

Artículo de Investigación

La actividad ganadera colombiana en la perspectiva de lograr los objetivos de desarrollo sostenible

Colombian livestock activity in the perspective of achieving sustainable development objectives

Oscar Eduardo Hurtado Montenegro¹: Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colombia.

oscar.hurtado.montenegro@uniautonom.edu.co

Arnol Arias Hoyos: Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colombia.

arnol.arias.h@uniautonom.edu.co

Jaiver Orley Anacona Piamba: Corporación Universitaria Autónoma del Cauca, Colombia.

javier.anacona.p@uniautompma.edu.co

Fecha de Recepción: 28/05/2024

Fecha de Aceptación: 26/07/2024

Fecha de Publicación: 17/09/2024

Cómo citar el artículo:

Hurtado Montenegro, O. E., Arias Hoyo, A. y Anacona Piamba, J. O. (2024). La actividad ganadera colombiana en la perspectiva de lograr los objetivos de desarrollo sostenible [Colombian livestock activity in the perspective of achieving sustainable development objectives]. *European Public & Social Innovation Review*, 9, 1-19. <https://doi.org/10.31637/epsir-2024-774>

Resumen:

Introducción: La ganadería juega un papel crucial en la seguridad alimentaria y la economía global, contribuyendo con el 40-50% del PIB a nivel mundial y con el 21,8% del PIB agropecuario en Colombia. Sin embargo, enfrenta retos de sostenibilidad ambiental relacionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). **Metodología:** Se realizó una revisión sistemática de la literatura utilizando la base de datos Scopus, seleccionando artículos de investigación pertinentes a través de ecuaciones de búsqueda específicas. **Resultados:** El estudio identificó la importancia de la ganadería en aspectos socioeconómicos tanto a nivel mundial como nacional. Se analizaron los impactos ambientales de la ganadería y su relación con los ODS, así como las alternativas para mejorar su sostenibilidad. **Discusión:** Se discutió la necesidad de equilibrar la productividad económica con la sostenibilidad ambiental

¹ Autor Correspondiente: Oscar Eduardo Hurtado Montenegro. Corporación Universitaria Autónoma del Cauca (Colombia).

mediante estrategias como los sistemas silvopastoriles y enfoques agroecológicos, que pueden mitigar los impactos ambientales. **Conclusiones:** La transición hacia la sostenibilidad en la ganadería es crucial para alcanzar los ODS. Las estrategias basadas en prácticas agroecológicas y sistemas silvopastoriles pueden contribuir al equilibrio entre la productividad y la sostenibilidad socioambiental, alineándose con la Agenda 2030.

Palabras clave: Ganadería; objetivos de desarrollo sostenible; impactos ambientales; sostenibilidad; ganadería extensiva; ganadería intensiva; seguridad alimentaria; silvopastoriles.

Abstract:

Introducción: La ganadería juega un papel crucial en la seguridad alimentaria y la economía global, contribuyendo con el 40-50% del PIB a nivel mundial y con el 21,8% del PIB agropecuario en Colombia. Sin embargo, enfrenta retos de sostenibilidad ambiental relacionados con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). **Metodología:** Se realizó una revisión sistemática de la literatura utilizando la base de datos Scopus, seleccionando artículos de investigación pertinentes a través de ecuaciones de búsqueda específicas. **Resultados:** El estudio identificó la importancia de la ganadería en aspectos socioeconómicos tanto a nivel mundial como nacional. Se analizaron los impactos ambientales de la ganadería y su relación con los ODS, así como las alternativas para mejorar su sostenibilidad. **Discusión:** Se discutió la necesidad de equilibrar la productividad económica con la sostenibilidad ambiental mediante estrategias como los sistemas silvopastoriles y enfoques agroecológicos, que pueden mitigar los impactos ambientales. **Conclusiones:** La transición hacia la sostenibilidad en la ganadería es crucial para alcanzar los ODS. Las estrategias basadas en prácticas agroecológicas y sistemas silvopastoriles pueden contribuir al equilibrio entre la productividad y la sostenibilidad socioambiental, alineándose con la Agenda 2030.

Keywords: livestock; sustainable development goals; environmental impacts; sustainability; extensive livestock farming; intensive livestock farming; food security; silvopastoralism.

