

Huella ambiental de la ganadería y retos para una producción sostenible

**RAQUEL PATRÓN¹, MERCEDES MARTÍNEZ², NOEMI JURADO¹,
BÁRBARA MARTÍN-MALDONADO³**

¹ Departamento de Veterinaria. Facultad de Ciencias Biomédicas y de la Salud. Universidad Europea de Madrid. Villaviciosa de Odón, Madrid.

² Hospital Clínico Veterinario. Facultad de Ciencias Biomédicas y de la Salud. Universidad Europea de Madrid. Villaviciosa de Odón, Madrid.

³ Grupo de Investigación en Biociencias y Salud Global (BIOGLOB). Departamento de Veterinaria. Facultad de Ciencias Biomédicas y de la Salud. Universidad Europea de Madrid. Villaviciosa de Odón, Madrid.

En las últimas décadas, la sociedad ha mostrado una preocupación creciente por el origen de los alimentos y el impacto ambiental asociado a su producción. Este cambio de percepción no es casual, sino consecuencia directa de la evidencia científica acumulada sobre el cambio climático, la degradación de los ecosistemas, la pérdida de biodiversidad y el agotamiento de los recursos naturales. En este contexto, la ganadería se ha convertido en uno de los sectores más debatidos, al situarse en el centro de la relación entre la alimentación humana, el medio ambiente y el desarrollo sostenible.

La producción ganadera desempeña un papel esencial en la seguridad alimentaria mundial, al proporcionar proteínas de alto valor biológico, micronutrientes esenciales y medios de vida a millones de personas. Sin embargo, también está asociada a una serie de impactos ambientales que abarcan desde la emisión de ga-

ses de efecto invernadero (GEI) hasta la contaminación del agua, la degradación del suelo y la transformación de los ecosistemas naturales. Esta dualidad obliga a abandonar enfoques simplistas y a analizar la ganadería desde una perspectiva integral que contemple tanto sus impactos negativos como sus funciones ecológicas y sociales.

La huella ambiental de la ganadería se refiere al conjunto de impactos que esta actividad genera a lo largo de toda la cadena de producción. No se limita a lo que ocurre en la explotación, sino que incluye la producción, recolección y transporte de forrajes y piensos, el manejo de los animales, la gestión de estiércoles y purines, así como el transporte, el procesamiento y la comercialización del producto final. Comprender esta huella en toda su complejidad resulta imprescindible para diseñar estrategias de mitigación eficaces y avanzar hacia modelos productivos más sostenibles.

Huella de carbono y emisiones de gases de efecto invernadero

La huella de carbono de la ganadería engloba la totalidad de los gases de efecto invernadero emitidos, directa o indirectamente, durante la actividad productiva. En los últimos años, tanto desde el ámbito científico como desde la esfera social, ha aumentado la preocupación por la contribución de la producción de alimentos al cambio climático (Flysjö *et al.*, 2011; Hagemann *et al.*, 2011; Rotz *et al.*, 2010). Dentro de este debate, la ganadería bovina ocupa un lugar destacado debido a su peso relativo en las emisiones de GEI y al uso extensivo de los recursos naturales. Según la FAO, los sistemas ganaderos representaron aproximadamente el 11,2 % de las emisiones globales de GEI en 2015 (FAO, 2022). Sin embargo, estos impactos varían notable-

mente según el tipo de sistema productivo. En general, los sistemas de producción lechera presentan una menor huella ambiental por unidad de producto que la de la producción de carne, tanto intensiva como extensiva (Tinitana *et al.*, 2024).

El nitrógeno reactivo producido por la ganadería se refiere a los GEI generados como subproducto de la fermentación entérica de los rumiantes y representa más del 30% de las emisiones ganaderas totales (Opio *et al.*, 2013; Uwizeye *et al.*, 2020). Así pues, constituye la principal fuente de emisiones del sector pecuario y tiene un impacto negativo en el medio ambiente y en la salud pública. Los principales gases implicados son el metano (CH_4), el óxido nitroso (N_2O) y el dióxido de carbono (CO_2). El metano se genera principalmente durante la fermentación entérica de los rumiantes y la descomposición anaerobia del estiércol y de la orina.

- El **metano** producido durante este proceso está estrechamente relacionado con la digestibilidad de los piensos, siendo mayor cuanto menor es dicha digestibilidad. Esto explica por qué la calidad de la alimentación desempeña un papel clave en la mitigación de las emisiones. En España, la huella de carbono del vacuno de carne por kilogramo producido es un 66 % menor que la media mundial (Tinitana-Bayas *et al.*, 2024). Este dato resulta especialmente relevante en el debate público, ya que evidencia que no todos los sistemas ganaderos tienen el mismo impacto y que las comparaciones globales pueden resultar engañosas si no se contextualizan. Además, las metodologías actuales de cálculo de la huella de carbono no suelen considerar la capacidad de los pastos para capturar el carbono atmosférico. Se estima que el secuestro de

carbono en suelos de pastoreo puede compensar hasta el 60 % de las emisiones de los animales en sistemas bien gestionados, lo que refuerza la necesidad de integrar este factor en las evaluaciones ambientales. No obstante, en los últimos años ha surgido un debate científico relevante en torno a la metodología empleada para cuantificar estas emisiones. Algunos autores han señalado que los métodos tradicionales pueden sobreestimar las emisiones de metano de los rumiantes, según la técnica de cálculo empleada (Ghassemi Nejad *et al.*, 2024). Además, Cain *et al.* (2019) subrayaron que el metano tiene una vida atmosférica relativamente corta, con un periodo medio de destrucción de aproximadamente 10 años. Esto implica que, cuando las emisiones se mantienen estables en el tiempo, como ocurre en sistemas ganaderos sin incre-

en los suelos agrícolas, con la gestión de purines, así como con las emisiones de amoníaco (NH_3) que afectan la calidad del aire y contribuyen a la eutrofización (Nabuurs *et al.*, 2022; MAPA, 2025).

