

Evaluación del impacto ambiental de los sistemas intensivos de producción animal según la literatura reciente

Environmental impact assessment of intensive animal production systems according to recent literature.

Tipan-Torres, Cristhian ^{1*}.

¹ Instituto Superior Tecnológico Ciudad de Valencia, Ecuador, Quevedo;
<https://orcid.org/0009-0002-6619-6213>, ctipantorres@gmail.com

* Autor Correspondencia



<https://doi.org/10.70881/mcj/v2/n4/5>

Cita: Tipan-Torres, C. (2024). Evaluación del impacto ambiental de los sistemas intensivos de producción animal según la literatura reciente. *Multidisciplinary Collaborative Journal*, 2(4), 40-54. <https://doi.org/10.70881/mcj/v2/n4/5>.

Recibido: 26/11/2024

Revisado: 01/12/2024

Aceptado: 06/12/2024

Publicado: 09/12/2024



Copyright: © 2024 por los autores. Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la [Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional. \(CC BY-NC\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)

Resumen: La intensificación de los sistemas de producción animal en las últimas décadas ha permitido satisfacer la creciente demanda mundial de productos cárnicos, pero también ha generado significativos desafíos ambientales. Este estudio tiene como objetivo revisar los impactos ambientales de estos sistemas, explorando áreas como la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), la contaminación de suelos y aguas, y el alto consumo de recursos. Se realizó una revisión bibliográfica en bases de datos académicas, centrándose en estudios recientes sobre estos temas. Los resultados evidencian que los sistemas intensivos son responsables de elevadas emisiones de CO₂, CH₄ y N₂O, contribuyendo al cambio climático. También se observa una gran demanda de agua y tierra para el cultivo de forrajes, lo cual impulsa la deforestación, además de prácticas inadecuadas en el manejo de residuos que afectan la calidad del aire y la salud pública. La discusión destaca la urgencia de implementar tecnologías más sostenibles en el tratamiento de desechos y en la gestión de recursos naturales para mitigar estos impactos. En conclusión, la transición hacia prácticas de producción más responsables y sostenibles es fundamental para reducir el impacto ambiental de la ganadería intensiva.

Palabras clave: producción animal; impacto ambiental; gases de efecto invernadero; sostenibilidad; contaminación del agua.

Abstract: The intensification of animal production systems in recent decades has made it possible to satisfy the growing world demand for meat products, but has also generated significant environmental challenges. This study aims to review the environmental impacts of these systems, exploring areas such as greenhouse gas (GHG) emissions, soil and water contamination, and high resource consumption. A literature review was conducted in academic databases, focusing on recent studies on these issues. The results show that intensive systems are responsible for high CO₂, CH₄ and N₂O emissions, contributing to climate change. There is also a high demand for water and land for growing fodder crops, which drives deforestation, in addition to inadequate waste management practices that affect air quality and public health. The discussion highlights the urgency of implementing more sustainable technologies in waste treatment and natural resource management to mitigate these impacts. In conclusion, the transition to more responsible and sustainable production practices is fundamental to reduce the environmental impact of intensive livestock production.

Keywords: animal production; environmental impact; greenhouse gases; sustainability; water pollution.

1. Introducción

La intensificación de los sistemas de producción animal en las últimas décadas ha permitido un incremento notable en la oferta de productos de origen animal para satisfacer la creciente demanda alimentaria mundial (Poore & Nemecek, 2018). Sin embargo, este tipo de producción también implica desafíos ambientales significativos debido a su elevada huella ecológica, que se manifiesta en diversas formas, como la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), la contaminación de cuerpos de agua, y la degradación de suelos (Hermans & Vereijken, 1994; De Medina-Salas et al., 2021). Este estudio se centra en evaluar el impacto ambiental de estos sistemas de producción intensiva animal a partir de una revisión de la literatura reciente, con el fin de comprender los factores implicados y las posibles alternativas de mitigación.

Uno de las problemáticas fundamentales de la producción intensiva de animales es su dependencia de recursos naturales de manera insostenible. La generación de GEI es una de las principales preocupaciones, ya que los sistemas intensivos producen altos niveles de dióxido de carbono, metano y óxidos de nitrógeno, que son liberados en gran parte durante la digestión y el manejo de residuos animales (LEAP, 2021). Estos gases contribuyen de manera significativa al cambio climático, con efectos directos sobre el calentamiento global y la alteración de ecosistemas (Watson et al., 2003). Además, estos sistemas suelen requerir grandes extensiones de tierra cultivable para el cultivo de forrajes, como maíz y soja, los cuales, en muchos casos, impulsan la deforestación, especialmente en regiones como el Amazonas, lo que amplifica aún más el impacto ambiental (Poore & Nemecek, 2018).

Además de la emisión de gases, otro factor relevante es el manejo de los residuos generados en granjas de producción intensiva, tales como los desechos de cerdos y aves de corral, que contienen altos niveles de nitrógeno y fósforo. Estos elementos, al ser liberados de manera descontrolada, pueden filtrarse hacia cuerpos de agua cercanos, causando eutrofización, afectando la calidad del agua y la biodiversidad acuática (De Medina-Salas et al., 2021). El almacenamiento inadecuado de estos desechos genera malos olores y problemas de salud pública para las comunidades aledañas, lo cual refuerza la necesidad de abordar este problema de manera integral y sostenible (Voermans et al., 1994).

La relevancia de este análisis radica en la urgencia de encontrar un equilibrio entre la producción de alimentos y la conservación ambiental. Los sistemas intensivos de producción animal son, por un lado, eficientes en términos de rendimiento debido a su capacidad para producir mayores volúmenes de carne, leche y huevos en menos tiempo y espacio. Sin embargo, como han demostrado estudios recientes, esta eficiencia económica a menudo implica costos ambientales y sociales ocultos (Hermans & Vereijken, 1994). Una revisión de la literatura permite identificar las prácticas y tecnologías que, si bien no eliminan completamente los impactos ambientales, pueden contribuir a reducirlos considerablemente. Por ejemplo, técnicas de evaluación del ciclo de vida (LCA) han demostrado ser herramientas útiles para cuantificar estos impactos y buscar soluciones más sostenibles (Poore & Nemecek, 2018).