1. Introducción

La ganadería bovina desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria, la nutrición, mitigación de la pobreza y el crecimiento económico a nivel mundial, esta actividad incluye aproximadamente a 1.300 millones de productores y minoristas que contribuyen con el 40-50 % del producto interno bruto (PIB) agrícola (FAO, 2020, 2023), sin embargo esta actividad es directamente responsable de más del 14% de las emisiones totales de gases efecto invernadero (GEI) y de impactos ambientales hacia el consumo y contaminación del agua, degradación del suelo, problemas de deforestación, pérdida de biodiversidad, inferior a las emisiones generadas por el sector de transporte que representan un 25% (Gerssen-Gondelach *et al.*, 2017; Soriano-Robles *et al.*, 2018).

Este panorama, evidencia la necesidad de implementar estrategias de producción encaminadas a que su dinámica afecte lo menos posible el equilibrio ambiental, en una lógica que contribuya al logro de los denominados Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), iniciativa de las Naciones Unidas que busca abordar una serie de desafíos globales y promover un desarrollo sostenible para mejorar la calidad de vida de las personas y proteger el planeta. Tales objetivos fueron adoptados por todos los Estados miembros de las Naciones Unidas como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible (Gómez-Gil, 2017; Hidalgo-Capitán *et al.*, 2019), en este contexto, la ganadería puede aportar positivamente a algunos de estos ODS, como la seguridad alimentaria, pero también plantea desafíos importantes en términos de sostenibilidad ambiental, salud humana y bienestar animal.

De hecho, con una actual población mundial de 7.6 mil millones, se espera que para el año 2030 alcance los 8.6 mil millones, para 2050 9.8 mil millones y para 2100 11.2 mil millones, aumentando alrededor de 83 millones de personas a la población del planeta anualmente, con una tendencia ascendente en el volumen poblacional, tales proyecciones permiten avizorar los problemas de un futuro inmediato (FAO, 2023; United Nations, 2017), como el incremento en la demanda de alimentos a partir de la ganadería donde la producción mundial tendrá que aumentar para el año 2050 hasta en un 60%; usando tierras que ya están siendo cultivadas o ampliando la frontera agrícola, todo esto con la finalidad de producir más, utilizando menos recursos naturales y al tiempo hacer frente al cambio climático (Morales *et al.*, 2016).

En Colombia, la ganadería bovina en el área agropecuaria que ocupa la mayor parte y es una actividad de gran importancia desde el punto de vista socio - económico. El área dedicada a la ganadería es nueve veces mayor que la agrícola; constituye el 67% del valor de la producción pecuaria y el 30% del valor de la producción agropecuaria (Astaíza *et al.*, 2017). En este contexto y, por las razones expuestas, este trabajo se enfoca en la importancia de la ganadería, sus impactos ambientales y la necesidad de la transición hacia prácticas ganaderas más sostenibles que permitan la promoción de sistemas alimentarios más equitativos y eficientes para alinear la ganadería con los objetivos de desarrollo sostenible.

2. Metodología

El desarrollo de esta investigación pretende diagnosticar la ganadería y evaluar su relación con los objetivos de desarrollo sostenible, impactos ambientales generados esta actividad y alternativas de sostenibilidad en la producción ganadera. El estudio tiene carácter exploratorio, pues busca recolectar y registrar los hechos de la realidad (Gómez *et al.*, 2015). El levantamiento bibliográfico sobre este tema se basó en la recopilación de artículos de investigación y revisión, documentos institucionales publicados en bases de datos y/o repositorios de universidades reconocidas del país entre los años 2014 y 2024. El método usado en este estudio se enfoca en la revisión sistemática de la literatura y desarrolla un proceso articulado al tema de investigación, el cual, inicia con la definición de preguntas de investigación como:

¿Cómo se contextualiza la ganadería a nivel mundial y en Colombia? ¿Qué papel cumple la ganadería en los objetivos de desarrollo sostenible en Colombia? ¿Qué impactos ambientales se generan por la ganadería?, ¿Qué alternativas de producción existen para una ganadería sostenible?