- Las emisiones de **dióxido de carbono** derivadas del consumo directo o indirecto de combustibles fósiles están asociadas principalmente a la producción de piensos, que concentra alrededor del 45 % de las emisiones energéticas del sector pecuario, así como a las actividades en la granja, al transporte (aproximadamente el 6 %) y a la producción de fertilizantes (Gerber *et al.*, 2013). Estas emisiones son más elevadas en los países de la OCDE, donde la intensificación ganadera, la mecanización, la producción de piensos y el mayor consumo energético en el alojamiento y la gestión de residuos incrementan el uso de

“ La sostenibilidad ganadera no es un proceso uniforme ni estático; requiere una adaptación continúa basada en el conocimiento técnico, el respeto por el entorno y el compromiso con las generaciones futuras. ”

mentos significativos de censo, su contribución al calentamiento global difiere de la del CO_2 , que se acumula durante siglos en la atmósfera. A partir de esta premisa, estos autores desarrollaron un nuevo método de cálculo de equivalentes de CO_2 basado en el cambio en el flujo de metano, que reduce las emisiones estimadas hasta en cuatro veces en comparación con los métodos convencionales.

- El **óxido nitroso** (N_2O) se asocia fundamentalmente con la aplicación de fertilizantes y estiércoles

combustibles fósiles. (Paris *et al.*, 2022). En muchos inventarios nacionales, las emisiones derivadas del uso de combustibles fósiles en las explotaciones ganaderas se contabilizan en el sector energético y no en el agrícola, lo que a menudo dificulta una visión integrada del impacto real de la producción ganadera.

Estos gases no solo contribuyen al calentamiento global, sino que también afectan la calidad del aire y el equilibrio de los ecosistemas. Se estima que la ganadería es responsable de aproximadamente el



14,5 % de las emisiones antropogénicas globales de GEI, siendo el sector bovino el principal contribuyente, con cerca de dos tercios de ese total («Livestock Solutions For Climate Change», 2017). Esta cifra ha sido ampliamente citada en informes internacionales y ha influido notablemente en la percepción pública de la ganadería, especialmente en la de la producción de carne vacuna. Además, a estas emisiones se suman otros impactos ambientales relevantes, como la contribución a la acidificación terrestre (8%; Stackhouse-Lawson et al., 2012) y a la eutrofización de los ecosistemas acuáticos (19%; Bustillo-Lecompte, 2015).

Huella hídrica de la producción ganadera

Otro componente fundamental de la huella ambiental ganadera es la huella hídrica. Se estima que la ganadería representa el 29% de la huella hídrica asociada a la producción de alimentos (Mekonnen y Hoekstra, 2010). La huella hídrica de la ganadería se manifiesta en tres dimensiones principales:

- El consumo directo del agua, en primer lugar, incluye el agua destinada al consumo humano en las explotaciones y a la limpieza de instalaciones y equipos.
- El consumo directo, en segundo lugar, engloba el agua utilizada para la bebida de los animales y para el cultivo de forrajes y piensos, diferenciándose entre la huella hídrica verde (agua de lluvia) y la azul (agua superficial o subterránea).
- Por último, el volumen de agua necesario para diluir los contaminantes, principalmente nitratos y residuos orgánicos, hasta niveles ambientalmente aceptables, conocido como huella hídrica gris (Hoekstra, 2011).

Este indicador permite evaluar no solo el volumen de agua utilizado,

sino también su origen y su grado de contaminación. Estos impactos no se distribuyen de forma homogénea, sino que dependen del tipo de sistema productivo, de la eficiencia en el uso de los recursos y de las condiciones climáticas y territoriales.

En este contexto, es importante señalar que la huella hídrica del vacuno de carne en España es aproximadamente un tercio de la media mundial, lo que evidencia la importancia de considerar el contexto regional, el tipo de sistema productivo y las condiciones climáticas al evaluar el impacto hídrico de la ganadería como indicamos anteriormente (Tinitana-Bayas et al., 2024)

Impactos sobre el suelo y los ciclos de nutrientes

La ganadería también ejerce una presión significativa sobre el suelo, especialmente cuando hay una alta concentración de animales y una gestión inadecuada de los residuos. A nivel global, el almacenamiento y tratamiento del estiércol representan alrededor del 10 % de las emisiones del sector pecuario (Gerber et al., 2013). Estas emisiones son especialmente elevadas en sistemas intensivos que emplean purines líquidos, como ocurre en determinadas regiones de Norteamérica, donde el estiércol se almacena en lagunas profundas. En Europa y Oceanía, las emisiones suelen ser menores debido a la acumulación del estiércol en fosas menos profundas o en forma sólida, lo que reduce la producción de metano.

El exceso de estiércoles y purines puede superar la capacidad de depuración del suelo, provocando una disminución de su fertilidad, alteraciones en sus propiedades fisicoquímicas y modificaciones del pH (Feng et al., 2024). Estos

efectos pueden comprometer la productividad a largo plazo y aumentar el riesgo de contaminación de las aguas superficiales y subterráneas. Por tanto, la mejora de la gestión del estiércol no solo permite reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, sino también avanzar hacia una economía circular, valorizando estos residuos como fertilizantes orgánicos o como fuente de energía renovable mediante digestores anaerobios. Esta estrategia contribuye, además, a disminuir la dependencia de fertilizantes minerales y a mitigar la contaminación por nitratos en las aguas subterráneas.