La viabilidad de proponer alternativas para mitigar el impacto ambiental de los sistemas intensivos radica en la creciente disponibilidad de tecnologías avanzadas, como biodigestores para el tratamiento de desechos, y prácticas de agricultura de precisión

para optimizar el uso de recursos como el agua y el alimento. Estos métodos no solo pueden reducir las emisiones de GEI, sino también mejorar la calidad de vida de las comunidades rurales mediante la reducción de la contaminación (De Medina-Salas et al., 2021). Asimismo, el enfoque en sistemas de alimentación más sostenibles, como el uso de fuentes de proteína alternativa, puede aliviar la presión sobre las tierras de cultivo, disminuyendo así la necesidad de deforestación (LEAP, 2021).

El objetivo de este artículo es revisar y sintetizar los hallazgos de la literatura reciente sobre el impacto ambiental de los sistemas intensivos de producción animal, con un enfoque en identificar las prácticas más sostenibles y las innovaciones tecnológicas que permitan reducir dichos impactos. La literatura consultada evidencia que, si bien la producción animal intensiva continuará siendo una necesidad ante la demanda global de alimentos, existen enfoques prometedores que, al ser implementados, podrían mitigar sus efectos adversos. Este análisis se dirige a investigadores, productores y responsables de políticas, quienes juegan un papel clave en la adopción de prácticas más sostenibles en el sector agropecuario.

La investigación aquí planteada busca no solo contribuir a la comprensión de los impactos actuales de estos sistemas, sino también a la identificación de soluciones factibles y escalables que puedan integrarse en las políticas públicas y en las prácticas agrícolas a nivel global. En este contexto, resulta esencial comprender que el desafío ambiental que plantean los sistemas intensivos no es simplemente un problema técnico, sino también uno ético y social, que requiere de una respuesta integral y colaborativa (Poore & Nemecek, 2018; LEAP, 2021).

2. Materiales y Métodos

En el presente estudio se adoptó un enfoque exploratorio basado en la revisión de literatura científica para analizar el impacto ambiental de los sistemas intensivos de producción animal. La metodología empleada consistió en la recopilación, selección y análisis crítico de estudios recientes y relevantes publicados en bases de datos académicas reconocidas, como Scopus, Web of Science y Google Scholar. Esta revisión se centró en artículos que abordan específicamente los efectos ambientales asociados con la producción intensiva de ganado, con especial atención a las emisiones de gases de efecto invernadero, la contaminación de suelos y aguas, y el uso de recursos como agua y energía.

Para la selección de los estudios, se establecieron criterios de inclusión y exclusión con el fin de garantizar la relevancia y calidad de las fuentes. Los criterios de inclusión contemplaron artículos publicados en los últimos diez años, estudios en inglés y español, y publicaciones en revistas indexadas que abordaran directamente los impactos ambientales de la ganadería intensiva. Se excluyeron estudios de producción extensiva, investigaciones de ámbito regional limitado sin representatividad global y estudios previos a la década de referencia, a menos que fueran citados por investigaciones recientes debido a su relevancia conceptual.

El análisis se llevó a cabo mediante una clasificación temática de los impactos ambientales reportados en la literatura, lo cual permitió una categorización estructurada de los hallazgos en áreas clave: emisiones de gases, contaminación hídrica y manejo

de desechos, y consumo de recursos. Cada área fue examinada desde la perspectiva de su contribución al cambio climático, la degradación de ecosistemas y los riesgos para la salud humana, a fin de proporcionar una visión integral de las consecuencias de los sistemas de producción animal intensiva. Posteriormente, se realizó una comparación de resultados entre las distintas fuentes, identificando puntos de consenso y controversia, así como propuestas de mitigación documentadas en la literatura.

Finalmente, la síntesis de los resultados permitió destacar las áreas críticas de impacto y las prácticas de mitigación potencialmente aplicables, estructurando los hallazgos de manera que ofrezcan una guía comprensiva para investigadores, responsables de políticas y productores interesados en el desarrollo de prácticas de producción más sostenibles. Esta revisión no pretende ser exhaustiva, sino que busca presentar una perspectiva general informada de los impactos ambientales de la ganadería intensiva y proponer líneas de investigación y acciones futuras basadas en los hallazgos más relevantes y actuales.

3. Resultados

3.1. Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) derivadas de los sistemas intensivos de producción animal representan un problema crítico en el contexto del cambio climático. Estas emisiones comprenden principalmente dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄), aunque también incluyen óxidos de nitrógeno (N₂O) y otros compuestos menos abundantes, pero con un alto potencial de calentamiento global. El aumento de estos gases está estrechamente relacionado con las prácticas de manejo en la ganadería intensiva, que incluyen el uso de insumos energéticos, el manejo de desechos y la fermentación entérica en rumiantes (FAO, 2020).

3.1.1. Incremento de CO₂ y CH₄ en Sistemas Intensivos

La producción de CO₂ en sistemas intensivos de ganadería ocurre principalmente durante el procesamiento y transporte de alimentos balanceados, el uso de maquinaria en la producción y el consumo energético en la infraestructura de producción animal. Esta emisión se incrementa en instalaciones de alta densidad de población animal debido a la demanda constante de ventilación y mantenimiento de temperatura en interiores (Gibon, 2005). En este contexto, la ganadería intensiva depende de alimentos concentrados (como maíz y soja), que no solo requieren tierra y recursos hídricos para su cultivo, sino también energía y fertilizantes, ambos asociados con emisiones adicionales de CO₂ (Poore & Nemecek, 2018).

