49%). Las otras formas importantes de GEI son óxido nitroso (N_2O, un 24%) y dióxido de carbono (CO_2, un 27%)[3]. Las emisiones de la producción, procesamiento y el transporte de piensos representa aproximadamente el 43% de las emisiones del sector. Las emisiones por fermentación entérica están a la par también con alrededor del 43%. El N_2O y el metano de la gestión de deyecciones animales (p. ej estiércoles o purines) representa alrededor del 9 % de las emisiones GEI del sector.

La emisión de metano, que constituye el grueso de las emisiones directas de GEIs por parte de la ganadería, se asocia mayoritariamente a sistemas extensivos y mixtos de rumiantes, pues esos sistemas aprovechan recursos forrajeros de calidad muy pobre, ya sean pastos o residuos de cultivos[7]. La ganadería más intensiva e industrial suele usar animales monogástricos (cerdos y pollos) que son más eficientes convirtiendo pienso de alta calidad en proteína animal; en la huella correspondiente a piensos, por lo tanto, este sector tiene más peso. (**Figura 2**)

Las emisiones de la ganadería en los inventarios nacionales GEI en la UE representan sólo un 67% de los valores totales. El resto de las emisiones de la cadena de producción ganadera estarían reflejadas en inventarios nacionales de países no EU

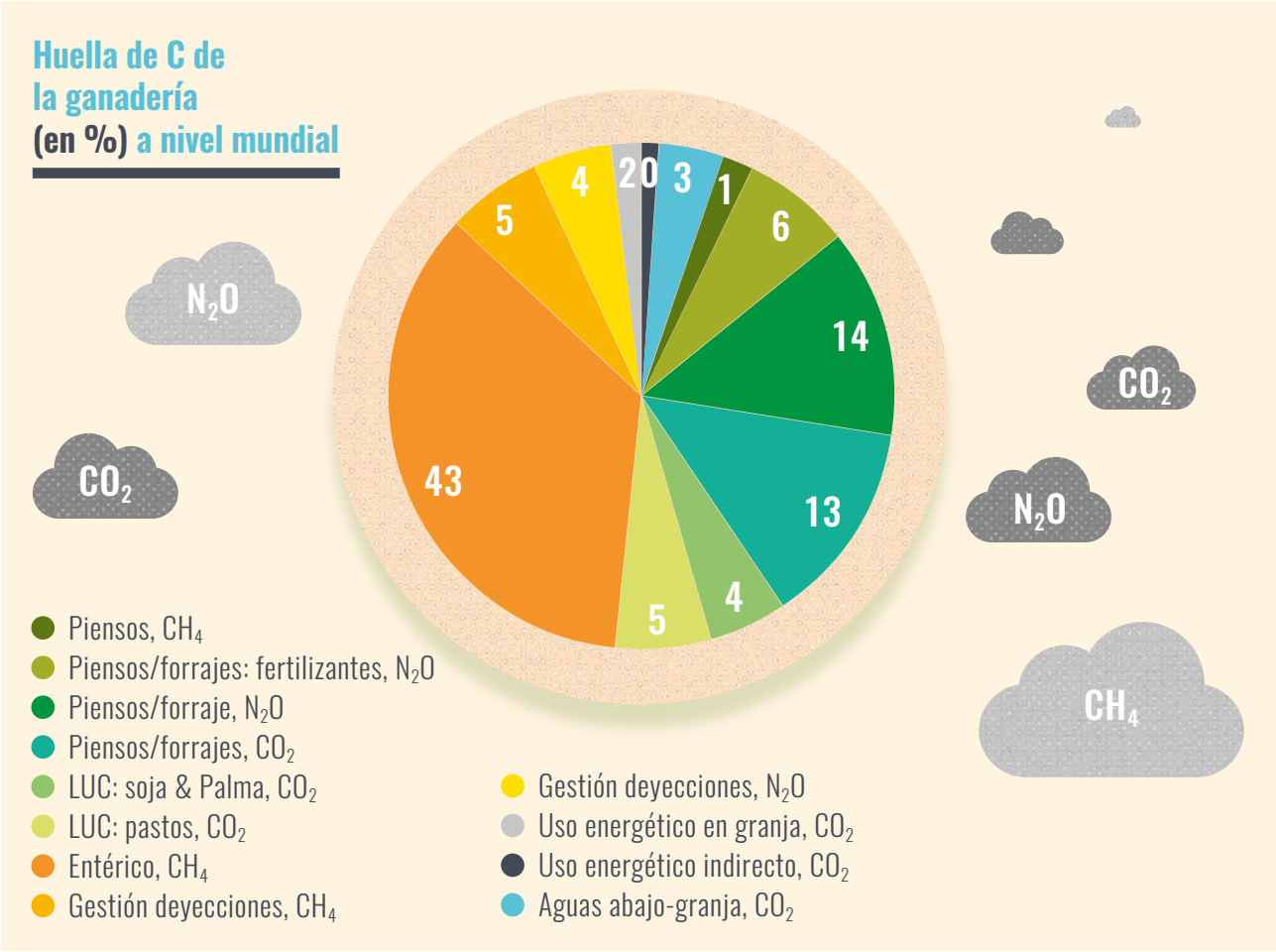


Figura 2: Gráfica Huella de carbono de la ganadería a nivel mundial.
Fuente: FAO 2013[5]

A nivel europeo (EU-27), la contribución en forma de CO_2 al impacto climático de la ganadería se estima[8] que es un 27% si se excluyen las emisiones de CO_2 por los cambios en usos de la tierra, y entre 23% y un 47%, si se incluyen esos impactos por cambios en usos de la tierra. No obstante, las emisiones de la ganadería presentadas en los inventarios nacionales de GEI bajo el sector agrícola en el EU-27, dentro de la categoría de ganadería, representan aproximadamente sólo un 49% de los valores totales, y un 67% si incluimos parte de las emisiones de la fabricación, proceso y transporte de insumos. El resto de las emisiones embebidas en la cadena de producción ganadera estarían reflejadas en inventarios nacionales pertenecientes a países que no forman parte de la EU[8]. (**Figura 3**)

En el caso de España, como en la EU27, es importante recalcar que las emisiones contabilizadas a nivel de inventarios nacionales de GEI en el sector agrícola, dentro de la categoría de ganadería, tal como recomienda el IPCC, sólo incluyen algunas de las emisiones directas en granja, principalmente por CH_4 de fermentación (entérica + gestión de estiércoles y purines) y N_2O de almacenaje de estiércoles y purines. El N_2O proveniente de las deyecciones de animales pastoreados, o por la aplicación de estiércoles/purines en suelos, se contabiliza a nivel de suelos agrícolas dentro de dicho sector.

De forma similar ocurre con las emisiones producidas por el cultivo de las materias primas de los piensos (como el maíz y la soja transgénica) y forrajes comprados. Se contabilizan en los sue-