Además, la aplicación excesiva de fertilizantes minerales y orgánicos contribuye a las emisiones de óxido nitroso y a la pérdida de nitrógeno reactivo en el medio ambiente, debida a la liberación desmedida de compuestos nitrogenados, como amoníaco y óxidos de nitrógeno, en el medio ambiente, con efectos negativos sobre la calidad del aire, la eutrofización de los ecosistemas acuáticos y la deposición ácida (Nauburs et al., 2022; MAPA, 2025).

Por otro lado, las emisiones derivadas del cambio de uso del suelo representan aproximadamente el 9,2% de las emisiones totales del sector ganadero. De este porcentaje, alrededor del 6% se debe a la expansión de los pastizales, mientras que el resto se asocia a la expansión de cultivos forrajeros destinados a la alimentación animal (Gerber et al., 2013). Estas emisiones son especialmente relevantes en determinadas regiones del mundo, como Sudamérica, donde la expansión de la soja para la alimentación animal se ha vinculado con procesos de deforestación. En el caso de la producción de carne de vacuno en extensivo, el impacto del cambio de uso del suelo puede ser mayor debido a la mayor superficie ne-

cesaria para el pastoreo, lo que puede alcanzar valores cercanos al 15 % de las emisiones totales del sistema. Sin embargo, la inclusión de esta categoría en las evaluaciones globales requiere una mejor comprensión de la dinámica del carbono orgánico del suelo (COS) en los pastizales, así como el desarrollo de métodos fiables para el seguimiento y la predicción de los cambios en las reservas de carbono (MacLeod et al., 2013b).

El COS es aquel que permanece en el suelo tras la descomposición parcial de materiales producidos por organismos vivos, lo que influye en la fertilidad, la estructura y la sostenibilidad de los suelos, además de actuar como sumidero de carbono (FAO y ITPS, 2018a, 2018b; DOPA, 2026).

Su presencia es fundamental para estabilizar la estructura del suelo y mejorar su porosidad, lo que facilita la penetración y la retención de agua. Además, aumenta la disponibilidad de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio, ya que modifica la acidez y la alcalinidad del suelo, que tienden a valores cercanos a la neutralidad, y la biomasa microbiana, lo que favorece la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes. Al mismo tiempo, favorece la mitigación de la erosión y la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente de CO₂.

Existe un amplio consenso en que los suelos bien gestionados presentan un mayor potencial para la acumulación de carbono. Prácticas como el uso de gramíneas con alto potencial de secuestro, la fertilización adecuada y las estrategias de pastoreo mejorado pueden aumentar la captura de carbono en el suelo a una media de 1,4 Mg C ha⁻¹ año⁻¹ (Conant et al., 2017; Silveira et al., 2024). Además, los pastizales nativos

suelen actuar como sumideros de carbono más estables ante eventos climáticos extremos, como sequías o inundaciones, lo que refuerza su papel en la mitigación del cambio climático (Bracho et al., 2025).

Transformación de ecosistemas y presión sobre la biodiversidad

El ganado desempeña un papel clave en la bioeconomía al transformar forrajes, residuos de cultivos y subproductos agrícolas en alimentos de alto valor nutricional. A diferencia de los monogástricos, los rumiantes tienen la capacidad de convertir materiales no comestibles para los humanos en proteína animal, lo que representa una ventaja en el aprovechamiento de los recursos.

Se estima que el 86% de la biomasa consumida por el ganado está compuesta por materiales que

vale a aproximadamente la mitad del área agrícola mundial. De esta superficie, cerca de 2 mil millones de hectáreas corresponden a pastizales, de los cuales aproximadamente 1,3 mil millones no pueden convertirse en tierras de cultivo. Esto implica que el 57% de la tierra utilizada para la producción de alimentos no es adecuada para la agricultura convencional (Mottet et al., 2017). Estos datos ponen de manifiesto que la ganadería, especialmente la extensiva, permite aprovechar tierras marginales que no podrían destinarse a la producción directa de alimentos vegetales, contribuyendo así a la seguridad alimentaria global. No obstante, este aprovechamiento debe realizarse de forma sostenible para evitar la degradación de los ecosistemas y la pérdida de biodiversidad.

Por otro lado, se estima que la superficie de tierra cultivable representa alrededor del 35% de la superficie terrestre (The World Bank,

“ Los rumiantes bien gestionados pueden mantener paisajes abiertos, biodiversos y funcionales. Las dehesas ibéricas constituyen un ejemplo de sistema agro-silvo-pastoral que combina producción agroalimentaria, hábitat para fauna, regulación de suelos y agua, y reducción del riesgo de incendios. ”

actualmente no son aptos para el consumo humano. Aunque la soja es a menudo señalada como el principal impulsor del uso del suelo asociado a la ganadería, esta representa aproximadamente el 4% de la ingesta global de alimento para el ganado. La producción mundial de alimentos requiere alrededor de 2,5 mil millones de hectáreas de tierra, lo que equi-

2014) y que entre el 75 y el 80% de toda la tierra agrícola, incluyendo tierras de cultivo y pastos, es necesaria para la producción ganadera (Foley et al., 2011; Stoll-Kleemann et al., 2015). Asimismo, la ganadería consume aproximadamente el 35% de los cultivos agrícolas y utiliza cerca del 26% del suelo del planeta (Foley et al., 2011; Stoll-Kleemann et al., 2017).