Definidas las preguntas de investigación, se han utilizado ecuaciones de búsqueda donde se concreta con palabras clave: ganadería, objetivos de desarrollo sostenible, impactos ambientales, ganadería sostenible, y sus semejantes en el idioma inglés, para las ecuaciones de búsqueda se utilizó el operador booleano AND de la siguiente manera:

Ganadería AND objetivos desarrollo sostenible

Ganadería AND desarrollo

Ganadería AND impactos ambientales

Ganadería AND sostenibilidad

En cuanto a la clasificación, se efectuó un análisis cuantitativo que tuvo en cuenta la base de datos Scopus en donde se incluyeron criterios tales como: I. El artículo debe contener estudios sobre ganadería, II. El artículo ha de ser investigativo o de revisión; III. Debe integrar temas articulados con los objetivos que considera la Agenda 2030 en los ODS. Criterios de exclusión: I. Tesis de grado o de pregrado, guías técnicas, informes técnicos, II. Publicaciones antes del año 2014, III. Publicación no disponible en formato digital. En cuanto a la clasificación y extracción de la información, una vez establecidos los criterios de inclusión y exclusión, se procede con el análisis cuantitativo para lo cual se toman en cuenta indicadores tales como: año de publicación, cantidad de publicaciones por año, para luego realizar un análisis del contenido específico de los temas de interés (Gómez *et al.*, 2016; Monsalve *et al.*, 2020; Puerto *et al.*, 2020).

3. Resultados

A partir de la palabra ganadería, la base de datos Scopus arrojó un total de 7.433 artículos de los cuales 6.390 corresponden a artículos de investigación, 496 artículos de revisión y 547, en cuanto a otras clases de documentos tales como capítulos de libro, notas, borradores, etc., publicados entre los años 2014 y 2024, teniendo mayor número de publicaciones para el año 2021 con un 13,41% con 997 artículos, seguido de los años 2020, 2022 y 2023 con 984, 950 y 826 artículos respectivamente, lo que aparece en las figuras 1 y 2.

Enseguida se observa la cantidad de documentos según su tipo referente a la palabra clave ganadería periodo 2014 - 2024.

Figura 1.

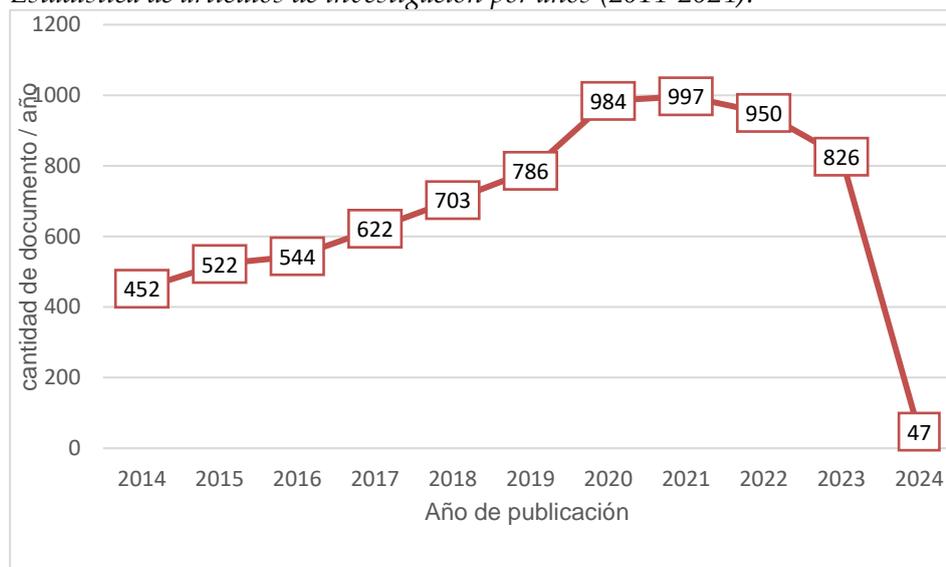
Cantidad de documentos según tipo de publicación. Elaboración propia (2024)



Fuente: Elaboración propia (2024).

Figura 2.

Estadística de artículos de investigación por años (2014-2024).