Por otro lado, el metano es un gas con un potencial de calentamiento 25 veces mayor que el CO₂ a 100 años, y se emite principalmente durante la fermentación entérica en rumiantes (Frontiers, 2022). En el proceso digestivo de estos animales, microorganismos específicos en el rumen descomponen los carbohidratos complejos, generando metano como subproducto. Este CH₄ es liberado a la atmósfera a través de la respiración y eructación, representando una pérdida significativa de energía que podría ser aprovechada por el animal, además de un fuerte impacto ambiental. En los sistemas intensivos, donde la alimentación se optimiza para maximizar el crecimiento y

la producción, esta generación de metano es proporcionalmente mayor debido a la alta ingesta de nutrientes (Ku-Vera et al., 2022).

3.1.2. Comparación de Emisiones entre Sistemas Intensivos y Extensivos

Los sistemas intensivos, al maximizar la productividad en el menor espacio posible, generan una mayor concentración de emisiones de GEI por unidad de área en comparación con los sistemas extensivos. En los sistemas extensivos, los animales suelen pastar en praderas y tierras marginales que no son aptas para el cultivo de alimentos humanos, lo cual reduce la competencia por la tierra y limita la necesidad de fertilizantes y concentrados alimenticios. Adicionalmente, los suelos en los sistemas extensivos tienen una mayor capacidad para actuar como sumideros de carbono, lo que ayuda a mitigar las emisiones (Gibon, 2005).

Sin embargo, aunque los sistemas extensivos presentan menores emisiones directas de CO₂ y CH₄ por kilogramos de producto, también tienen una menor eficiencia productiva, lo que puede contrarrestar estos beneficios en términos de emisiones totales a largo plazo. Algunos estudios sugieren que, si bien los sistemas extensivos pueden ser menos intensivos en GEI por hectárea, requieren más tierra para producir la misma cantidad de carne o leche, lo cual podría promover prácticas insostenibles de uso de la tierra, como la deforestación en regiones críticas como la Amazonía (Poore & Nemecek, 2018).

3.1.3. Impacto del Tipo de Alimentación en las Emisiones de GEI

El tipo de alimentación es otro factor determinante en la producción de metano y otros GEI. Los sistemas intensivos emplean dietas con altos contenidos de proteínas y carbohidratos complejos, lo cual, si bien optimiza el crecimiento y la eficiencia alimentaria, incrementa la generación de metano durante la fermentación entérica (Ku-Vera et al., 2022). En estudios recientes, se ha demostrado que dietas ricas en proteínas de origen vegetal, como la soja y el maíz, pueden aumentar la producción de metano debido a su alta tasa de digestión y fermentación en el rumen de los rumiantes (Frontiers, 2022).

Para mitigar estos efectos, se han propuesto diversas estrategias nutricionales, como la adición de aditivos que inhiben la metanogénesis (producción de metano en el rumen) o el ajuste de la proporción de proteínas y carbohidratos en la dieta. Algunos aditivos naturales, como los taninos y ciertos aceites esenciales, han demostrado reducir la producción de metano al interferir en la actividad de los microorganismos metanogénicos. Sin embargo, su aplicación en sistemas intensivos enfrenta desafíos en cuanto a su efectividad y costo, por lo que se requiere una evaluación integral de su viabilidad (Gibon, 2005).

3.1.4. Contribución de la Producción Intensiva a la Huella de Carbono Global

El ciclo de vida de los productos de origen animal en sistemas intensivos, que incluye etapas desde la producción de insumos hasta el transporte y procesamiento final, contribuye significativamente a la huella de carbono global. Este impacto es evidente en estudios de análisis de ciclo de vida (LCA), que permiten evaluar las emisiones totales de GEI en todas las etapas de la cadena de suministro (Poore & Nemecek, 2018). Según datos recientes, la producción intensiva de carne, en particular de ganado vacuno y

porcino, es responsable de un porcentaje considerable de las emisiones globales de metano y óxido nitroso, gases con un impacto climático muy superior al del CO₂ en términos de potencial de calentamiento.

En cuanto a la producción de carne de cerdo y aves, la ganadería intensiva genera también una gran cantidad de desechos nitrogenados, los cuales, al ser liberados en forma de amoníaco y óxidos de nitrógeno, contribuyen al calentamiento global y la acidificación de ecosistemas circundantes. La implementación de tecnologías de tratamiento de desechos, como biodigestores y sistemas de gestión de efluentes, podría reducir parcialmente este impacto, transformando los residuos en biogás, aunque estas prácticas aún no están generalizadas en todas las regiones (FAO, 2020).

Para resumir, las emisiones de GEI en sistemas intensivos de producción animal representan una preocupación urgente para la sostenibilidad ambiental y el cambio climático. Estas emisiones no solo están impulsadas por la necesidad de maximizar la eficiencia productiva, sino también por las características intrínsecas del manejo de desechos y la alimentación en sistemas de alta densidad. Las estrategias de mitigación requieren un enfoque multifacético, incluyendo ajustes en las dietas, el uso de aditivos naturales y el tratamiento de desechos para reducir la huella de carbono. La transición hacia prácticas más sostenibles en la producción animal intensiva es esencial para reducir su contribución al cambio climático y promover una ganadería responsable.

3.2. Contaminación de Suelos y Aguas

La contaminación de suelos y aguas derivada de la producción animal intensiva es una preocupación ambiental crítica. La gran cantidad de desechos orgánicos, residuos químicos y nutrientes excedentes generados en estos sistemas se convierte en una fuente significativa de contaminación, afectando no solo los ecosistemas locales, sino también la calidad del agua potable y la salud pública (Environmental Working Group, 2023).