Estos datos han alimentado un intenso debate sobre la sostenibilidad global de la producción ganadera. Sin embargo, es fundamental distinguir entre los sistemas productivos y los contextos territoriales. Mientras que la expansión descontrolada de la frontera ganadera en determinadas regiones ha tenido consecuencias ambientales graves, en otros contextos la ganadería extensiva ha contribuido históricamente al mantenimiento de paisajes cultu-

de hábitats, los efectos sobre la fauna silvestre y la alteración de los servicios ecosistémicos. Los servicios ecosistémicos —como la regulación climática, la purificación de agua, el control de la erosión y la biodiversidad— se ven afectados cuando la ganadería degrada hábitats o aumenta la contaminación. Por ejemplo, el pastoreo mal gestionado en las montañas mediterráneas ha reducido la diversidad estructural del paisaje, disminuido la capaci-

(cerramientos, caminos) o funcional (evitación de zonas por parte de la fauna silvestre) reduce la conectividad ecológica y puede aislar poblaciones de especies sensibles. Estudios recientes destacan que la intensificación y la parcelación del pastoreo en zonas montañosas semiáridas provocan la degradación del paisaje y la pérdida de diversidad estructural (Lasanta Martínez *et al.*, 2024).

“La ganadería puede ser parte de la solución frente al cambio climático y la degradación ambiental si se gestionan adecuadamente los sistemas productivos, equilibrando eficiencia, producción y conservación.”

rales, a la conservación de la biodiversidad y a la provisión de servicios ecosistémicos. La ganadería extensiva suele desarrollarse en pastos naturales o seminaturales, lo que diluye la presión por unidad de área, aunque puede enfrentar desafíos de sostenibilidad si la productividad es baja o se produce abandono. Por su parte, la ganadería intensiva concentra animales y residuos, incrementando la carga de excretas por hectárea, el riesgo de lixiviación de nitratos, la contaminación de las aguas y las emisiones puntuales de contaminantes. No obstante, al estar concentrada, la gestión resulta más fácil de implementar y controlar (Tinitana-Bayas *et al.*, 2024; AMEC Environment & Infrastructure UK Limited, 2012).

Como ya se ha visto, la actividad ganadera incide en el medio ambiente de múltiples formas, no solo mediante la emisión de gases de efecto invernadero, sino también mediante el uso del suelo y del agua, la transformación

de regulación hidráulica y aumento de la biomasa combustible (Lasanta *et al.*, 2024). Estudios en Extremadura estiman que la pérdida de servicios ecosistémicos podría implicar hasta un 55 % de pérdidas en la producción agrícola y ganadera (Thomasz *et al.*, 2024).

El solapamiento espacial entre la fauna silvestre y el ganado intensifica la competencia por recursos, provoca desplazamientos y cambios en los patrones de comportamiento de la fauna, y aumenta los conflictos con depredadores. Además, existe riesgo de transmisión de enfermedades, como la tuberculosis bovina en zonas de dehesa, que afecta a ungulados salvajes y cerdos ibéricos (Espejón y Martín-Maldonado, 2025).

Además, cuando se convierten bosques, matorrales, ribazos o setos en pastos homogéneos o se instalan infraestructuras, se produce una pérdida directa de hábitat. La fragmentación física

No obstante, no todos los efectos son negativos. Los rumiantes bien gestionados pueden mantener paisajes abiertos, biodiversos y funcionales. Las dehesas ibéricas constituyen un ejemplo de sistema agro-silvo-pastoral que combina producción agroalimentaria, hábitat para fauna, regulación de suelos y agua, y reducción del riesgo de incendios (Díaz, 2014; Rodríguez-Rojo *et al.*, 2022; Lasanta *et al.*, 2024).

Ganadería extensiva y regenerativa: principios y beneficios

La ganadería regenerativa se basa en prácticas como el pastoreo rotacional, la mejora de la salud del suelo, la restauración de la biodiversidad y la reducción de los insumos externos. Aunque muchos de estos métodos son reinterpretaciones de prácticas tradicionales, su aplicación sistemática y documentada permite obtener resultados medibles en términos ambientales y productivos. Los beneficios incluyen la mejora de la estructura del suelo y la retención de agua, la reducción de emisiones de metano mediante dietas equilibradas y un manejo eficiente, el incremento de la biodiversidad vegetal y faunística y una mayor resiliencia frente a sequías y eventos climáticos extremos (Domínguez Perales,



Figura 1. La ganadería regenerativa consiste en mejorar la salud del suelo favoreciendo la captura de carbono y aumentando la disponibilidad de nutrientes y agua para el crecimiento de las plantas.

2025). El éxito de la regeneración depende de la formación del ganadero, del contexto ecológico y del compromiso a largo plazo, así como de evitar recetas universales que no respeten la diversidad de paisajes y culturas productivas (Figura 1).

En este contexto, los **sistemas silvopastoriles** combinan árboles, arbustos y pastos en un mismo espacio productivo para mejorar la fertilidad del suelo, el secuestro de carbono y la resiliencia climática (Thomas y Ferrere, 2019). Se caracterizan por un pastoreo rotacional y un manejo planificado del ganado para evitar el sobrepastoreo, conservar la cobertura vegetal y promover la regeneración natural del suelo. También tienden a incorporar elementos naturales, como setos, humedales y corredores ecológicos, para reforzar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos (Figura 2). Sus ventajas son múltiples: captura de carbono atmosférico y mejora de la fertilidad del suelo, protección del ganado frente al estrés térmico y mejora del microclima del pasto, diversificación de ingresos mediante productos ma-

derables y medicinales, y aumento de los servicios ecosistémicos, incluyendo la regulación hídrica, el control de la erosión y la reducción del riesgo de incendios (Jose & Dollinger, 2019). El diseño de estos sistemas debe adaptarse a las condiciones del terreno y a las necesidades del rebaño, evitando modelos estandarizados que ignoren la heterogeneidad del paisaje y el conocimiento local.