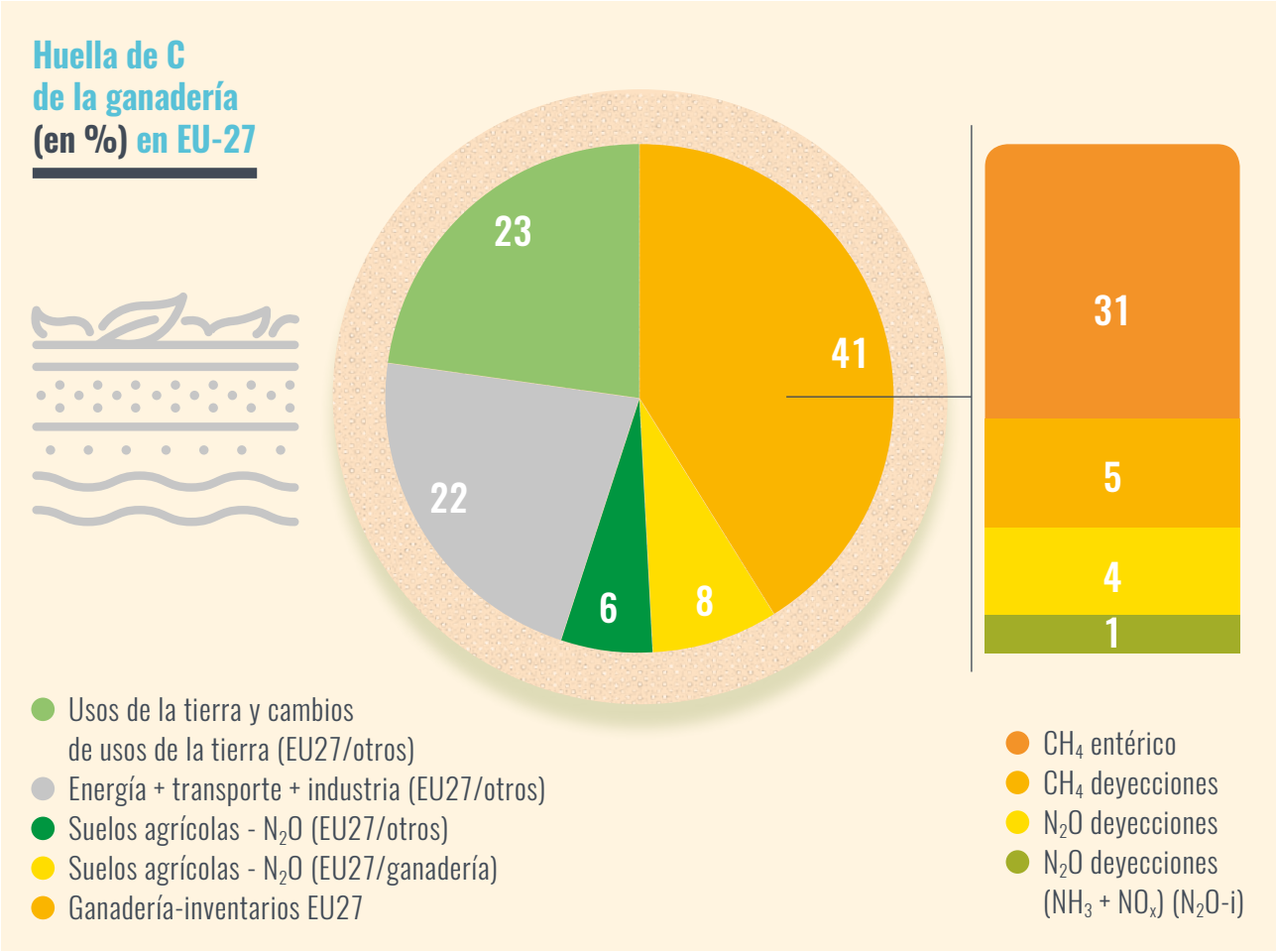


Figura 3: Gráfica Huella de carbono de la ganadería EU-27 2004.
Fuente: Weiss & Leip 2012[8]

los agrícolas del país donde se hayan producido, pudiendo en parte haberse producido en España o no. Igualmente, las emisiones producidas por el uso energético en granja aparecerán en la contabilidad del sector energía y las referentes al transporte o uso energético en otros países, que aparecerá en inventarios de esos terceros países.

Del total de la huella de carbono (C) estimado por la producción ganadera en España en 2004[8] (último año del que tenemos datos desagregados), sólo un 33% de las emisiones habría estado reflejado en la sección de inventarios dentro de la categoría de ganadería. Un 8% estaría reflejado a nivel de suelos agrícolas en España y el resto, que es un 59%, estaría reflejado en parte en inventarios de España y en parte, en inventarios de otros paí-

Del total de la huella de carbono estimada por la producción ganadera en España, sólo un 33% de las emisiones figura en los inventarios atribuidas a la ganadería

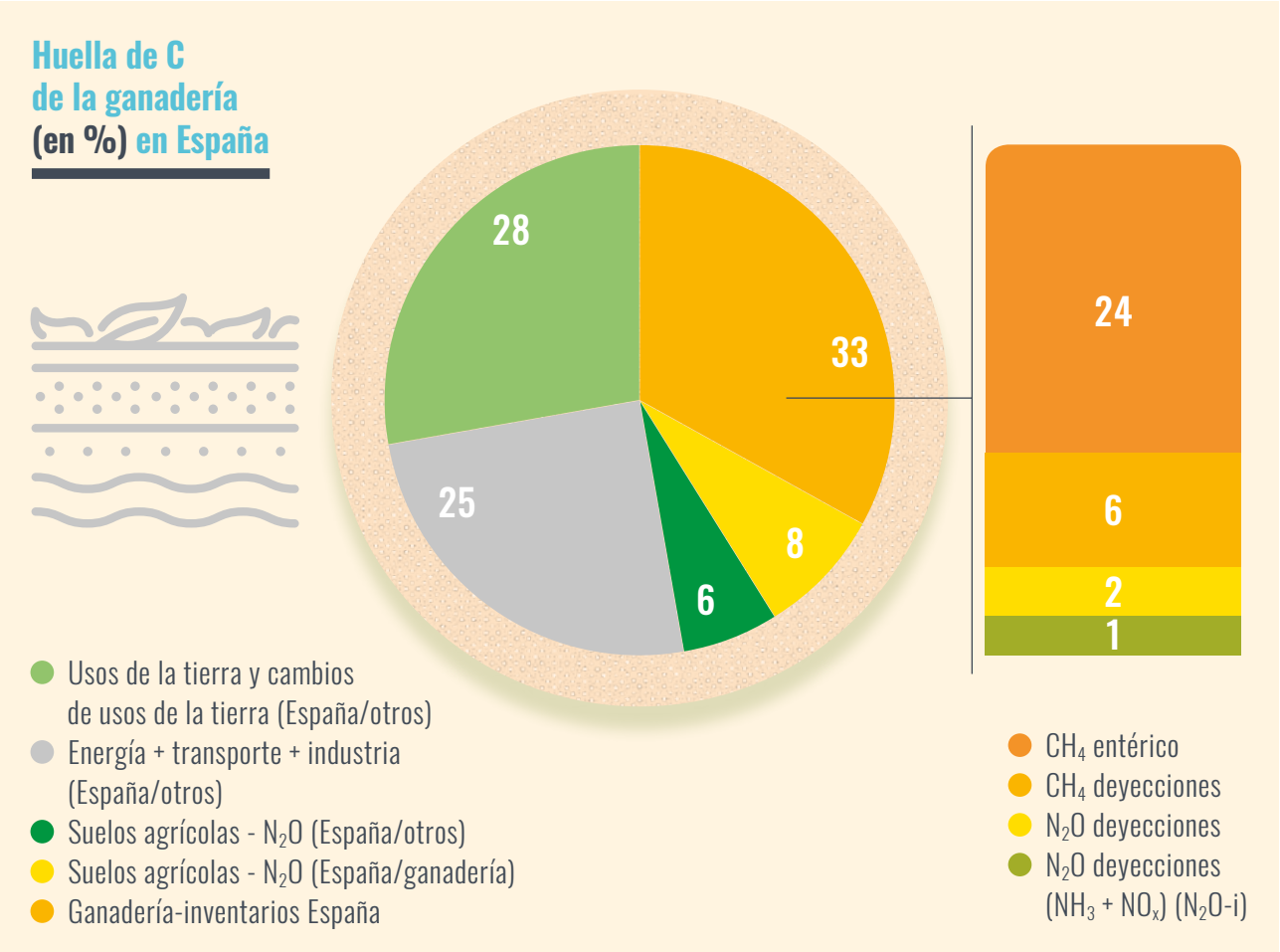


Figura 4: Gráfica Huella de carbono de la ganadería en España 2004.
Fuente: Weiss & Leip 2012[8]

ses, dentro del sector agrícola (categoría de suelos agrícolas), energía, transporte, industria y usos de la tierra y cambios de uso de la tierra. (**Figura 4**)

Resulta significativo destacar que más del 50% de la huella de C de la ganadería en España se asigna a emisiones de CO_2, bien por uso energético en la propia explotación ganadera, bien por la energía necesaria para producir o transportar insumos (piensos, forrajes comprados, fertilizantes) y cambios de usos de la tierra.

Como vemos, con la metodología actual de inventarios nacionales, sólo un 33% de las emisiones GEI habrían estado reflejadas en la categoría de ganadería, con el consiguiente sesgo que veremos más adelante que genera, en cuanto a las atribuciones de los impactos climáticos de los distintos modelos ganaderos.

Más del 50% de la huella de C de la ganadería en España se asigna a emisiones de CO_2, por consumo energético, insumos y cambio de usos de la tierra

MODELOS GANADEROS MIXTOS Y LIMITACIONES DEL SISTEMA DE MEDICIÓN ACTUAL DE GEI

A la hora de evaluar los diferentes sistemas productivos y su contribución al cambio climático hay que tener en cuenta dos cuestiones: la dificultad de encontrar modelos de producción puros y las limitaciones de los sistemas de medición actuales de GEI.

Por una parte, en España existen pocos sistemas casi totalmente extensivos, como sí se pueden seguir encontrando en países del Sur Global. Se pueden citar dos ejemplos paradigmáticos. Destaca el sistema de cerdo ibérico en extensivo o montanera, que se aproxima más a los sistemas trashumantes de rumiantes, pero que aun así tiene insumos externos. Otro caso sería el del sector lechero en la España verde, categorizado como un modelo que precisa de más insumos de forraje y piensos que el de producción exclusiva de carne, y que por tanto tiene una mayor huella de CO_2 fósil. Sin embargo, este sector lechero tiene un fuerte porcentaje de autoabastecimiento desde prados de siega en fincas propias o cercanas (superior al 50%), con lo que podría considerarse como una ganadería con poco pastoreo, pero ligada al territorio, que resulta un mejor desempeño ambiental.