3.2.1. Eutrofización de Cuerpos de Agua

La eutrofización, causada principalmente por el exceso de nitrógeno y fósforo en los cuerpos de agua, es uno de los impactos más notorios de los sistemas intensivos de producción animal. Estos nutrientes, presentes en el estiércol animal, se filtran desde los campos hacia los ríos, lagos y otras fuentes hídricas, promoviendo el crecimiento excesivo de algas y fitoplancton. Cuando estas algas mueren y se descomponen, consumen oxígeno en el agua, provocando condiciones de hipoxia que afectan gravemente a la fauna acuática y a otros organismos dependientes de ese hábitat (IWMI, 2018). Este fenómeno, además, puede generar algas tóxicas, cuyos efectos negativos impactan tanto a los animales como a las personas que consumen agua o alimentos provenientes de áreas afectadas, aumentando los riesgos de enfermedades gastrointestinales y neurológicas en la población cercana (Environmental Working Group, 2023).

3.2.2. Acumulación de Metales Pesados y Antibióticos en el Suelo

Otro efecto ambiental significativo es la acumulación de metales pesados y residuos de antibióticos en el suelo. En los sistemas intensivos, los animales suelen recibir suplementos de minerales como el cobre y el zinc, que se acumulan en el suelo a través

de sus excrementos. Con el tiempo, esta acumulación de metales pesados afecta la calidad del suelo, dañando su estructura y reduciendo su capacidad para soportar cultivos sostenibles (Liu et al., 2024). Además, el uso frecuente de antibióticos para prevenir enfermedades en condiciones de hacinamiento contribuye a la presencia de residuos antimicrobianos en el suelo, que pueden afectar negativamente a la microbiota edáfica y facilitar la propagación de bacterias resistentes a los antibióticos, lo cual representa un riesgo creciente para la salud pública y los ecosistemas.

3.2.3. Filtración de Contaminantes hacia Aguas Subterráneas

La filtración de contaminantes hacia las aguas subterráneas es una consecuencia alarmante del manejo inadecuado de los desechos líquidos en la ganadería intensiva. Los nitratos, derivados de los fertilizantes y residuos animales, son particularmente móviles en el suelo y pueden alcanzar fácilmente los acuíferos subterráneos. El consumo de agua con altos niveles de nitratos puede causar problemas de salud graves, como el síndrome del bebé azul en niños, y se ha vinculado con algunos tipos de cáncer en adultos (IWMI, 2018). Este problema es especialmente relevante en zonas agrícolas donde la demanda de agua subterránea para el riego y el consumo humano es alta, aumentando el riesgo de exposición prolongada a contaminantes peligrosos (Environmental Working Group, 2023).

3.2.4. Salinización del Suelo por Uso Excesivo de Fertilizantes y Desechos Líquidos

La salinización del suelo es otra preocupación derivada de los sistemas intensivos de producción animal, especialmente en regiones áridas y semiáridas. El uso excesivo de fertilizantes y la aplicación de desechos líquidos animales pueden incrementar la concentración de sales en el suelo, afectando su estructura y fertilidad. La acumulación de sales reduce la capacidad del suelo para retener agua y nutrientes, limitando la productividad agrícola y afectando la biodiversidad edáfica. Este problema no solo disminuye la viabilidad de los terrenos para futuros cultivos, sino que también contribuye a la degradación ambiental a largo plazo en áreas de intensa actividad agropecuaria.

En síntesis, la contaminación de suelos y aguas en los sistemas de producción animal intensiva genera una serie de impactos ambientales y de salud pública que requieren una atención urgente. Las prácticas actuales de gestión de desechos y el uso intensivo de insumos químicos han incrementado los niveles de eutrofización, metales pesados y residuos de antibióticos en el medio ambiente. Para mitigar estos problemas, se necesita implementar tecnologías de tratamiento de desechos más avanzadas, así como regulaciones estrictas sobre el uso de fertilizantes y antibióticos. De esta manera, será posible reducir los efectos adversos de la producción animal intensiva sobre los recursos naturales y proteger la calidad del suelo y el agua para las generaciones futuras.

3.3. Uso y Consumo de Recursos Naturales

La producción animal intensiva es uno de los sistemas alimentarios más demandantes en cuanto al uso de recursos naturales, particularmente agua, tierra y energía, y su creciente expansión implica múltiples desafíos ambientales y sociales. A continuación, se analizan en mayor profundidad estos aspectos y sus impactos sobre los recursos naturales, teniendo en cuenta la importancia de abordar la sostenibilidad en la producción alimentaria para reducir la presión sobre el medio ambiente.

3.3.1. Alta Demanda de Agua

La ganadería intensiva es uno de los principales consumidores de agua en la agricultura, no solo para el consumo de los animales, sino también para la producción de forrajes y alimentos concentrados que constituyen la base de su dieta. La llamada “huella hídrica” de la producción animal refleja el total de agua requerida en todas las etapas de la cadena de suministro. Para ponerlo en perspectiva, la producción de carne de res tiene una huella hídrica considerablemente mayor en comparación con otros productos animales y vegetales. Un kilogramo de carne de res, por ejemplo, puede requerir hasta 15,000 litros de agua, en contraste con la producción de alimentos vegetales como cereales o legumbres, que requieren significativamente menos agua para producir una cantidad equivalente de proteínas o calorías (Mekonnen & Hoekstra, 2010).

Esta demanda de agua no se limita al consumo directo en granjas, sino que se extiende a la producción de cultivos de forraje como la soja y el maíz, que representan hasta el 98% de la huella hídrica de los productos cárnicos. En consecuencia, esta dependencia crea una presión adicional en regiones con escasez de agua, particularmente en áreas áridas y semiáridas donde la producción animal compite directamente con las necesidades hídricas de las comunidades locales y la agricultura de subsistencia (World Resources Institute, 2016). En tiempos de sequía y bajo los efectos del cambio climático, la alta demanda de agua en estos sistemas se convierte en un factor crítico que amenaza la disponibilidad de agua para otros usos esenciales.