Por ello, la **planificación territorial** es clave para integrar la producción ganadera con la conservación, tanto para proteger corredores ecológicos y zonas de conservación como para evitar la expansión desordenada de la frontera agropecuaria y diseñar mosaicos productivos que combinen producción y conservación, mejorando la resiliencia climática del territorio (Proyecto Entretantos, 2025). Esta visión integral reconoce que la sostenibilidad no depende únicamente del manejo del ganado, sino también de la salud del ecosistema completo, incluyendo la fauna silvestre, la conectividad de hábitats y el equilibrio del paisaje.

Además, la **eficiencia productiva** no requiere necesariamente intensificación. En sistemas extensivos, puede lograrse mediante dietas ajustadas que reduzcan la fermentación entérica, la selección genética de animales resistentes y eficientes, y el manejo sanitario preventivo, que disminuyan las pérdidas y mejoren el bienestar animal (Bellarby *et al.*, 2013; Cederberg *et al.*, 2009a; Lacosta, 2025). Incrementar la eficiencia por animal permite producir más con menos emisiones relativas, contribuyendo a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero sin comprometer la sostenibilidad del sistema.

Estrategias de mitigación y alternativas sostenibles

Para reducir los impactos ambientales de la ganadería, se han desarrollado múltiples estrategias, tanto a nivel de manejo de la explotación como de planificación territorial y de políticas públicas. Estas incluyen, además de las ya



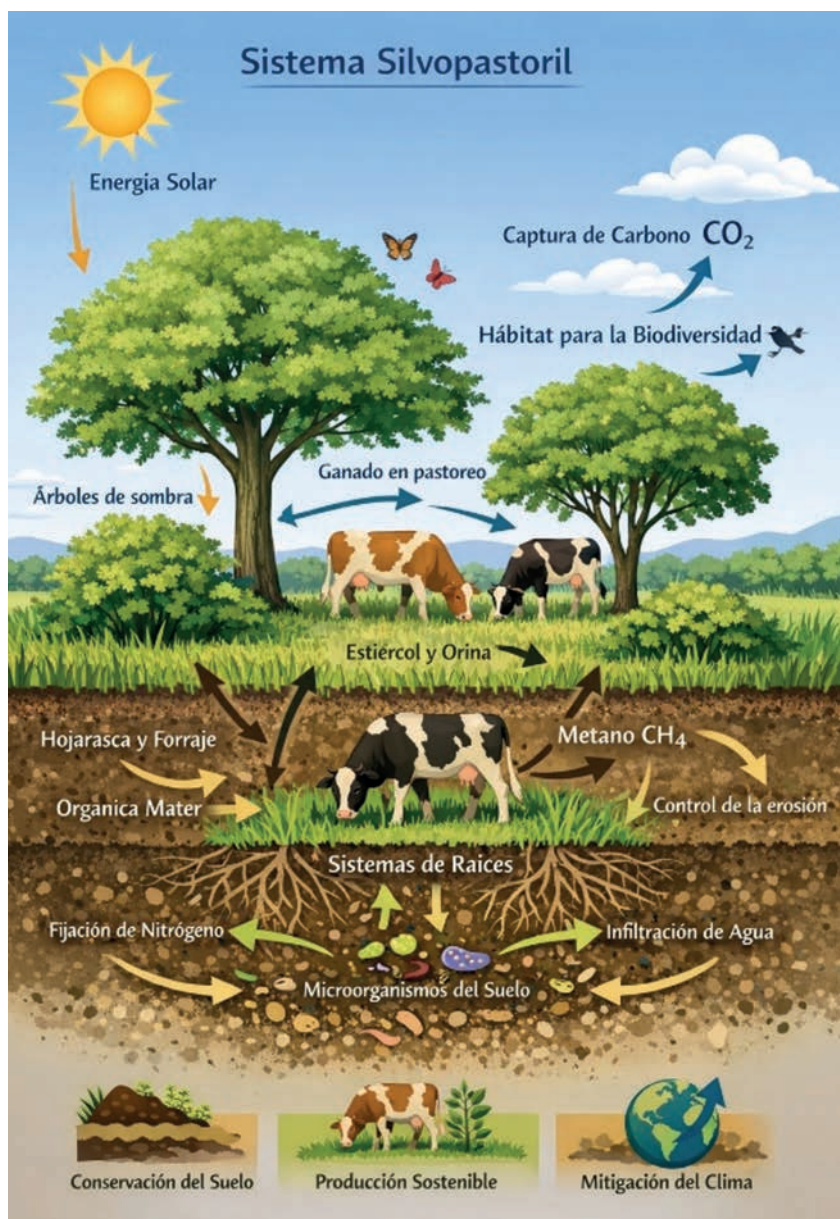


Figura 2. El sistema silvopastoril combina árboles, pasto y ganado para mejorar la fertilidad del suelo, reducir la erosión, capturar CO₂ y promover una producción ganadera más sostenible.

citadas en la ganadería extensiva, las siguientes:

- **Gestión del estiércol y de los recursos hídricos** mediante digestores anaerobios para producir biogás a partir de estiércol, disminuyendo las emisiones de metano y reemplazando combustibles fósiles. Además, la valorización agrícola del estiércol como fertilizante órgano-mineral permite reducir contaminación

por nitratos, y la gestión eficiente del agua, aprovechamiento de las aguas pluviales y aplicación de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) para minimizar el consumo y mejorar la eficiencia hídrica (Figura 3).

- **Reducción de impacto en huella de carbono** a través de la disminución del consumo de productos animales fuera de temporada o de larga distancia mediante con-

sumo de proximidad y producción local. Es importante considerar el equilibrio entre las emisiones y los beneficios ecosistémicos de la ganadería extensiva y regenerativa. Múltiples estudios han demostrado que la combinación de prácticas regenerativas, eficiencia productiva y silvopastoreo puede compensar buena parte de las emisiones del ganado (Poore *et al.*, 2018).