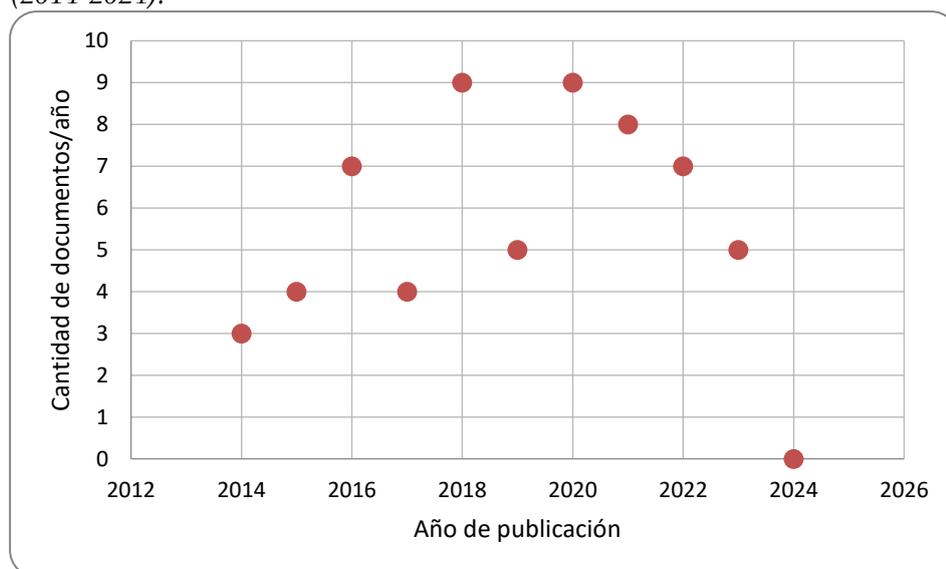


Fuente: Elaboración propia (2024).

Con respecto a la ecuación de búsqueda < Ganadería > AND <desarrollo en donde se obtuvieron 61 artículos, teniendo mayor número de publicaciones para el año 2018 y 2020 con 9 documentos lo que representa un 14,75% cada uno, seguido del año 2021 con 8 documentos representando un 13,11% del total de artículos publicados para las bases de datos SCOPUS como se puede ver en la siguiente figura.

Figura 3.

Estadística de artículos de investigación por años ecuación de búsqueda <Ganadería > AND <desarrollo (2014-2024).

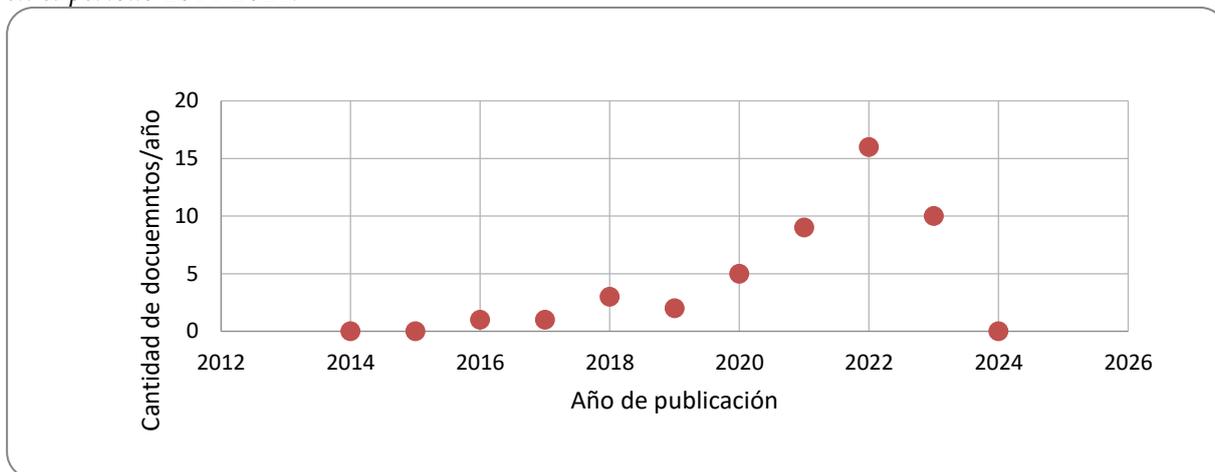


Fuente: Elaboración propia (2024).