Por otro lado, el sistema de medición de GEI de los inventarios nacionales presenta varias limitaciones que dificultan una estimación real de la contribución de la ganadería al cambio climático y un análisis pormenorizado, según modelos productivos. Generalmente las contabilidades que se publican muestran, sin género de duda, mediciones GEI muy negativas para el sector extensivo.



Modelos ganaderos mixtos ligados al territorio

Sin embargo, hay una serie de déficits metodológicos que no se tienen en cuenta, y que son especialmente relevantes.

LIMITACIÓN 1:

Medición de emisiones directas y totales de la Ganadería

Las emisiones que se recogen en los inventarios nacionales de gases de efecto invernadero, por convención, recogen las emisiones directas derivadas de la actividad productiva en un país. Esta aproximación contrasta con otro modelo alternativo, en el que la contabilidad recaería en las emisiones asociadas al consumo determinado en un país y no a su producción.

En el sector agrícola, tal como viene recogido en los inventarios actuales y como hemos mencionado anteriormente, la categoría de ganadería sólo incluye parte de las emisiones que se dan en las explotaciones. Concretamente las emisiones de metano entérico y las emisiones de metano y óxido nitroso provenientes de la gestión de deyecciones en la granja, antes de ser utilizadas en las tierras. La huella de C de los sistemas productivos más extensivos está asociada a una mayor proporción de emisiones directas de metano, siendo en algunos casos de más del 80% de la huella total, en contraste con la media de la ganadería, que es de aproximadamente un 49%[5].

Además si se hace uso de los inventarios nacionales como única herramienta de seguimiento de emisiones provenientes del sector ganadero, estariamos contabilizando únicamente un 33% de las emisiones GEI potencialmente atribuibles a la ganadería.

LIMITACIÓN 2:

Óxido Nitroso sobrestimado

Las emisiones de óxido nitroso del pastoreo son mucho menores que lo que se venía contabilizando, según el último refinamiento de las guías para inventarios nacionales del IPCC[9]. Las anteriores guías habían recogido la ciencia existente en la década de los 90 y principios de los años 2000, donde gran parte de los experimentos en los que se basaban, se habían desarrollado en sistemas intensivos de zonas húmedas (por ejemplo, Países Bajos, Reino Unido, Nueva Zelanda).

Hay que considerar la dificultad de encontrar modelos de producción puros. En España existen pocos sistemas totalmente extensivos como en países del Sur Global

Las guías actualizadas reducen en mucho menos de la mitad la proporción de nitrógeno que se emite como óxido nitroso durante el pastoreo, a través de las excretas animales y justo la mitad para las aplicaciones de estiércoles y purines a las tierras. Para hacernos una idea de la magnitud del cambio, si corrigiéramos la huella de C mundial de la ganadería de vacuno estimado por FAO[5], aplicando el nuevo factor de emisión del pastoreo sólo para el óxido nitroso, reduciríamos aproximadamente un 16% de la huella de los sistemas basados en tierras de pastoreo y un 7 % si contabilizamos todos los sistemas de vacuno. (**Figura 5**)

Además, estas mismas guías del IPCC[9] señalan, aunque no desarrollen una metodología concreta, que las emisiones de N_2O aumentan de forma exponencial (y no lineal) con la concentración de ganado o las dosis de fertilizante, así que son mayores de lo que se ha venido inventariando en ganadería industrial, y menores en ganade-

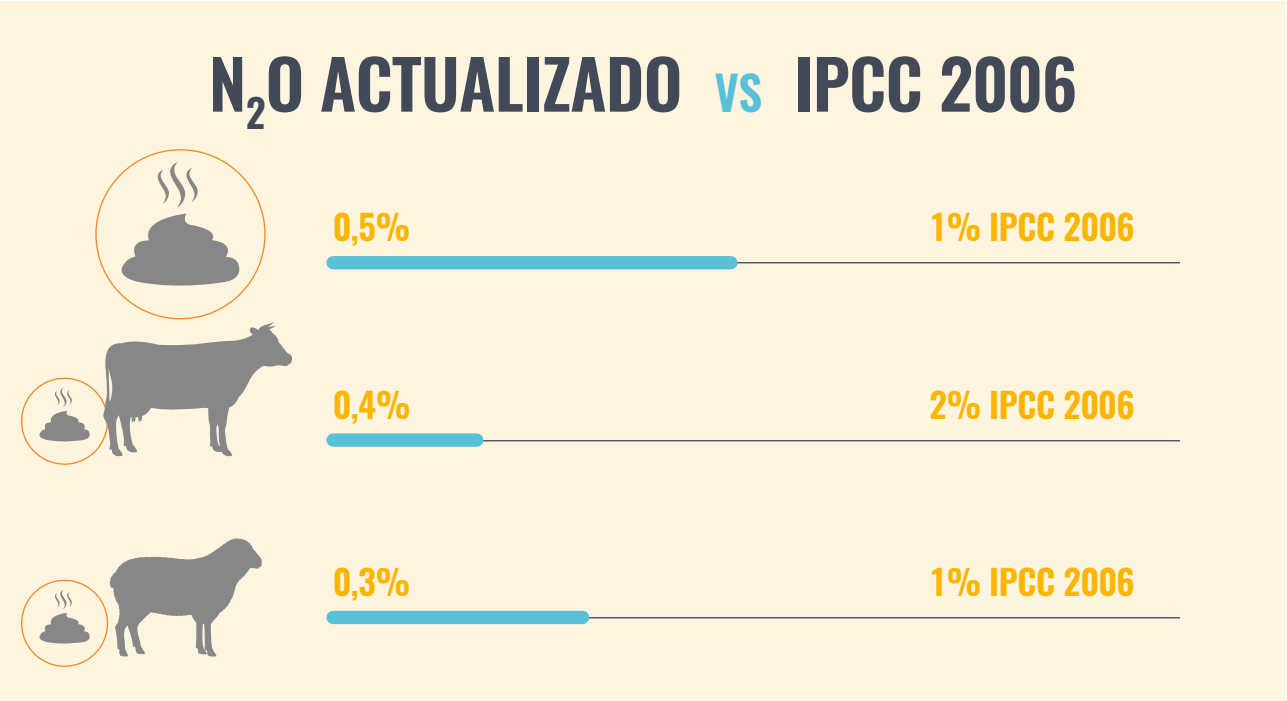


Figura 5: Actualización de índices de N_2O.
Fuente: IPCC, 2019[9] (Basado en ilustración @Grigorenkomedia)

ría extensiva. En ecológico dependerá del tipo de explotación, aunque sus estándares de bienestar animal (en semi-confinamiento de cerdos, por ejemplo) rebajan la concentración de animales y se traducen, por tanto, en menor emisión de N_2O.

LIMITACIÓN 3:

Diferencias en ciclo de vida entre diferentes GEI (CH_4 vs. CO_2)

La equivalencia entre emisiones por distintos GEI suele hacerse con un escenario a 100 años. Sin embargo, el CH_4 permanece en la atmósfera sólo doce años de media. Así, una reducción o estabilización de tasas de emisión de gas metano en el tiempo no resulta en acumulación de CH_4 en la atmósfera, a diferencia del CO_2 que permanece del orden de cientos de años[10]. Además, el CH_4 emitido por la ganadería es parte del ciclo del carbono en la biosfera y no representa una fuente adicional de C en la atmósfera, a diferencia de las fugas de CH_4 de la industria petrolera o el CO_2 derivado de la quema de petróleo, que son carbono añadido al sistema y, por tanto, causantes de cambio climático a largo plazo.