3.3.2. Uso Intensivo de Tierra y Deforestación

La producción animal intensiva también es responsable de un uso intensivo de tierras cultivables, especialmente para el cultivo de forrajes. Este sistema depende en gran medida de grandes extensiones de tierra para producir alimentos concentrados, lo cual ha impulsado la deforestación en diversas regiones del mundo, particularmente en la Amazonía, que es un proveedor clave de soja para la industria de alimentación animal (Broom, 2019). La conversión de bosques y tierras silvestres en terrenos agrícolas no solo afecta la biodiversidad al eliminar hábitats de especies, sino que también contribuye al cambio climático al liberar grandes cantidades de carbono almacenado en la vegetación y el suelo.

Un aspecto crucial en este contexto es la baja eficiencia en el uso de la tierra. Se estima que la ganadería intensiva ocupa el 77% de las tierras agrícolas globales, pero solo aporta alrededor del 37% de la proteína total consumida a nivel mundial. Este desequilibrio en el uso de recursos refleja la ineficiencia del sistema en términos de conversión de insumos agrícolas en proteínas animales (Oxford Academic, 2023). Además, el cambio de uso de suelo asociado con la expansión de la producción animal no solo degrada la calidad del suelo, sino que también puede afectar el ciclo hidrológico local, exacerbando la erosión y reduciendo la capacidad del suelo para retener agua.

3.3.3. Dependencia de Energía Fósil

La producción animal intensiva es altamente dependiente de la energía fósil en todas sus etapas, desde la producción y el procesamiento de alimentos hasta el transporte y la refrigeración de productos finales. Los combustibles fósiles se utilizan para producir fertilizantes y pesticidas que se aplican en los cultivos de forraje, así como para alimentar la maquinaria agrícola y los sistemas de riego utilizados en la producción.

Además, el transporte de alimentos y productos animales desde y hacia las granjas, en conjunto con la energía necesaria para la refrigeración y el procesamiento de la carne, incrementa la huella energética de estos sistemas (World Resources Institute, 2016).

La elevada dependencia de combustibles fósiles incrementa la huella de carbono de la producción animal, contribuyendo a las emisiones de dióxido de carbono (CO₂) y otros GEI responsables del cambio climático. De hecho, se ha estimado que la producción animal representa aproximadamente el 14.5% de las emisiones globales de GEI, siendo el uso de energía un factor clave en este impacto. Para poner en perspectiva esta dependencia, estudios han mostrado que la huella energética de la carne es considerablemente más alta en comparación con alimentos vegetales, en gran parte debido a las necesidades energéticas de los insumos y la logística asociada (Broom, 2019). Esto subraya la necesidad de buscar alternativas energéticas más sostenibles, como el uso de biogás generado a partir de residuos animales, aunque su implementación sigue siendo limitada en muchas regiones.

3.3.4. Escasez de Recursos Hídricos y Cambio Climático

En muchas regiones donde la producción animal intensiva se ha expandido, la escasez de recursos hídricos ya es una realidad debido a las limitaciones geográficas y climáticas. A medida que el cambio climático avanza, los patrones de precipitación se vuelven más erráticos, con sequías más frecuentes e intensas que exacerban la escasez de agua en áreas críticas para la producción agrícola y ganadera. En este contexto, la alta demanda de agua en la producción animal intensiva no solo agrava la situación, sino que también plantea desafíos adicionales para la gestión sostenible de los recursos hídricos (World Resources Institute, 2016).

La sobreexplotación de los recursos hídricos en regiones áridas y semiáridas no solo afecta la disponibilidad de agua para la agricultura local y el consumo humano, sino que también compromete los ecosistemas locales y la capacidad de estas áreas para sostener una producción sostenible a largo plazo. La competencia por el agua entre la ganadería intensiva y otros sectores agrava los conflictos socioambientales, creando tensiones entre la necesidad de mantener la producción alimentaria y la conservación de los recursos naturales (Oxford Academic, 2023).

La producción animal intensiva impone una carga considerable sobre los recursos naturales, y su expansión plantea desafíos significativos en términos de sostenibilidad. La alta demanda de agua, el uso extensivo de tierras y la dependencia de energía fósil son factores que incrementan la huella ambiental de estos sistemas. La necesidad de implementar prácticas más sostenibles en la producción animal se vuelve cada vez más evidente, especialmente en el contexto del cambio climático, para reducir la presión sobre los recursos y asegurar la viabilidad a largo plazo de los sistemas de producción alimentaria. La transición hacia alternativas sostenibles, como la gestión mejorada de residuos y la diversificación de fuentes de energía, es esencial para mitigar los impactos de la producción animal intensiva sobre el medio ambiente y promover una gestión responsable de los recursos naturales.

3.4. Manejo de Residuos y Olores

La gestión de residuos y olores en sistemas intensivos de producción animal constituye un desafío significativo, tanto por su impacto ambiental como por las afectaciones a la

salud pública y el bienestar de las comunidades aledañas. Estos sistemas generan grandes cantidades de desechos orgánicos y emiten gases y partículas que afectan la calidad del aire y del suelo. A continuación, se analizan en profundidad los principales problemas y limitaciones en el manejo de residuos en este tipo de producción.

Los sistemas intensivos de producción animal generan volúmenes masivos de desechos orgánicos, que incluyen heces, orina y restos de alimentos no consumidos. La gestión de estos residuos suele ser deficiente, y en muchos casos, se almacenan en fosas o lagunas abiertas sin tratamiento adecuado, lo que facilita la proliferación de agentes patógenos y el escape de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo hacia el ambiente (FAIRR, 2023). Estos nutrientes, al infiltrarse en el suelo o escurrirse hacia cuerpos de agua cercanos, pueden provocar problemas como la eutrofización y la contaminación de aguas subterráneas, exacerbando el impacto ambiental de estas explotaciones (National Agricultural Law Center, 2023).