En cuanto a los resultados obtenidos de las ecuaciones de búsqueda < Ganadería > AND < objetivos de desarrollo sostenible >, se obtuvieron 47 artículos en total de los cuales el año de mayor publicación fue el 2022 con 16 documentos lo que representa el 34,04%, seguido por el año 2023 con 10 documentos representando el 21,28%, seguido del año 2021 con 9 documentos representando el 19,5% del total publicados ver figura 4.

Figura 4.

Estadística de artículos de investigación sobre < Ganadería> AND < objetivos de desarrollo sostenible> en el periodo 2014-2024.

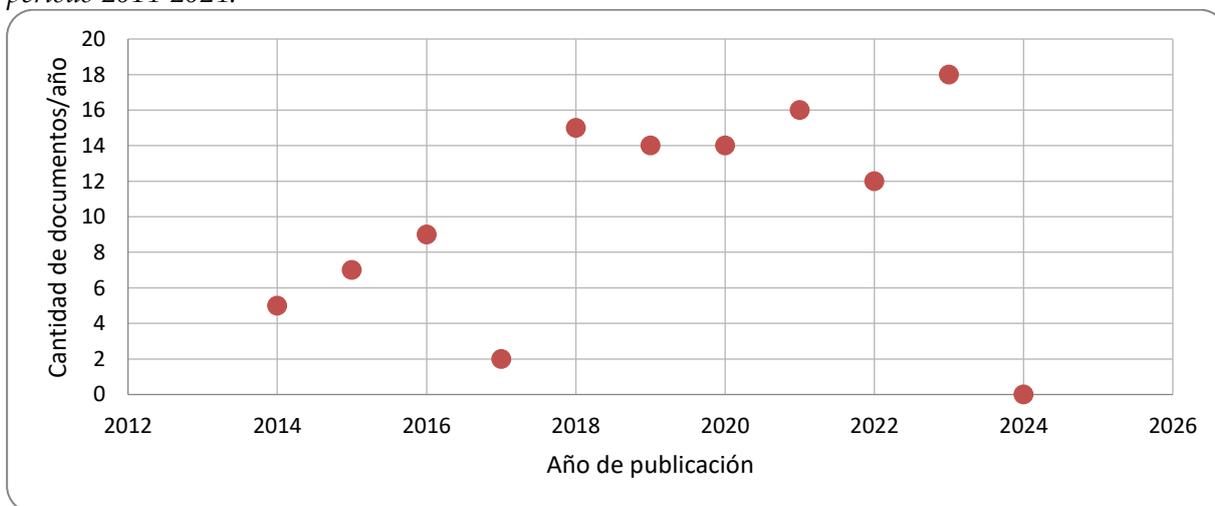


Fuente: Elaboración propia (2024).

Con respecto a la ecuación de búsqueda < Ganadería> AND < impactos ambientales >, se obtuvo un total de 112 artículos de los cuales se tiene mayor número de publicaciones para el año 2023 con 18 artículos lo que representa el 16,07% del total de artículos publicados, seguido del año 2021 con 16 artículos y el año 2018 con 15 artículos que representan el 14,29% y 13,39% tal como aparece en la ilustración 5.

Figura 5.

Estadística de artículos de investigación sobre < Ganadería> AND < impactos ambientales > en el periodo 2014-2024.