Para poder llevar una comparación entre los distintos GEI existe un marco alternativo (Global Warming Potential - GWP*), donde se evalúa una trayectoria temporal, la variación de las emisiones en el tiempo y se contabiliza cuánto calentamiento corresponde a cada uno de los tipos de gases, dependiendo de la duración de su vida en la atmósfera. (**Figura 6**)

LIMITACIÓN 4:

Medición de emisiones por kg de producto

Conceptualmente, cuando los sistemas ganaderos se intensifican, estos son capaces de producir mayores rendimientos por hectárea[12]. Esta intensificación va acompañada de un menor vínculo con

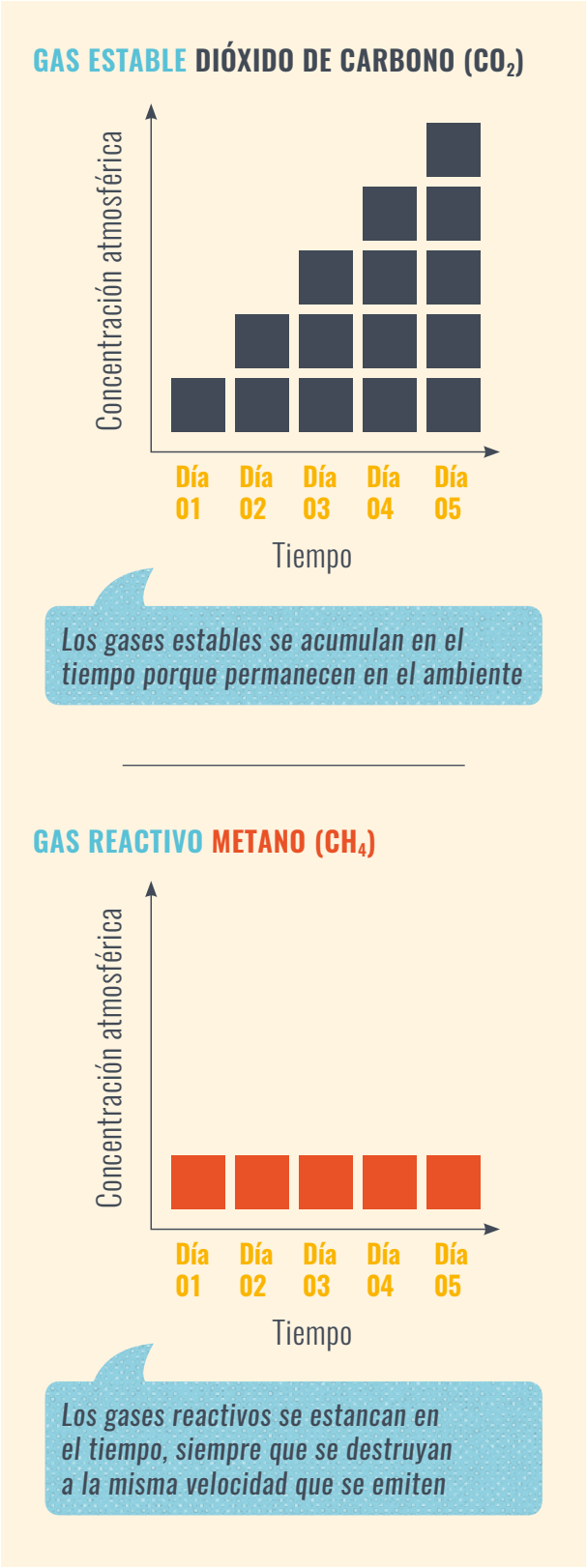


Figura 6: Comparativa del comportamiento del CH_4 y CO_2 en la atmósfera.
Fuente: Basado en la conceptualización de F. Mitloehner en base al estudio de Allen et al. 2018[11]

el territorio, lo que supone una mayor compra de alimentos para los animales (piensos y forrajes), y consecuentemente, la producción de una mayor cantidad de purines o estiércoles por unidad de superficie. El exceso de purines o estiércoles dará lugar a grandes cantidades de contaminantes de nitrógeno y fósforo. (**Figura 7**)

El aumento de la producción de leche y/o carne hasta cotas donde es necesario comprar mucho pienso para sostenerla incrementa la cantidad total de nutrientes en el sistema. Estos nutrientes no salen en forma de productos lácteos y de carne, sino que parte, se acumula en impactos medioambientales asociados a los purines (pérdida de calidad de aguas y acuíferos, y emisiones de amoniaco). (**Figura 8**)

La métrica de emisiones por kilogramo de producto (leche o carne) no refleja estos impactos medioambientales derivados de la intensificación de la producción. Cuando se utiliza esta medición para comparar sistemas productivos, se beneficia a los modelos intensivos o industriales, frente a los extensivos, pese a que los impactos medioambientales y las emisiones de GEI totales son mayores.

Cuando se utiliza la métrica de emisiones por kg de producto se beneficia a los modelos industriales, pese a tener unos mayores impactos medioambientales y de emisiones de GEI totales, derivados de la intensificación de la producción

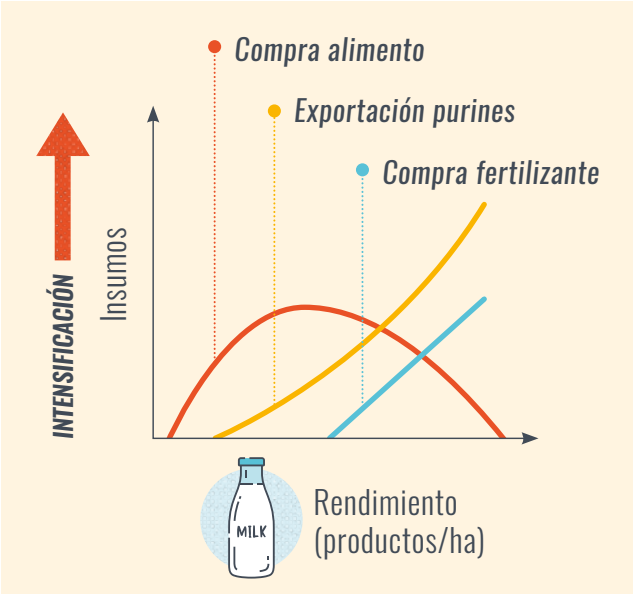


Figura 7: Intensificación de insumos frente al rendimiento.
Fuente: Oenema *et al.* 2014[12]

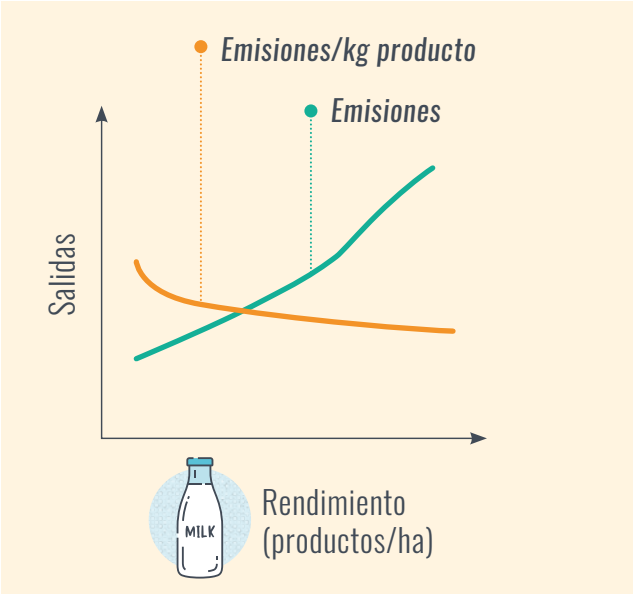


Figura 8: Diferencias en el cálculo de emisiones GEI según la métrica de medición.

LIMITACIÓN 5:

Escenarios de emisiones de metano

Ningún estudio de análisis de ciclo de vida ha tenido en cuenta niveles de base respecto a un escenario naturalizado. Por lo tanto, resulta muy dudoso que las altas emisiones equivalentes de ganadería extensiva puedan considerarse antropogénicas. Si se abandonan los paisajes pastados, sus recursos forrajeros (principalmente hierba) siguen existiendo. Tales paisajes, por lo tanto, serán colonizados por rumiantes silvestres y otros emisores de metano, como las termitas. También emitirán metano a través de incendios que quemen dicha biomasa[13].

Resulta difícil calcular cuánto representan estas emisiones, pero se pueden tomar dos datos: uno, que las emisiones de metano por herbívoros silvestres a final del pleistoceno eran equivalentes a las de la ganadería al comienzo de la revolución industrial[15]; y dos, que las mismas emisiones podrían estar en el mismo orden de las emisiones de metano actuales para sistemas ganaderos extensivos y mixtos[7]. (**Figura 9**)

La ganadería industrial, por el contrario, sí causa un aumento neto de CH_4 en el sistema, aunque su eficiencia en la producción hace que esa emisión sea mucho más baja de lo que en algunas estimaciones se le ha atribuido[16]. En comparación con la ganadería extensiva, sus emisiones equivalentes sí puedan considerarse en su totalidad atribuibles a la actividad humana.

LIMITACIÓN 6:

Escenarios de extensión de ecosistemas pastados

A la ganadería extensiva se la ha venido considerando como un importante agente de deforestación, y así se ha factorizado en algunos modelos de emisión de GEI. Sin embargo, estas consideraciones ignoran de manera sistemática la extensión natural de los ecosistemas modelados por los herbívoros y el fuego, denominados "sabanas" en zonas tropicales, pero que también han tenido su equivalente en latitudes templadas y frías durante el Cuaternario.



Figura 9: Escenarios de emisiones de metano.
Fuente: Manzano & White. Figura traducida del original en inglés. © Inter Research, 2019[14]

A partir de la extinción de los grandes megaherbívoros al final del Pleistoceno, dichos paisajes se conservan abiertos principalmente por la mano humana, a través del fuego o de la ganadería, lo que conserva multitud de especies animales y vegetales adaptadas a los espacios abiertos. Estos espacios ocupan una superficie mucho más amplia de la que podemos imaginar, aproximadamente un 50% de la superficie continental[17]. (**Figura 10**)

Sin embargo, a partir del siglo XVIII y con el comienzo del estudio científico de la vegetación, se empieza a introducir un sesgo en favor de los paisajes forestales[18] que aún nos predispone contra los paisajes pastados.