Uno de los efectos más notorios de los sistemas intensivos es la emisión de olores fuertes y persistentes, que se derivan de la descomposición de los residuos animales. Entre los compuestos más problemáticos se encuentran el amoníaco (NH_3) y el sulfuro de hidrógeno (H_2S), ambos generados en ambientes anaeróbicos característicos de las instalaciones ganaderas intensivas. El amoníaco, por ejemplo, se produce durante la descomposición de la urea y otros compuestos nitrogenados, y al ser liberado al aire, se convierte en partículas de amonio que pueden afectar negativamente la calidad del aire y causar irritación en los ojos, la nariz y el sistema respiratorio de las personas expuestas (Umweltbundesamt, 2023).

Además, el sulfuro de hidrógeno, que se produce en condiciones anaeróbicas, emite un olor similar al huevo podrido y, en altas concentraciones, puede ser tóxico. Las personas que viven cerca de estas instalaciones reportan síntomas como dolores de cabeza, problemas respiratorios y náuseas, lo que refleja el impacto de estos contaminantes en la salud y el bienestar de las comunidades cercanas (NCCH, 2023). Estudios epidemiológicos han encontrado una relación entre la exposición a estas emisiones y un aumento en los síntomas de estrés psicológico y enfermedades respiratorias en las poblaciones que residen en las cercanías de granjas intensivas, destacando la necesidad de estrategias de mitigación efectivas (Schiffman et al., 1995; Radon et al., 2004).

A pesar de los problemas asociados con los desechos en la ganadería intensiva, las estrategias de mitigación actuales suelen ser inadecuadas para controlar las emisiones y el impacto de los desechos líquidos y sólidos. Los métodos convencionales, como el almacenamiento de residuos en lagunas abiertas o la aplicación directa de estiércol en el suelo, no solo son insuficientes para reducir las emisiones de amoníaco y otros gases nocivos, sino que también representan riesgos de contaminación para el suelo y los cuerpos de agua. Algunas innovaciones, como los sistemas de limpieza de aire y la aplicación de tecnologías de bajo impacto en la distribución de estiércol, han mostrado potencial para reducir las emisiones, pero su adopción sigue siendo limitada y costosa (Umweltbundesamt, 2023).

Por ejemplo, los sistemas de limpieza de aire utilizados en granjas de cerdos en Alemania han logrado disminuir las emisiones de amoníaco, pero estos sistemas requieren altos costos de instalación y mantenimiento, lo que dificulta su implementación

en regiones de bajos recursos (FAIRR, 2023). Otras tecnologías, como los biodigestores, ofrecen una alternativa sostenible al convertir los residuos en biogás, aunque su uso en granjas intensivas aún no está ampliamente extendido. Estas deficiencias reflejan la necesidad de políticas más estrictas y de subsidios para incentivar el uso de tecnologías de tratamiento de desechos en la producción animal intensiva.

La presencia de instalaciones intensivas de producción animal tiene un impacto directo en la calidad de vida de las comunidades aledañas. Los malos olores y los problemas de calidad del aire no solo generan molestias, sino que también afectan el valor de las propiedades y contribuyen a la degradación del entorno local. En varios estudios, se ha encontrado que los residentes cercanos a estas instalaciones reportan una disminución significativa en su calidad de vida, con síntomas de estrés psicológico y problemas de salud que incluyen dificultades respiratorias, irritación ocular y efectos en el sistema inmunológico (NCCH, 2023; Radon et al., 2004).

Además, el impacto en la percepción de bienestar es significativo, ya que los olores y los problemas ambientales asociados con la ganadería intensiva reducen la satisfacción y el confort de las comunidades, generando conflictos y aumentando la presión para la regulación de estas instalaciones. La falta de medidas de mitigación efectivas y de transparencia en las políticas de manejo de residuos intensifica estos conflictos y resalta la necesidad de un enfoque más riguroso y equitativo en la regulación de estos sistemas.

El manejo de residuos y olores en los sistemas de producción animal intensiva plantea retos ambientales y sociales importantes. La generación de grandes cantidades de desechos, las emisiones tóxicas y la falta de estrategias efectivas de mitigación no solo afectan el ambiente, sino que también comprometen la salud y el bienestar de las comunidades circundantes. Para abordar estos problemas, es fundamental promover políticas que incentiven el desarrollo e implementación de tecnologías de manejo de residuos más sostenibles, así como regulaciones que garanticen una gestión adecuada y minimicen los efectos negativos de estos sistemas en el medio ambiente y en la salud pública.

4. Discusión

La producción animal intensiva, aunque responde a la creciente demanda global de productos de origen animal, plantea desafíos ambientales y sociales que requieren una evaluación crítica de sus impactos y de las prácticas actuales de gestión. Este sistema de producción ejerce una presión desproporcionada sobre los recursos naturales y genera externalidades ambientales significativas, como las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), la contaminación de suelos y aguas, la sobreexplotación de recursos hídricos y la emisión de contaminantes que afectan la calidad de vida de las comunidades aledañas.

Uno de los aspectos más críticos es la contribución de la ganadería intensiva a las emisiones de GEI, principalmente en forma de dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄). Estos gases, especialmente el metano, que tiene un potencial de calentamiento global mucho mayor que el CO₂, son subproductos de procesos metabólicos y de la gestión de desechos en condiciones anaeróbicas (Poore & Nemecek, 2018). Aunque

los sistemas intensivos maximizan la eficiencia en términos de producción, esta eficiencia económica está acompañada de un alto costo ambiental. El metano emitido por la fermentación entérica y la descomposición de residuos en condiciones de almacenamiento inadecuado representa una pérdida significativa de energía alimentaria para el animal y contribuye al cambio climático. Estudios recientes han demostrado que, a pesar de los avances en eficiencia productiva, las emisiones absolutas de GEI de la producción animal intensiva siguen en aumento (FAO, 2020).