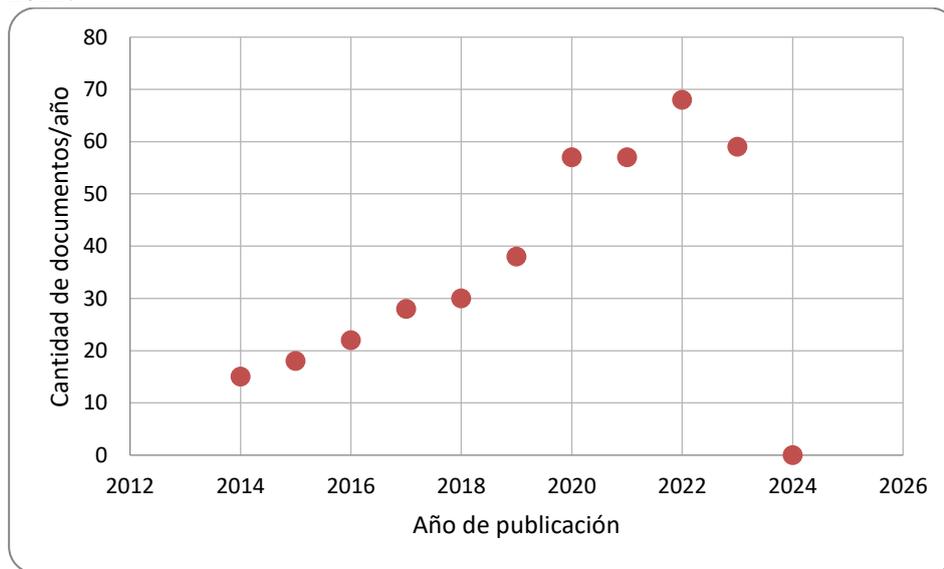


Fuente: Elaboración propia (2024).

Con relación a la ecuación de búsqueda <Ganadería> AND <sostenibilidad>, se identificaron 392 artículos de investigación de los cuales se tiene mayor número de publicaciones para el año 2022 con 68 artículos lo que representa el 17,35% del total de artículos de investigación seguido del año 2023 con 59 artículos lo que representa el 15,05%, consecutivo el año 2020 y 2021 con 57 artículos publicados que corresponde al 14,54% de los artículos publicados en base Scopus, en la figura 6.

Figura 6.

Estadística de artículos de investigación sobre < Ganadería> AND <sostenibilidad> en el periodo 2014-2024.



Fuente: Elaboración propia (2024).

Teniendo en cuenta los resultados de la búsqueda, se evidencia mayor número de publicaciones después del año 2020, debido posiblemente a la emergencia sanitaria del covid-19 que indujo escenarios donde se priorizó la producción agropecuaria sostenible, teniendo en cuenta en mayor medida lo relacionado a los objetivos de desarrollo sostenible en la ganadería. Elaboración propia (2024)

4. Discusión

4.1. Ganadería contexto mundial y nacional- Importancia de la ganadería a nivel nacional y regional

La ganadería es una actividad pecuaria definida como crianza de animales para diversos propósitos, como la producción de carne, leche, cuero y otros productos derivados. Es una parte importante de la economía mundial y ejerce un rol definitivo en la seguridad alimentaria de muchas comunidades, se estima, a nivel mundial, la existencia de unos 1.500 millones de cabezas de ganado bovino (FAO, 2023).

En Colombia es la actividad más importante del sector agropecuario, se ubica en el puesto 12 del inventario bovino mundial y el 5 de América con 29,1 millones de cabezas que aportan el 1.4% del PIB nacional (Fedegan, 2022). Se ubica por encima de otras actividades como la producción avícola, porcina o piscícola, lo que evidencia su importancia en la economía colombiana, además tiene presencia en todas las regiones, en todos los pisos térmicos, en todas

las escalas de producción, y también en diversas especialidades: cría, levante, ceba, lechería especializada y doble propósito (Gómez, 2013; Martínez *et al.*, 2016).

Algunas cifras preponderantes de esta actividad son: genera 810 mil empleos directos que representan el 6% del empleo nacional y el 19% del empleo agropecuario, aporta el 21,8% del PIB agropecuario. La población bovina en el país está distribuida en 620.807 predios y totaliza 29.642.539 animales, lo cual representa un incremento de un 1,2%, respecto a 2022 (Federación Colombina de Ganaderos, 2018).

En un porcentaje, similar al año anterior, el 69,1% del total de ganado bovino se concentra en los mismos diez departamentos, Antioquia (11,1%), Córdoba (8,1%), Meta (7,8%), Casanare (7,7%), Caquetá (7,2%), Cesar (5,7%), Santander (5,7%), Magdalena (5,7%), Cundinamarca (5,1%) y Bolívar (5,0%). De los 620.807 predios en el país, el 69,9% se concentra en diez departamentos del país de Boyacá (13,6%), Cundinamarca (12,9%), Antioquia (10,3%), Nariño (7,6%), Santander (6,8%), Córdoba (5,1%), Tolima (3,8%), Caquetá (3,3%) Meta (3,3%) y Bolívar (3,2%) (DANE, 2022; ICA, 2023).