Además, los pastizales no sólo son capaces de almacenar cantidades similares de carbono en suelo que los bosques, sino que también es una retención más estable, por estar menos afectada por fuegos[19]. Frente a todo lo reseñado, están apareciendo llamamientos a reforestaciones masivas, por ejemplo, desde el Foro Económico Mundial[20] (1 billón de árboles) o el Pacto Verde Europeo[21] (3000 millones), en detrimento de los pastizales.

Es cuestionable que las altas emisiones atribuidas a la ganadería extensiva puedan considerarse antropogénicas

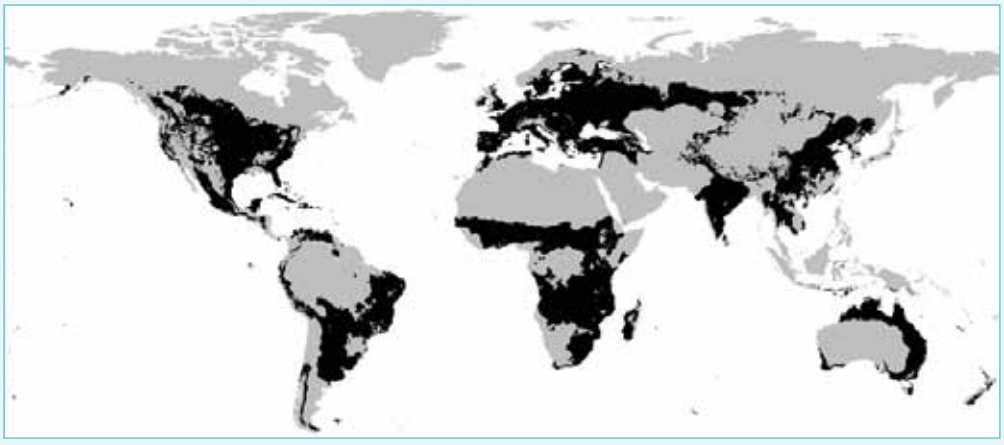
Pese a estas dificultades a la hora de establecer modelos productivos puros y a las limitaciones metodológicas detectadas en los sistemas de estimación de GEI actuales (debido a que los inventarios nacionales no tienen como objetivo identificar la contribución total de la ganadería al cambio climático, ni tampoco son un instrumento para el análisis pormenorizado según modelos productivos), podemos llegar a unas conclusiones preliminares sobre las diferencias entre diferentes modelos de ganadería y su contribución al cambio climático.

- Observamos que las emisiones de metano, que son la mayor parte de la "tarta" climática de la ganadería, son mucho mayores en la ganadería extensiva (sea ecológica o no) que en otros modelos productivos, porque dependen de una gran proporción de ingesta de hierba (que contiene una alta proporción de celulosa). Esto es así porque el metano principalmente lo originan las bacterias intestinales que fermentan la celulosa y producen azúcares y proteínas que son digeribles por los herbívoros. Pero estas emisiones no pueden ser consideradas antropogénicas en su totalidad, pues como hemos visto los pastos abandonados emitirían cantidades similares.

- Por el mismo motivo también resulta relevante distinguir entre animales rumiantes (vacas, ovejas, cabras) o monogástricos (cerdos, pollos). Estos últimos, al no rumiar, no pueden digerir grandes cantidades de celulosa y necesitan una alimentación más rica en proteínas, lo que suele implicar más proporción de piensos cultivados.

- La consideración de producción ecológica o convencional sería un factor no significativo de cara al cambio climático, pues el grado de extensividad y el origen de los piensos es mucho más relevante para la huella climática. Sin embargo, el mayor bienestar animal que exige la normativa en ecológico puede ayudar a reducir la huella de N_2O, al reducir su concentración en animales en producción confinada.

- En resumen, las limitaciones observadas en las metodologías de estimación de GEI actuales conducen a una sobreestimación de las emisiones en el sector de la ganadería extensiva frente a la industrial, a lo que cabría añadir que la ganadería extensiva se considera agente beneficioso en términos climáticos. (**Figura 11**)



● "Sabanas" en sentido amplio, con una parte muy importante de pastizal mantenido por herbívoros y/o fuego

Figura 10: Mapa de zonas del mundo clasificadas según los biomas de Whittaker como ecosistemas abiertos, con cantidad variable de plantas herbáceas y leñosas. Reproducido con permiso de Bond 2005[17]

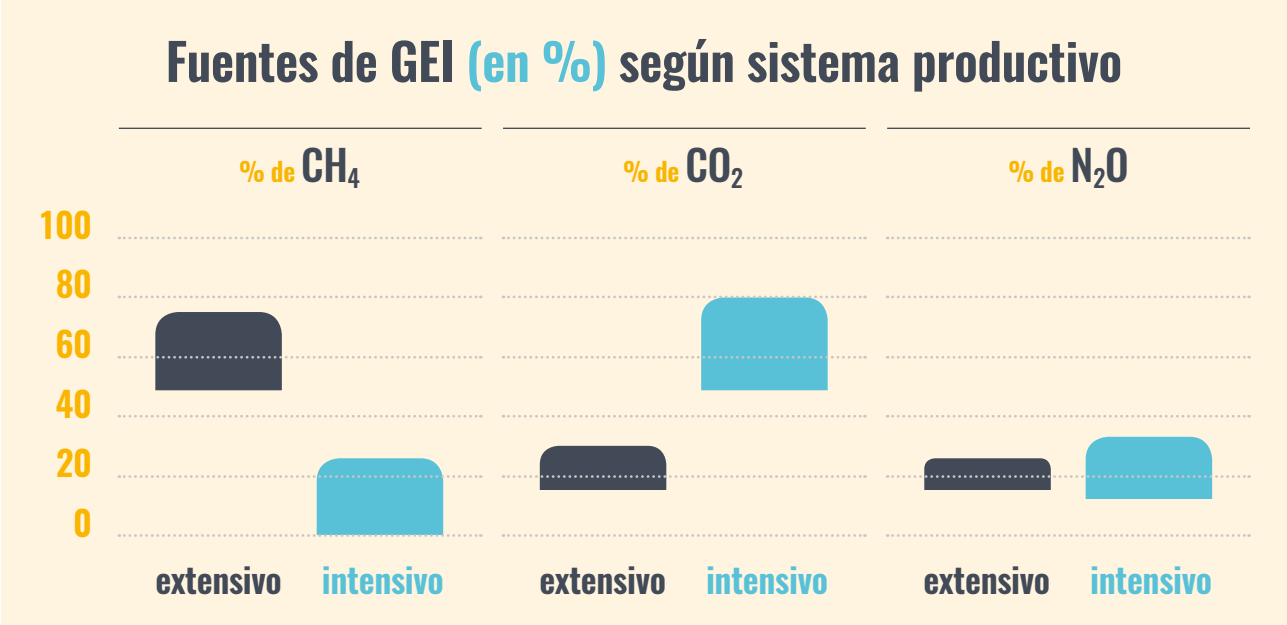


Figura 11: Fuentes de GEI (en %) según sistemas productivos.
Fuentes: Estudios diversos de Análisis de Ciclo de Vida en España[22 - 30]

CAMBIO DE PARADIGMA EN LA CONCEPTUALIZACIÓN DE LA GANADERÍA Y EL CAMBIO CLIMÁTICO

De cara a conceptualizar la contribución de la ganadería al cambio climático, a diferencia de la forma en que se evalúa en la actualidad, planteamos un cambio de paradigma que tenga en consideración dos elementos fundamentales: estimar la cantidad de carbono fósil que se incorpora a la atmósfera por el conjunto de la actividad ganadera y evaluar los impactos climáticos de las distintas especies ganaderas y de los diferentes modelos productivos.

Estimar el uso de combustible fósil de la explotación ganadera, principal fuente de emisión de GEI a nivel global, y separar entre producción industrial y extensiva, es un baremo climático más acertado que basarse únicamente en la estimación de los inventarios nacionales actuales.

También se debe tener en cuenta que los sistemas de rumiantes de carne (vaca, oveja, cabra) tienen menor intensificación en España que los monogástricos (pollo, cerdo), aunque sean explotaciones estantes que no lleguen al extremo de sostenibilidad de los trashumantes[31]. Incluso los sistemas de rumiantes considerados intensificados, pero que hacen un uso eficiente de recursos ligados al territorio (residuos de cultivos, prados de siega) ofrecen una sostenibilidad mucho mayor que los sistemas industrializados. La carne de rumiante, en general, tendrá mucho menos impacto climático que la de monogástrico, por el mayor uso que hace de la hierba y de los recursos pastables no cultivados (con la excepción del cerdo en pastoreo).