- **Recomendaciones para políticas y prácticas sostenibles**, como por ejemplo, promover formación técnica para ganaderos en manejo regenerativo y silvopastoril, incentivar políticas que reconozcan los beneficios ambientales de los sistemas bien gestionados, no solo la producción de carne o leche, integrar planificación territorial y conservación de corredores ecológicos en la expansión de la actividad ganadera, o fomentar investigación sobre captura de carbono en pastos, biodiversidad asociada a la ganadería y optimización de recursos hídricos y energéticos.

El debate social y científico en torno a las emisiones ganaderas

La afirmación de que la ganadería es la principal responsable de las emisiones de gases de efecto invernadero ha sido ampliamente difundida por diversos informes y campañas. Entre los más influyentes se encuentran el informe de la FAO de 2006, que tuvo una enorme repercusión mediática a pesar de haber sido posteriormente revisado y matizado; el informe del Worldwatch Institute de 2009, que atribuía a los rumiantes domésticos el 51% de las emisiones globales de GEI; el trabajo de Röss *et al.* (2017), que sugería que una reducción del 50% en la producción de carne y lácteos podría



Figura 3. El uso de fosas de purines permite gestionar adecuadamente el estiércol semilíquido, con el objetivo de aprovecharlo para enriquecer la materia orgánica del suelo y disminuir el uso de fertilizantes sintéticos.

disminuir las emisiones del sector en un 64% para 2050; y el informe de Greenpeace de 2018, que vinculaba la actividad agrícola con la amenaza sobre el 80% de los mamíferos terrestres y aves en peligro de extinción. Como consecuencia de estos mensajes, han surgido campañas y movimientos sociales que promueven una reducción del consumo de productos de origen animal por motivos ambientales, como el “Meatless Day” en Estados Unidos o el “Veganuary” en el Reino Unido. Si bien estas iniciativas han contribuido a visibilizar el impacto ambiental del sistema alimentario, también han simplificado en exceso una problemática compleja, obviando las diferencias entre los sistemas productivos y el papel potencialmente positivo de la ganadería bien gestionada.

Conclusión

La ganadería, en sus diversas formas, desempeña un papel esencial en la seguridad alimentaria y en el aprovechamiento de recursos no consumibles por los hu-

manos. Sin embargo, su impacto ambiental es significativo y complejo, afectando las emisiones de gases de efecto invernadero, la calidad del agua, el uso del suelo, la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

La clave para una ganadería sostenible radica en un enfoque integral que combine una gestión eficiente de los recursos y la alimentación del ganado, un manejo regenerativo y silvopastoril, una planificación territorial y una valorización de residuos y gestión hídrica eficiente, minimizando los impactos sobre el agua y los nutrientes.

La sostenibilidad ganadera no es un proceso uniforme ni estático; requiere una adaptación continua basada en el conocimiento técnico, el respeto por el entorno y el compromiso con las generaciones futuras. Reconocer los beneficios ecosistémicos de

sistemas bien gestionados y cuantificar los impactos negativos permite diseñar estrategias equilibradas que aseguren alimentos nutritivos y abundantes, mientras se preserva la salud del planeta y se promueve la biodiversidad.

En definitiva, la ganadería puede ser parte de la solución frente al cambio climático y la degradación ambiental si se gestionan adecuadamente los sistemas productivos, equilibrando eficiencia, producción y conservación.