Además de los GEI, la producción intensiva genera contaminantes en los suelos y cuerpos de agua a través de los nutrientes y químicos presentes en los desechos animales. El uso de fertilizantes y antibióticos en estos sistemas contribuye a la acumulación de metales pesados y residuos antimicrobianos en el suelo, afectando la biodiversidad edáfica y promoviendo la resistencia a los antibióticos en microorganismos patógenos (Liu et al., 2024). La eutrofización de cuerpos de agua, causada por el exceso de nitrógeno y fósforo provenientes del estiércol, resulta en proliferación de algas y condiciones de hipoxia que alteran los ecosistemas acuáticos y representan riesgos de salud pública para las comunidades locales. La complejidad de esta contaminación resalta la insuficiencia de las prácticas actuales de manejo de residuos, que en muchos casos no están diseñadas para mitigar estos efectos en su totalidad (National Agricultural Law Center, 2023).

El uso intensivo de recursos naturales en la producción animal también contribuye a la degradación ambiental y a la competencia por recursos hídricos y terrestres. La producción de carne y otros productos de origen animal requiere grandes extensiones de tierra para el cultivo de forrajes, lo cual impulsa la deforestación en regiones como la Amazonía y afecta la capacidad de los suelos para actuar como sumideros de carbono (Mekonnen & Hoekstra, 2010). Esta presión sobre la tierra no solo disminuye la biodiversidad, sino que también contribuye a las emisiones de CO₂ al liberar el carbono almacenado en los bosques y suelos. Por otra parte, la demanda de agua en estos sistemas es desproporcionadamente alta en comparación con la producción de alimentos vegetales, lo que exacerba la escasez de agua en regiones vulnerables y reduce la disponibilidad de agua para otros usos esenciales, especialmente en contextos de cambio climático donde la frecuencia e intensidad de las sequías van en aumento (Oxford Academic, 2023).

El manejo de residuos y los olores generados en la ganadería intensiva también plantean desafíos considerables. Los malos olores y las emisiones tóxicas, como el amoníaco y el sulfuro de hidrógeno, afectan la calidad del aire y la salud de las comunidades aledañas. Estos compuestos, que se generan en condiciones anaeróbicas, no solo provocan molestias, sino que también están asociados con problemas respiratorios y estrés psicológico en las personas expuestas (Schiffman et al., 1995; Umweltbundesamt, 2023). La insuficiencia de estrategias de mitigación efectivas refleja la necesidad de mejorar la infraestructura y la tecnología en el manejo de desechos, como el uso de biodigestores y sistemas de limpieza de aire que puedan reducir la carga contaminante en estos sistemas (NCCH, 2023).

En conclusión, el análisis de la producción animal intensiva desde una perspectiva de sostenibilidad revela una serie de externalidades ambientales y sociales que cuestionan la viabilidad de estos sistemas a largo plazo. La elevada demanda de recursos, la contribución a las emisiones de GEI, la contaminación de suelos y aguas, y los efectos

sobre la salud pública y el bienestar de las comunidades exigen un replanteamiento de las prácticas actuales. Para mitigar estos impactos, es esencial avanzar hacia prácticas de manejo de residuos más sostenibles, mejorar la eficiencia en el uso de agua y tierra, y adoptar políticas que incentiven la transición hacia tecnologías que reduzcan las emisiones y la contaminación. La transición hacia una producción animal más responsable y sostenible es fundamental para garantizar que los beneficios económicos de estos sistemas no se logren a costa del medio ambiente y la calidad de vida de las generaciones futuras.

5. Conclusiones

La producción animal intensiva, aunque responde a la creciente demanda mundial de productos de origen animal, representa un desafío significativo para la sostenibilidad ambiental y la salud pública. Este sistema se caracteriza por un uso desproporcionado de recursos naturales, incluyendo agua, tierra y energía, lo cual genera múltiples impactos negativos en el ambiente y las comunidades cercanas. La gran cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero, como el metano y el dióxido de carbono, contribuye significativamente al cambio climático, mientras que la contaminación de suelos y aguas, derivada del manejo inadecuado de los desechos, afecta la biodiversidad y la salud de los ecosistemas acuáticos y terrestres.

La dependencia de tierras cultivables para la producción de forrajes, junto con la expansión de áreas destinadas a la ganadería, fomenta la deforestación y degrada los suelos, disminuyendo su capacidad para retener carbono y afectando los ciclos hidrológicos locales. Esta presión sobre los recursos agrava la competencia por el agua en regiones vulnerables, especialmente en contextos de cambio climático, donde la disponibilidad de este recurso es cada vez más limitada. Asimismo, el manejo inadecuado de residuos y la generación de malos olores impactan negativamente en la calidad del aire y el bienestar de las comunidades aledañas, aumentando los riesgos de enfermedades respiratorias y otros problemas de salud pública.

La falta de estrategias de mitigación efectivas y la dependencia de prácticas convencionales en la gestión de desechos resaltan la necesidad de adoptar enfoques más sostenibles y tecnologías avanzadas que reduzcan las emisiones y minimicen los impactos ambientales de estos sistemas. Es fundamental promover políticas de manejo sostenible que incentiven la implementación de tecnologías de tratamiento de desechos y el uso eficiente de recursos, de manera que se minimice la huella ambiental de la producción animal intensiva y se mejore la calidad de vida de las comunidades afectadas.