En particular, el departamento del Cauca, según reportes del ICA, cuenta con 304.216 cabezas de ganado bovino distribuidas en 18.676 predios, de acuerdo con el plan departamental de extensión agropecuaria del total de predios de la región 659,402 ha se utilizan para la práctica de ganadería extensiva, orientada en un 32% hacia la ganadería doble propósito con una baja capacidad de carga de 0,6 UGG (ICA, 2023).

La ganadería extensiva constituye la ganadería tradicional, utiliza grandes extensiones de área con pocos animales que se alimentan directamente de lo que produce el terreno, suscitando así un impacto negativo en el medio ambiente y la biodiversidad del sistema (Ballesteros *et al.*, 2019). Dado que utilizan un número limitado de animales por unidad de superficie, reducido uso de los avances tecnológicos, alimentación basada principalmente en el pastoreo natural y en el uso de subproductos agrícolas de la explotación, desencadenando así algunas limitantes para la producción sostenible (Amat-Montesinos *et al.*, 2019; Gallo & Sanabria, 2021).

4.2. La ganadería y su relación con objetivos de desarrollo sostenible en Colombia

Los sistemas de producción ganaderos han impactado negativamente la estabilidad climática, la biodiversidad y han contaminado el agua, entre otros efectos. Por otro lado, la existencia de una tendencia global al crecimiento exponencial de la población es constatable y ha provocado un aumento de la preocupación social relativa al medio ambiente y al consumo excesivo de los recursos naturales (Aguerre *et al.*, 2014). Esta preocupación ha motivado el desarrollo de programas especiales dirigidos fundamentalmente al desarrollo sostenible, perspectiva de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), iniciativa de las Naciones Unidas que propende por el mejoramiento de la calidad de vida de las personas, en tanto que promueven la sostenibilidad ambiental y la equidad social (Guerrero *et al.*, 2020; Hidalgo-Capitán *et al.*, 2019).

Estos objetivos fueron adoptados por todos los Estados miembros de las Naciones Unidas en el año 2015 como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en donde se incluye 17 ODS, cada uno con metas específicas. La ganadería tiene impactos significativos en varios de los ODS establecidos por las Naciones Unidas., se destacan algunos puntos clave relacionados con la ganadería y los ODS (Gómez, 2017):

ODS 1: Fin de la pobreza, puesto que la ganadería puede proporcionar oportunidades económicas para comunidades rurales y contribuir a la reducción de la pobreza al generar empleo e ingresos; ODS 2: Hambre cero, la ganadería es una fuente importante de proteínas

animales, contribuyendo a la seguridad alimentaria; ODS 3: Salud y bienestar: La ganadería puede influir en la salud humana, tanto positiva como negativamente; ODS 6: Agua limpia y saneamiento, la ganadería, especialmente la intensiva, a menudo asociada con problemas de gestión del agua debido al uso intensivo de recursos hídricos y su contaminación; ODS 8: trabajo decente y crecimiento económico dado que la ganadería puede generar empleo en las comunidades rurales, pero es importante abordar cuestiones relacionadas con el bienestar laboral y las condiciones de trabajo; ODS 12: Producción y consumo responsable, ya que mejorar la sostenibilidad en la ganadería pasa por abordar asuntos como la gestión de residuos; ODS 13: Acción por el clima puesto que la ganadería contribuye a las emisiones de gases de efecto invernadero, especialmente la producción intensiva. Estrategias como la gestión sostenible de pastizales ayudan a mitigar este impacto; ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres dado que la expansión de la ganadería puede llevar a la deforestación y la degradación del suelo.

La relación entre ganadería y ODS es compleja y la sostenibilidad depende en gran medida de prácticas de manejo adecuadas, políticas efectivas y cambios en los sistemas de producción y consumo (Escobar *et al.*, 2020; Laino *et al.*, 2017; Matailo-Ramirez, 2019). Actualmente, se llevan a cabo esfuerzos en todo el mundo para mejorar la sostenibilidad de la ganadería, abordando tanto los impactos ambientales como las consideraciones sociales y económicas (Bernal *et al.*, 2020; Cangüé *et al.*, 2018; Laino *et al.*, 2017; Matailo-Ramirez, 2019).