Además se debe tener en consideración a los sistemas ganaderos mixtos, que consumen mucha hierba de producción ligada al territorio y que pueden ser climáticamente sostenibles. La ganadería de producción ecológica será también climáticamente beneficiosa si hace uso de recursos ligados asimismo al territorio.

Hay que incorporar también la cuestión fundamental del secuestro de carbono en tierras pastoreadas. La ganadería extensiva no sólo es fuente de emisión de GEI, sino que gracias a su actividad contribuye a que los pastos y praderas permanentes absorban carbono, cuestión que generalmente no se contempla. Se ha visto que las ganaderías más extensivas pueden fijar carbono en suelo (aunque no de forma ilimitada) y así compensar parte de las emisiones GEI[22]. Estimando de esta forma, sí que hay una fijación neta muy importante desde el punto de vista de la lucha climática.

En los principales estudios publicados en España de huella de carbono, que incluyen el potencial de secuestro de C en suelo[22-24, 26], se observa que el

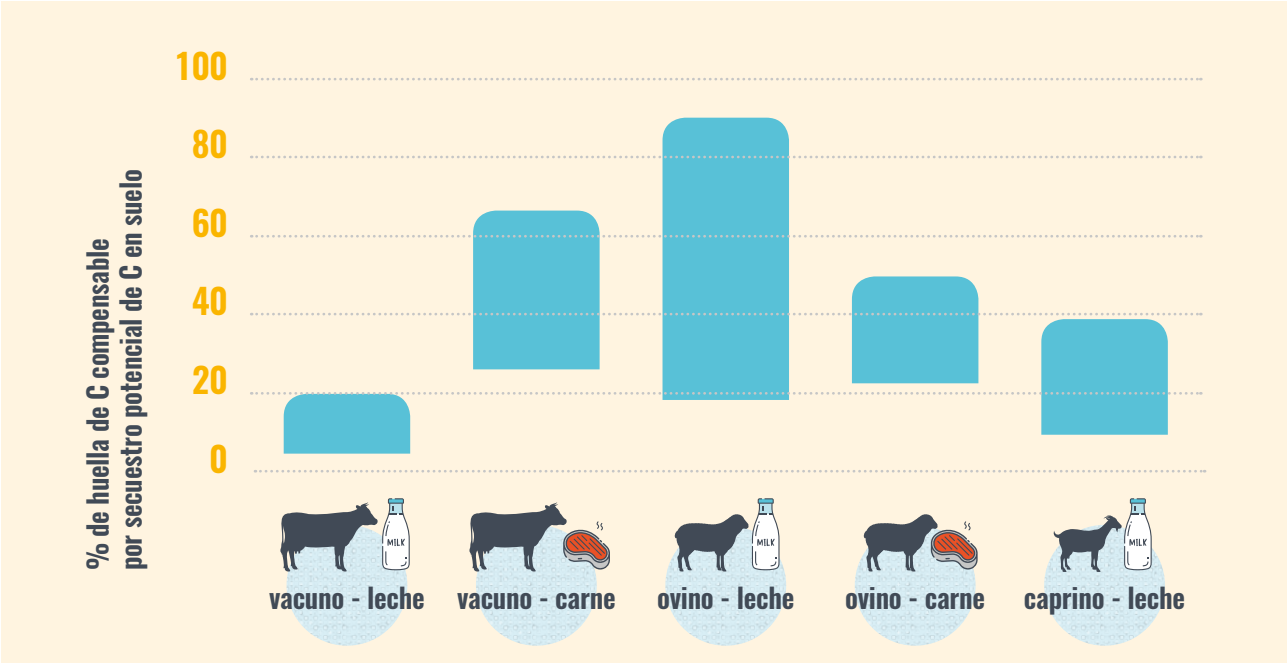


Figura 12: % estimado de la huella de C que podría ser compensado por secuestro de C para diferentes sistemas productivos ligados al territorio en España[22-24, 26]

potencial de compensación de parte de las huellas de C es bastante variable y que en algunos casos podría ser muy importante para la ganadería ligada al territorio. Desde el vacuno de leche en la España verde, que con sus pastos podría llegar a compensar hasta un 20% de la huella, hasta el ovino de leche, más en extensivo, con una capacidad de compensar C de hasta casi un 90%. (**Figura 12**)

Frente a estos modelos, los sistemas de ganadería intensiva o industrial se fundamentan en la importación de piensos (maíz, soja), que han requerido la conversión de suelos naturales, sean pastizales o bosques, en suelos agrícolas con poco contenido en carbono. España importa grandes cantidades de maíz (6.3 Mt/año en campaña 2018/2019), con el consiguiente uso energético y emisiones de óxido nitroso por fertilización. Las emisiones debidas a los usos de la tierra y cambios de usos de la tierra representan más de ¼ del total de la huella de C de la ganadería en España. Gran parte de esa huella se contabiliza a través de la huella asociada a la importación de grandes cantidades de haba y harina de soja (5.5 Mt/Año en campaña 2015/2016), la cual proviene en general de Suramérica, y donde se asume que gran parte de estos cultivos se han implantado a través de deforestación en zonas de bosque tropical.

MENOS CARNE, MEJOR CARNE

IMPACTOS CLIMÁTICOS DE LA REDUCCIÓN EN LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE CARNE DE CERDO INDUSTRIAL EN ESPAÑA

Ante la realidad que ofrece este nuevo paradigma a la hora de estimar la contribución de distintos modelos de ganadería al cambio climático, cabe preguntarse cuáles deberían ser entonces las políticas públicas que guíen la producción y consumo de carne en España, de cara a alcanzar los objetivos de neutralidad climática comprometidos para 2050.

Con el fin de plantear propuestas basadas en evidencias científicas, vamos a presentar dos escenarios sobre la producción y consumo de carne de cerdo en España, que pueden servirnos para evidenciar su impacto climático.

Nos planteamos los siguientes escenarios para medir sus potenciales impactos climáticos:

1. Efecto en el clima en 2040 de una reducción del consumo del 50% de carne de cerdo industrial.

2. Efecto en el clima en 2040 de una reducción del consumo del 50% de carne de cerdo industrial y sustitución del 50% de la cantidad restante por carne procedente de ganadería extensiva, para reducir aún más el consumo de carne industrial de cerdo.

Antes de pasar a medir los impactos climáticos de ambos escenarios, veamos cuál es la caracterización de la producción y de consumo en relación a la carne de cerdo en España.

En nuestro país, la industria porcina representa el 37% del total de la producción ganadera y el 14% del total de la producción agrícola. En 2018 España era el cuarto exportador mundial de carne de cerdo y tenía el mayor censo de cerdos de la Unión Europea (UE). En 2019 la industria porcina sacrificó cerca de 53 millones de cerdos, en un país con 47 millones de habitantes.

La producción de cerdo industrial se caracteriza por una producción con engordes rápidos, en grandes granjas, donde los animales están estabulados con una alta densidad y donde no hay una base territorial, ni alimentación producida en granja, lo que genera dos importantes problemáticas: un gran consumo de piensos (soja y maíz importado) y una de gestión de purines con graves impactos medioambientales.



Cría de cerdo industrial



Cría de cerdo en extensivo o montanera

Por el contrario, la cría de cerdo en extensivo es el caso extremo contrario. Se cría cerdo ibérico mediante engorde tradicional, en dehesas de alcornoques y encinas, siendo su fruto, la bellota, el alimento fundamental antes del sacrificio. Aunque este sistema también requiere alimentación a base de piensos, en proporción y en cantidad, éstos son muchos menores que en producciones industriales. En la montanera, en oposición al sistema industrial de producción, el cerdo ibérico vive en libertad en este espacio y permanece en movimiento, lo que está en la base de la calidad de sus carnes. De hecho, durante la montanera cada cerdo requiere de aproximadamente de una hectárea de dehesa.

En España el consumo de carne por habitante al año se sitúa alrededor de en 52,3 kg[32], 46,2 kg en el hogar y 6,1 kg fuera del hogar. En el caso del consumo de carne de cerdo equivale a una media de 25 kg por persona al año aproximadamente, si incluimos el consumo fuera del hogar.