En síntesis, la sostenibilidad a largo plazo de la producción animal intensiva depende de la transición hacia prácticas más responsables y respetuosas con el ambiente. Es esencial abordar los desafíos de manera integral, considerando tanto los beneficios económicos como las implicaciones ambientales y sociales, para garantizar un sistema de producción de alimentos que sea viable y justo para las generaciones futuras.

Referencias Bibliográficas

- Astudillo-Martínez, W. J., Andrade-Bravo, A. G., García-Valdez, J.-D., & Almenabaguerrero, Y. F. (2023). *Un Análisis Científico del Ruido Ambiental y Laboral en Sectores Urbanos*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.50>
- Broom, D. M. (2019). Land and water usage in beef production systems. *Animals*, 9(6), 286. <https://doi.org/10.3390/ani9060286>
- De Medina-Salas, L., Velásquez-De la Cruz, R., & Huerta-Silva, H. D. (2021). Environmental Impacts Associated with Intensive Production in Pig Farms in Mexico through Life Cycle Assessment. *Sustainability*, 13(20), 11248. <https://doi.org/10.3390/su132011248>
- Environmental Working Group. (2023). *Animal feeding operations harm the environment, climate and public health*. Recuperado de <https://www.ewg.org>
- Espinoza-Mina, M. A., & Colina-Vargas, A. M. (2024). *Tendencias en el acceso abierto a información ambiental en la Amazonía*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.108>
- FAIRR. (2023). How waste mismanagement drives biodiversity loss and health risks. Recuperado de <https://www.fairr.org>
- FAO. (2020). *Greenhouse gas emissions from agrifood systems*. FAO. Recuperado de <https://www.fao.org/faostat/en/#data>
- Gibon, A. (2005). Managing grassland for production, the environment and the landscape. Challenges at the farm and the landscape level. *Livestock Production Science*, 96(1), 11-31. <https://doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.05.006>
- Guamán-Rivera, S. A. (2022). Desarrollo de Políticas Agrarias y su Influencia en los Pequeños Agricultores Ecuatorianos. *Revista Científica Zambos*, 1(3), 15-28. <https://doi.org/10.69484/rcz/v1/n3/30>
- Hermans, C. M. L., & Vereijken, P. H. (1994). Grazing husbandry based on sustainable nutrient management. In *Biological Basis of Sustainable Animal Production* (pp. 113–122). European Association for Animal Production.
- IWMI. (2018). *Water pollution from agriculture: A global review*. International Water Management Institute.
- Ku-Vera, J. C., et al. (2022). *Feeding and nutritional strategies to reduce livestock greenhouse gas emissions*. *Frontiers in Veterinary Science*. <https://doi.org/10.3389/fvets.2022.863910>
- LEAP. (2021). The environmental impacts of intensive and extensive systems. Recuperado de <https://www.leap.ox.ac.uk/>
- Liu, J., Zhuang, Z., Wang, Q., & Li, H. (2024). Heavy metals in agricultural soils: Sources, influencing factors, and remediation strategies. *Toxics*, 12(1), 63. <https://doi.org/10.3390/toxics12010063>
- Loor-Macías, M. G., Mendoza-Cevallos, M. G., Alcívar-Catagua, M. A., Álvarez-Gutiérrez, Y. de las M., Lino-García, M. J., Cañarte-Baque, S. J., Gras-Rodríguez, R., Quimis-Gómez, A. J., & Fienco-Bacusoy, A. R. (2024). *Regulaciones Ambientales y de Seguridad Laboral en Ecuador*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.93>

- Mekonnen, M. M., & Hoekstra, A. Y. (2010). The green, blue and grey water footprint of farm animals and animal products. *Water Resources Research*, 45(5). <https://doi.org/10.1029/2009WR008836>
- Mieles-Giler, J. W., Guerrero-Calero, J. M., Moran-González, M. R., & Zapata-Velasco, M. L. (2024). Evaluación de la degradación ambiental en hábitats Naturales. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(3), 65–88. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n3/121>
- National Agricultural Law Center. (2023). Air quality issues and animal agriculture: A primer. Recuperado de <https://nationalaglawcenter.org>
- NCCH. (2023). Air quality and community health impact of animal manure management. Recuperado de <https://ncceh.ca>
- Oxford Academic. (2023). The hidden water resource use behind meat and dairy. Recuperado de <https://academic.oup.com>
- Poore, J., & Nemecek, T. (2018). Reducing food's environmental impacts through producers and consumers. *Science*, 360(6392), 987–992. <https://doi.org/10.1126/science.aag0216>
- Rojas, F. E., & Saavedra-Mera, K. A. . (2022). Diversificación de Cultivos y su Impacto Económico en las Fincas Ecuatorianas. *Revista Científica Zambos*, 1(1), 51-68. <https://doi.org/10.69484/rcz/v1/n1/21>
- Sangacha-Tapia, L. M., Celi, R. J., Acosta-Guzmán, I. L., & Varela-Tapia, E. A. (2024). *Inteligencia Artificial Aplicada a Procesamiento de Lenguaje Natural (NLP) con Python y Machine Learning*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.88>
- Schiffman, S. S., et al. (1995). The impact of odor from swine operations on community health. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 8(1), 47-56.
- Umweltbundesamt. (2023). Ammonia, dust and odour emissions from livestock farming. Recuperado de <https://www.umweltbundesamt.de>
- Vargas-Fonseca, A. D., Borja-Cuadros, O. M., & Cristiano-Mendivelso, J. F. (2023). *Introducción a la estructura ecológica principal del Distrito Capital y su región ambiental: Conceptos fundamentales, ordenamiento territorial e instrumentos jurídicos*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.2022.34>
- Voermans, J. A. M., Verdoes, N., & Hartog, L. A. den. (1994). Environmental impact of pig farming. *Pig News and Information*, 15, 51-54.
- World Resources Institute. (2016). Animal-based foods are more resource-intensive than plant-based foods. Recuperado de <https://www.wri.org>

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.