Referencias

- Agricultura Regenerativa Ibérica (2023). La ganadería regenerativa mejora la satisfacción de los ganaderos con su medio de vida.
- AMEC Environment & Infrastructure UK Limited. (2012). Collection and analysis of data to support the Commission in reporting in line with Article 73(2)(b) of Directive 2010/75/EU on industrial emissions on the need to control emissions from the intensive rearing of cattle: Final report. European Commission.
- Bellarby, J., Tirado, R., Leip, A., Weiss, F., Lesschen, J.P., Smith, P. (2013). Livestock greenhouse gas emissions and mitigation potential in Europe. *Glob. Change Biol.*, 19: 3–18. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2012.02786.x>
- Bracho, R., Silveira, M. L., Vendramini, J. M. B., Kohmann, M. M., da Silva Cardoso, A., da Cruz, P. J. R., Celis, G., & Ghimire, N. (2025). Carbon and methane fluxes from typical pasture-based beef cattle production systems in the Southeastern USA. *The Science of the total environment*, 1007, 180924. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.180924>
- Bragaglio, A., Napolitano, F., Pacelli, C., Pirlo, G., Sabia, E., Serrapica, F., ... & Braghieri, A. (2018). Environmental impacts of Italian beef production: A comparison between different systems. *Journal of Cleaner Production*, 172, 4033-4043.
- Bustillo-Lecompte, C. F., & Mehrvar, M. (2015). Slaughterhouse wastewater characteristics, treatment, and management in the meat processing industry: A review on trends and advances. *Journal of environmental management*, 161, 287-302.
- Cain, M., Lynch, J., Allen, M.R., Fuglestedt, J.S., Frame, D.J., Macey, A.H. (2019). Improved calculation of warming-equivalent emissions for short lived climate pollutants. *npj Clim. Atmos. Sci.*, 2:29
- Cederberg, C., Flysjö, A., Sonesson, U., Sund, V., Davis, J. (2009a). Greenhouse Gas Emissions from Swedish Consumption of Meat, Milk and Eggs 1990 and 2005 (SIK Report No794). The Swedish Institute for Food and Biotechnology, Gothenburg
- Cisneros-Saguián, P. (2019). Sistema silvopastoril: ganadería bovina ante el cambio climático. *Revista Vinculando*. <https://vinculando.org/productores/sistemas-silvopastoriles-estrategia-pertinente-para-la-ganaderia-bovina-ante-el-cambio-climatico.html>
- Conant, R., Paustian, K., Elliott, E. (2001). Grassland Management and Conversion into Grassland: Effects on Soil Carbon. *ecoa*. 11. 343
- Connolly, E., Allan, J., Brehony, P., Aduda, A., Western, G., Russell, S., Dyckman, A., & Tyrrell, P. (2021). Coexistence in an African pastoral landscape: Evidence that livestock and wildlife temporally partition water resources. *African Journal of Ecology*, 59(3), 696-711. <https://doi.org/10.1111/aje.12869>
- De Vries, M. D., Van Middelaar, C. E., & De Boer, I. J. M. (2015). Comparing environmental impacts of beef production systems: A review of life cycle assessments. *Livestock Science*, 178, 279-288.
- Del Ángel-Lozano, G. et al. (2023). Principios y prácticas agroecológicas para la transición hacia una ganadería bovina sostenible. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*.
- Díaz, M. (2014). Distribución del arbolado y persistencia a largo plazo de las dehesas: patrones y procesos. *Ecosistemas*, 23(2), 5-12. <https://doi.org/10.7818/ECOS.2014.23-2.02>
- Domínguez Perales, M. (2025). Estudio de sostenibilidad económica y ambiental en explotaciones extensivas con manejo holístico. Universidad Pontificia Comillas.
- Digital Observatory for Protected Areas (DOPA) Ficha informativa J.1; <http://dopa.jrc.ec.europa.eu/>
- Esperón, F., & Martín-Maldonado, B. (2025). Biological Hazards at the Livestock-Wildlife Interface. In *Encyclopedia of Livestock Medicine for Large Animal and Poultry Production* (pp. 1-4). Cham: Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-52133-1_10-1
- Flysjö, A., Henriksson, M., Cederberg, C., Ledgard, S., Englund, J.E. (2011). The impact of various parameters on the carbon footprint of milk production in New Zealand and Sweden. *Agricultural Systems*; 104 (6): 459–469. doi: 10.1016/j.agsy.2011.03.003
- Foley, J.A., Ramankutty, N., Brauman, K.A. et al., (2011). Solutions for a cultivated planet. *Nature*, 478, 337–342
- Feng, X., Liu, C., Li, Y., Xu, J., Zhang, J., & Meng, Q. (2024). The long-term effect of cattle manure application on soil P availability and P fractions in saline-sodic soils in the Songnen Plain of China. *Agronomy*, 14(12), 3059. <https://doi.org/10.3390/agronomy14123059>
- Fundación Entretantos (2025). Manual de Ganadería Extensiva y Cambio Climático.
- Gerber, P.J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A., Tempio, G. (2013) Enfrentando el cambio climático a través de la ganadería – Una evaluación global de las emisiones y oportunidades de mitigación. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO), Roma. *Atmospheric Science*, 2:29
- Ghassemi Nejad, J., Ju, M. S., Jo, J. H., Oh, K. H., Lee, Y. S., Lee, S. D., ... & Lee, H. G. (2024). Advances in methane emission estimation in livestock: A review of data collection methods, model development and the role of AI technologies. *Animals*, 14(3), 435. <https://doi.org/10.3390/ani14030435>
- Hagemann, M., Hemme, T., Ndambi, A., Alqaisi, O., Sultana, N. (2011). Benchmarking of greenhouse gas emissions of bovine milk production systems for 38 countries. *Anim. Feed Sci. Technol*;166–167: 46–58
- Hoekstra, A. Y. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard*. Routledge. https://www.water-footprint.org/resources/TheWaterFootprintAssessmentManual_English.pdf
- Jose, S., & Dollinger, J. (2019). Silvopasture: A sustainable livestock production system. *Agroforestry Systems*, 93, 1–9. <https://doi.org/10.1007/s10457-019-00366-8>
- Lacosta, J. (2025). Favorecer la continuidad de la ganadería extensiva en España desde la sostenibilidad. UPA.