Como se observa en la comparativa sobre huellas de carbono de ambos modelos, el cerdo en extensivo tiene una menor huella de C que el cerdo industrial, principalmente por sus menores emisiones

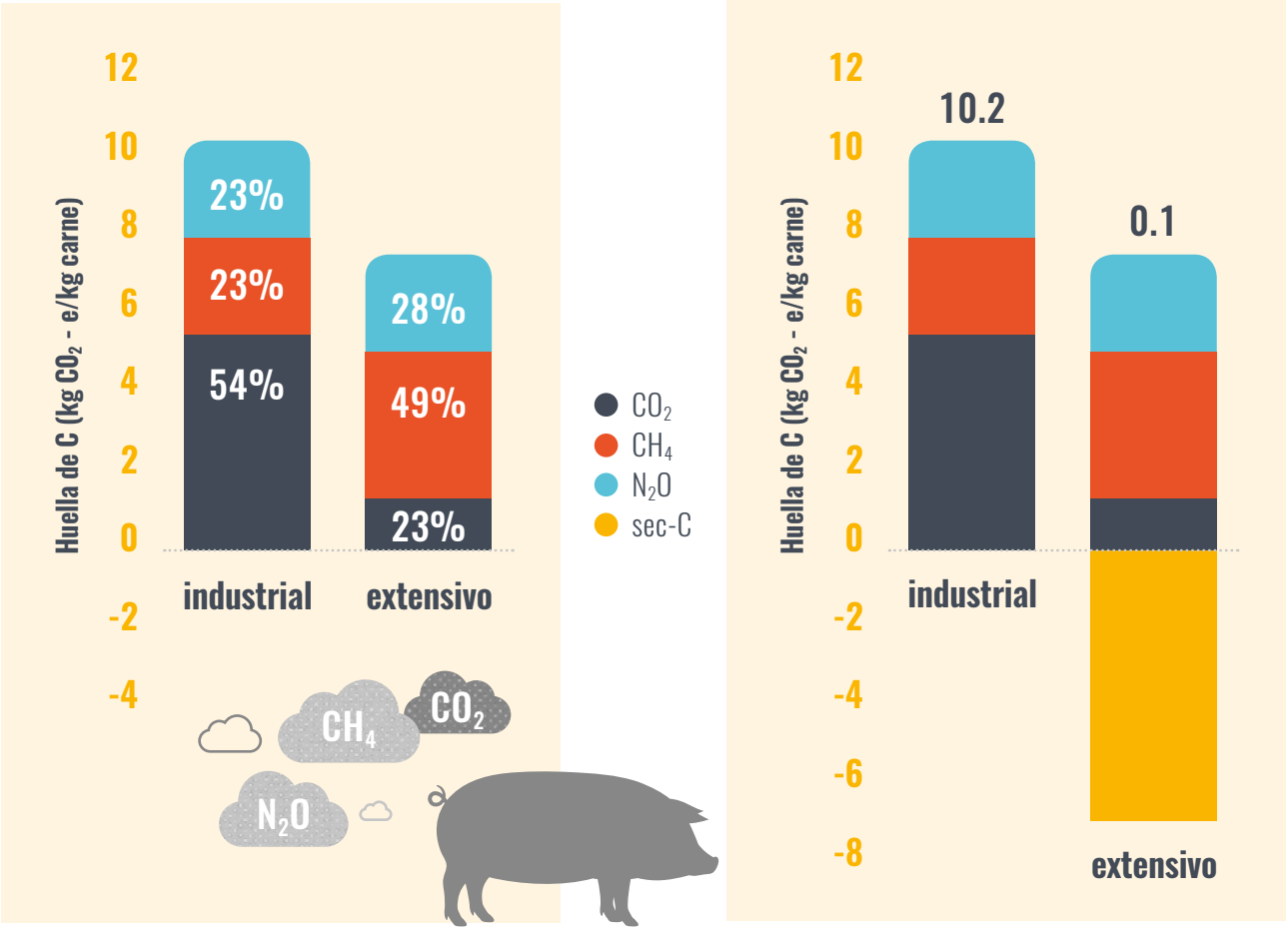


Figura 13: Comparativa de la huella de carbono del cerdo industrial[5] respecto a la estimada para el cerdo en montanera en España[27] (incluye las emisiones aguas abajo de la explotación, GWP normalizados a CH_4=34 y N_2O=296)

asociadas en forma de CO_2, tanto proveniente de consumo de combustibles fósiles (menor uso energético a lo largo de la cadena de producción), como por menores emisiones asociadas a cambios de uso de la tierra (menor dependencia de la importación de soja).

El cerdo en extensivo presenta una mayor proporción de metano, pero si tenemos en cuenta la corta vida media del metano en la atmósfera, frente a la larga presencia del carbono, ello pone aún más en evidencia la ventaja climática de la producción de cerdo en extensivo, frente a la industrial. Si incluimos además el secuestro potencial de C asociado al sistema de producción en extensivo, las diferencias son aún mayores, y dicho secuestro compensaría casi el total de la huella de C. (**Figura 13**)

Al analizar ambos escenarios podemos observar cómo una estrategia combinada de reducción del consumo de carne de cerdo industrial, y sustitución parcial por otra de ganadería extensiva, tiene un mayor potencial de reducción del calentamiento neto que únicamente una simple reducción del consumo de carne de origen industrial. La ganadería extensiva logra fijación neta de carbono en el suelo. Este hecho queda algo difuminado en el escenario de la estrategia combinada al reflejar un calentamiento global neto, pues la mitad del consumo de carne de cerdo en ese escenario aún sigue asociada a la producción industrial. Si la sustitución por cerdo de ganadería extensiva fuera del 100%, el efecto mitigador del cambio climático de este modelo productivo sería mucho mayor, con lo que resulta empíricamente conveniente apostar por ello. (**Figura 14**)

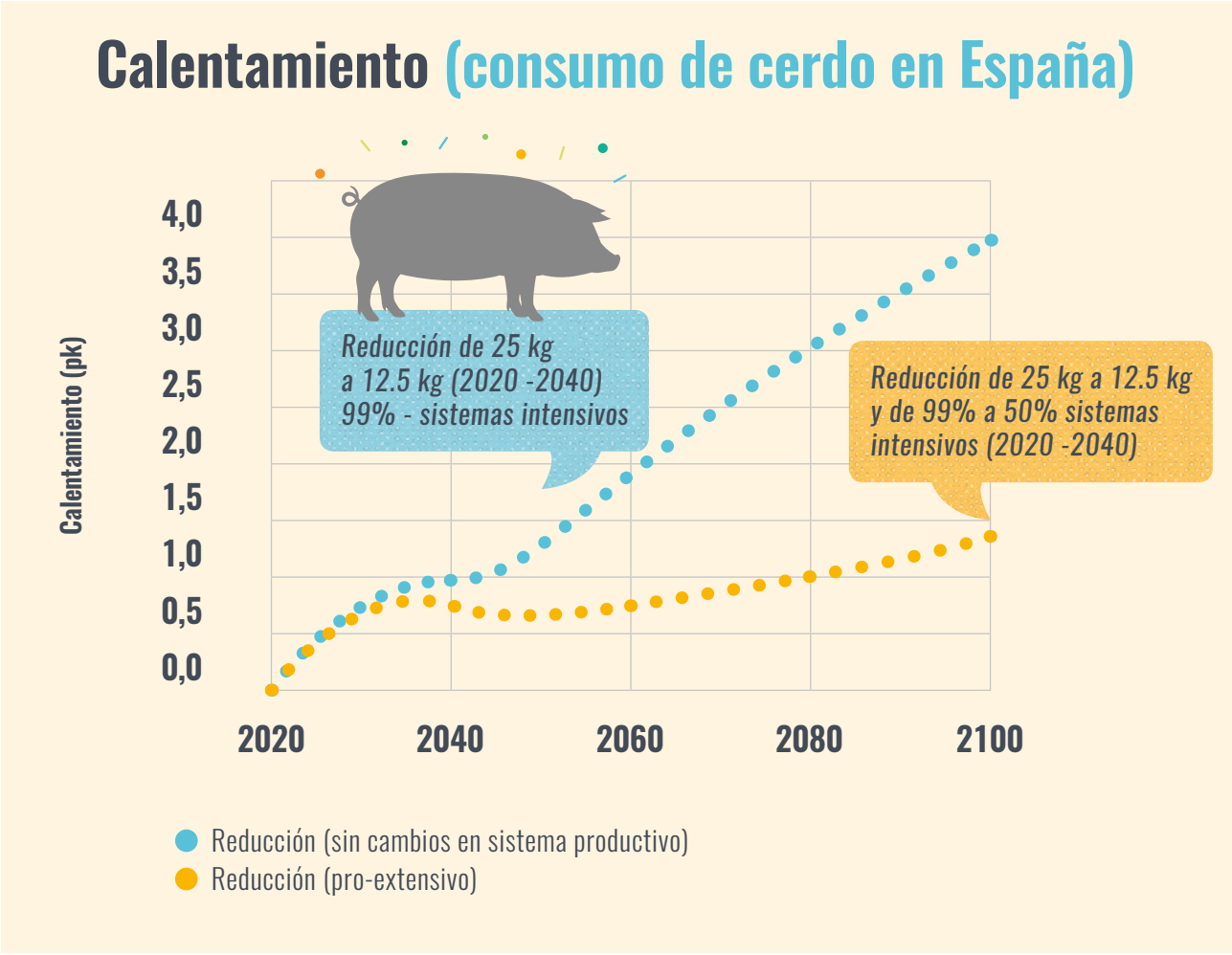


Figura 14: Calentamiento neto generado por el consumo anual de carne de cerdo por persona en España, en escenario de reducción a la mitad en consumo de cerdo (cálculos usando metodología[33] GWP*)

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este Informe se han puesto de relieve los principales impactos de la ganadería ante el cambio climático y se ha evidenciado el beneficio de la ganadería extensiva y ligada al territorio frente a los modelos industrializados. Por ejemplo, el porcino en España tiene unos enormes impactos climáticos derivados de la alimentación animal, la cual requiere de la producción de piensos en países del Sur Global, que compite por la tierra cultivable con la alimentación humana. Frente a este modelo, tanto la ganadería extensiva como los sistemas de ganadería ligada al territorio utilizan recursos como la celulosa, que los humanos no pueden digerir.