- Lasanta Martínez, T., Cortijos-López, M., & Nadal-Romero, E. (2024). Pastoreo en la media montaña mediterránea para mitigar el cambio climático: una experiencia en el Sistema Ibérico Noroccidental. *Cuadernos de Investigación Geográfica* 50(2): 179-202. <https://doi.org/10.18172/cig.6356>
- Livestock solutions for climate change. (2017). En Food And Agriculture Organization Of The United Nations FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations FAO. <https://openknowledge.fao.org/items/2985e4e2-3c37-4e7c-aa7c-3655de93d53c>
- MacLeod, M., Gerber, P., Mottet, A., Tempio, G., Falcucci, A., Opio, C., Vellinga, T., Henderson, B., Steinfeld, H. (2013b). Greenhouse gas emisiones from pig and chicken supply chains – A global life cycle assessment. FAO, Roma
- Mapa Global Soil Organic Carbon (GSOC); FAO and ITPS, 2018a, 2018b) <http://www.fao.org/global-soil-partnership/pillars-action/4-information-and-data-new/global-soil-organic-carbon-gsoc-map>
- Martínez, N., Andón Mañero, M., Rancaño, V., Bállega Calvo, A., Ramírez-Santos, A., & Ruiz-Colmenero, M. (2024). Retos ambientales en el sector del vacuno de leche. *Vacuno de Élite. Edición Leche*, 2024, 33, Primavera-Verano, 28-31.
- Mehrabi, Z., Gill, M., Wijk, M. et al. (2020). Livestock policy for sustainable development. *Nat Food* 1, 160–1655. <https://doi.org/10.1038/s43016-020-0042-9>
- Mekonnen, M., & Hoekstra, A. Y. (2010). The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products. Volume 2: Appendices.
- Mesfin M. Mekonnen, & Arjen y. Hoekstra. (2012). A global assessment of the water footprint of farm animal products. Department of Water Engineering and Management, University of Twente. https://www.waterfootprint.org/resources/Mekonnen-Hoekstra-2012-WaterFootprintFarmAnimalProducts_1.pdf
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA). (2025). *Ganadería y medio ambiente – Balance de nitrógeno e inventario de emisiones de gases*. Disponible en: <https://servicio.mapa.gob.es/es/ganaderia/temas/ganaderia-y-medio-ambiente/balance-de-nitrogeno-e-inventario-de-emisiones-de-gases/> (último acceso: 10 de octubre de 2025).
- Mottet, A., De Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C., & Gerber, P. (2017). Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global food security*, 14, 1-8.
- Nabuurs, G.-J., R. Mrabet, A. Abu Hatab, M. Bustamante, H. Clark, P. Havlík, J. House, C. Mbow, K.N. Ninan, A. Popp, S. Roe, B. Sohngen, S. Towprayoon, 2022: Agriculture, Forestry and Other Land Uses (AFOLU). In IPCC, 2022: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1017/9781009157926.009>
- Opio, C., Gerber, P., Mottet, A., Falcucci, A., Tempio, G., MacLeod, M., ... & Steinfeld, H. (2013). Greenhouse gas emissions from ruminant supply chains—A global life cycle assessment.
- Paris, B., Vadorou, F., Tyriss, D., Balafoutis, A. T., Vaiopoulos, K., Kyriakarakos, G., Manolakos, D., & Papadakis, G. (2022). Energy use in the EU livestock sector: A review recommending energy efficiency measures and renewable energy sources adoption. *Applied Sciences*, 12(4), 2142. <https://doi.org/10.3390/app12042142>
- Poore, J., Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*;360(6392):987–992. doi: 10.1126/science.aag0216. Erratum in: *Science*. 2019;363(6429)
- Rodríguez-Rojo, M. P., Roig, S., López-Carrasco, C., Redondo García, M. M., & Sánchez-Mata, D. (2022). Which factors favour biodiversity in Iberian Dehesas?. *Sustainability*, 14(4), 2345. <https://doi.org/10.3390/su14042345>
- Röös, E., Bajželj, B., Smith, P., Patel, M., Little, D., Garnett, T. (2017). Greedy or needy? Land use and climate impacts of food in 2050 under different livestock futures. *Glob. Environ. Change*, 47: 1–12
- Rotz, C.A., Montes, F., Chianese, D.S. (2010). The carbon footprint of dairy production systems through partial life cycle assessment. *J. Dairy Sci.*; 93: 1266–1282
- Ruiz-Colmenero, M., Terre, M., Bállega Calvo, A., Alomar, O., Antón Vallejo, M. A., Targa, A., ... & Nunez, M. (2024). Huella ambiental de carne y leche de vacuno: manejo y emisiones. *TecnoCarne*, 2024, 32, 74-82.
- Silveira, M.L., Rodrigues da Cruz, P.J., Vendramini, J.M., Boughton, E.H., Bracho, R., & da Silva Cardoso, A. (2024). Opportunities to increase soil carbon sequestration in grazing lands in the southeastern United States. *Grassland Research*.
- Stackhouse-Lawson, K. R., Rotz, C. A., Oltjen, J. W., & Mitloehner, F. M. (2012). Carbon footprint and ammonia emissions of California beef production systems. *Journal of Animal Science*, 90(12), 4641-4655.
- Stoll-Kleemann, S., Schmidt, U.J., (2017). Reducing meat consumption in developed and transition countries to counter climate change and biodiversity loss: a review of influence factors. *Reg. Environ. Change*, 17 (5), 1261–1277
- Stoll-Kleemann, S., O’Riordan, T., (2015). The Sustainability Challenges of Our Meat and Dairy Diets. *Environ. Sci. Policy for Sustainable Development*; 57(3):34–48. doi:10.1080/00139157.2015.1025644
- The World Bank: Promoting Opportunity, Growth, and Prosperity. THE WORLD BANK ANNUAL REPORT 2014.
- Thomas, E.R.; Ferrere, P. (2019). Estrés calórico: beneficios de los árboles en los sistemas ganaderos. *Fruticultura & Diversificación*. 25 (83): 15-17.
- Thomasz, E. O., Kasanzew, A., Massot, J. M., & García-García, A. (2024). Valuing ecosystem services in agricultural production in southwest Spain. *Ecosystem Services*, 68, 101636. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2024.101636>
- Tinitana-Bayas, R., Sanjuán, N., Jiménez, E.S., Lainez, M., Estellés F. (2024). Assessing the environmental impacts of beef production chains integrating grazing and landless systems. *Animal*;18(2):101059. doi: 10.1016/j.animal.2023.101059
- Udo, H.M.J., Aklilu, H.A., Phong, L.T., Bosma, R.H., Budisatria, I.G.S., Patil, B.R., Samdup, T., Bebe, B.O. (2011). Impact of intensification of different types of livestock production in smallholder crop-livestock systems. *Livest. Sci.*, 139: 22–30
- Uwizeye, A., de Boer, I. J., Opio, C. I., Schulte, R. P., Falcucci, A., Tempio, G., ... & Gerber, P. J. (2020). Nitrogen emissions along global livestock supply chains. *Nature Food*, 1(7), 437-446.