Hemos identificado las principales limitaciones que presentan los sistemas actuales de estimación de emisiones de GEI atribuidas a la ganadería, que han beneficiado injustificadamente la imagen de la ganadería intensiva frente a la extensiva. Además, hemos planteado una alternativa para tener en consideración dos elementos fundamentales: medir la cantidad de carbono fósil que se incorpora a la atmósfera por el conjunto de la actividad ganadera (incluyendo las emisiones resultantes de la producción, fabricación y transporte de insumos) y evaluar los impactos climáticos de las distintas especies ganaderas y de los diferentes modelos productivos, desde la ganadería extensiva hasta la industrial.



Ganadería extensiva y ecológica

Debemos subrayar también la importancia fundamental de los pastos y praderas permanentes en la retención de carbono en el suelo, los cuales tienen una capacidad comparable y más estable de almacenamiento del carbono[19] que los bosques. A ello se suman los posibles efectos en el albedo (cantidad de luz del sol reflejada de vuelta al espacio), pues el bosque en latitudes templadas y boreales atrapa más calor y podría estar contribuyendo más al calentamiento global que paisajes más abiertos[34, 35]. Conviene por tanto apostar por la ganadería extensiva, evaluar con mucha cautela y poner en cuestión proyectos de abandono de pastos y su sustitución por bosques, ya que esta estrategia no ha demostrado una mayor efectividad mitigadora del cambio climático.

De cara a plantear políticas alimentarias encaminadas hacia la neutralidad climática se deben tener en cuenta por tanto los diferentes modelos ganaderos y su contribución al calentamiento global, así como considerar las limitaciones de los sistemas de medición actuales de GEI y la ausencia de modelos puros de producción de carne.

En relación al impacto climático de la carne en España, también se ha hecho patente que son necesarias estrategias alimentarias que combinen tanto el cambio de modelo productivo, como el cambio en los patrones de consumo. La discusión científica, mediática y social en términos climáticos sobre la carne debería abordar ambas perspectivas.

EN ESTE SENTIDO, **EMITIMOS LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES** A LAS AUTORIDADES PÚBLICAS:

1 Se deben tener en consideración las limitaciones de las metodologías actuales de estimación de GEI de cara a medir los impactos climáticos de la ganadería. Se recomienda implementar sistemas que contabilicen adecuadamente las emisiones derivadas de la actividad ganadera y sus diferentes impactos a nivel climático: tanto los negativos que ahora no se contabilizan (no incluidos en inventarios nacionales), como positivos (fijación de carbono en tierras de pastos o efecto positivo en el albedo) o neutros (el metano biogénico que no se acumula en la atmósfera o las emisiones naturales de la ganadería).

2 De cara a la puesta en marcha de políticas públicas que incentiven la producción de carne, se deben evaluar los impactos climáticos de los diferentes sistemas productivos de carne, desde la ganadería extensiva, pasando por los modelos mixtos, hasta los industriales. Además se deben considerar también el conjunto de impactos medioambientales y sociales, aunque no influyan en la emisión de GEI.

3 Se deben evaluar climáticamente todas las políticas públicas que afecten a la producción y consumo de carne, tales como la Política Agraria Común (PAC), la firma de tratados de libre comercio, como el de la UE-MERCOSUR, o las propuestas de reforestaciones en tierras de pastoreo, incluidas en el "Pacto Verde Europeo", teniendo en cuenta el conjunto de emisiones GEI derivados de los patrones de producción y consumo de carne que se promuevan.

4 Las políticas públicas sobre la producción y consumo de carne se deben integrar en una perspectiva global sobre el sistema alimentario, que incluya otras estrategias alimentarias beneficiosas para alcanzar los objetivos de la neutralidad climática para 2050, como pueden ser el aumento de la producción agraria y ganadera agroecológica, la promoción de la ganadería extensiva, la reducción de la perdida y del desperdicio alimentario o el impulso de los canales cortos de comercialización.

REFERENCIAS

1 IPCC 2018
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf

2 IPCC, 2014: Cambio climático 2014: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático [Equipo principal de redacción, R.K. Pachauri y L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 157 págs.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full_es.pdf

3 Documento resumen inventarios GEI España
https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/sistema-espanol-de-inventario-sei-/resumen-inventario-gei-ed2020_tcm30-486322.pdf

4 FAO. 2006. La larga sombra del ganado. Problemas ambientales y opciones
http://www.fao.org/3/a-a0701s.pdf

5 FAO 2013 Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería. Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación
http://www.fao.org/3/a-i3437s.pdf

6 Poore J and Nemecek T 2018
https://science.sciencemag.org/content/360/6392/987

7 Mottet et al. 2017
https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.001

8 Weiss & Leip 2012
https://doi.org/10.1016/j.agee.2011.12.015

9 IPCC. 2019. Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories
https://www.ipcc.ch/report/2019-refinement-to-the-2006-ipcc-guidelines-for-national-greenhouse-gas-inventories/

10 Batalla et al 2020
https://www.interempresas.net/Ganadero/Articulos/302102-Gases-de-efecto-invernadero-y-produccion-caprina-que-debemos-tener-en-cuenta.html

11 Allen et al 2018
https://doi.org/10.1038/s41612-018-0026-8

12 Onenema et al. 2014
https://www.publish.csiro.au/cp/cp14001

13 Manzano 2019
https://redremedia.wordpress.com/2019/10/17/niveles-de-referencia-en-sistemas-ganaderos-claves-para-identificar-impactos/

14 Manzano & White 2019
https://doi.org/10.3354/cr01555

15 Smith et al. 2016
https://doi.org/10.1073/pnas.1502547112

16 https://www.grain.org/es/article/5742-dos-formas-de-enfrentar-y-detener-la-contribucion-de-la-ganaderia-a-la-crisis-climatica

17 Bond, 2005
https://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2005.tb02364.x
18 Pausas & Bond 2019
https://doi.org/10.1111/1365-2745.13109
19 Dass et al. 2018
https://doi.org/10.1088/1748-9326/aacb39
20 https://www.weforum.org/agenda/2020/01/one-trillion-trees-world-economic-forum-launches-plan-to-help-nature-and-the-climate/
21 https://es.euronews.com/2020/05/22/plan-de-la-ue-para-proteger-la-biodiversidad
22 Batalla et al 2015
https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.043
23 Del Prado et al. 2013
https://redremedia.wordpress.com/2013/09/25/huella-de-carbono-en-leche-producida-en-el-pais-vasco/
24 Eldesouky et al. 2018
https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.279
25 Escribano et al. 2020
https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2020.104600
26 Gutiérrez-Peña et al. 2019
https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.12.005
27 Horrillo et al. 2020
https://doi.org/10.3390/ani10010162
28 Mas et al. 2016
https://doi.org/10.1017/S2040470016000340
29 O'Brien et al. 2020
https://doi.org/10.1017/S1751731119002519
30 Ripoll-Bosch et al. 2013
https://doi.org/10.1016/j.agsy.2012.11.002
31 Casas & Manzano 2010
https://www.researchgate.net/publication/281240411
32 Informe del consumo alimentario en España. 2018. MAPA
https://www.mapa.gob.es/images/es/20190807_informedeconsumo2018pdf_tcm30-512256.pdf
33 Cain et al 2019
https://www.nature.com/articles/s41612-019-0086-4
34 Bonfils et al 2012
https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/1/015503
35 De Wit et al 2014
https://doi.org/10.1111/gcb.12483

tierra.org | tierra@tierra.org | 91 306 9900

LUNES SIN CARNE

GOBIERNO DE ESPAÑA
VICEPRESIDENCIA CUARTA DEL GOBIERNO
MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Fundación Biodiversidad

Esta publicación se ha realizado gracias al apoyo económico de la Comisión Europea. Refleja únicamente las opiniones de sus autores, y la Comisión no se responsabiliza acerca de ningún uso que pudiera hacerse de la información aquí contenida