En Colombia, gobierno y actores del sector, trabajan para alinear políticas y prácticas con estos objetivos, buscando un equilibrio entre la productividad económica y la sostenibilidad ambiental y social como es el caso de la Acción de Mitigación Nacionalmente Apropiada (NAMA) de la Ganadería Bovina –la “NAMA bovina” que es una política pública que propende por reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) que generan cadenas de suministro de carne y leche (principalmente en el eslabón de producción primaria), e incrementar la cantidad de carbono almacenada en los agro - ecosistemas con vocación bovina. Esta política tiene el potencial de impulsar, a 2030, el aumento de la productividad y la competitividad de la ganadería bovina colombiana, y al mismo tiempo asegurar la sostenibilidad ambiental a través del uso eficiente del agua, el suelo, los insumos productivos, y la gestión integral de la biodiversidad. Así, la NAMA de la ganadería bovina apalanca el avance hacia la mitigación y adaptación al cambio climático, se enmarca en la política de crecimiento verde y recuperación económica sostenible (Gobierno de Colombia, 2021).

4.3. Impactos ambientales generados por la ganadería

La ganadería impacta, tanto positiva como negativamente, el medio ambiente, la sociedad y la economía, estos pueden variar según las prácticas de manejo del ganado, la escala de la operación y otros factores. Entre lo positivo está la generación de empleos, especialmente en pequeñas explotaciones, puede ser una fuente importante de empleo en áreas rurales, contribuyendo al sustento de las comunidades, aporte a la economía puesto que la ganadería aporta a la economía a través de la venta de carne, leche y otros productos derivados, así como a través de las exportaciones en muchos países, aporta también a la seguridad alimentaria del mundo y el país ya que proporciona una fuente valiosa de proteínas animales, contribuyendo a la a las dietas equilibradas (Fedegan, 2022; López *et al.*, 2017; Luque, 2017).

Como impactos negativos se encuentran otros como la deforestación, dado que en algunas regiones la expansión de la ganadería puede conducir a la deforestación para crear o ampliar áreas de pastoreo y cultivo de alimentos para el ganado (Bernal *et al.*, 2020) El pastoreo ocupa el 26% de la superficie terrestre y la producción de forrajes requiere cerca de una tercera parte del total de la superficie agrícola. La expansión de las tierras de pastoreo es un factor decisivo

de la deforestación, sobre todo en América Latina: 70% de los bosques amazónicos se usan como pastizales, y los cultivos forrajeros cubren una gran parte de la superficie restante. Cerca del 70% de las tierras de pastoreo están degradadas, principalmente por actividad intensiva, compactación de la tierra y erosión causada por el ganado (Corral *et al.*, 2021).

De otra parte, están las emisiones de gases de efecto invernadero, dado que el cambio climático el cual limita la liberación de radiación de la atmósfera terrestre, producto de acumulación de gases de efecto invernadero (GEI) como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄) y el óxido nitroso (N₂O), éstos medidos en términos de unidades equivalentes de dióxido de carbono (CO₂-eq) y señalados como los principales responsables del calentamiento global (Parra-Cortés *et al.*, 2019; Vergara, 2023). El sector ganadero es un importante emisor de GEI. La mayor contribución de N₂O óxido nitroso se produce a partir de las excretas animales, principalmente las líquidas, mientras que el metano CH₄ se produce principalmente por fermentación entérica, siendo esta última la emisión de mayor significación en sistemas pecuarios (Costantini *et al.*, 2018; Sarabia-Salgado *et al.*, 2023) asociada con la digestión del ganado rumiante y la gestión de los desechos animales relacionado con dietas forrajeras de baja calidad, la ganadería en cierta medida es responsable del cambio climático contribuyendo entre el 14,5 y 15% de las emisiones totales de GEI (Gerssen-Gondelach *et al.*, 2017).

Además, el cambio climático ocasiona en la actividad ganadera problemas de escasez de recursos naturales, pérdida de la biodiversidad y deterioro en la salud de los animales, estos últimos relacionados con la disminución de alimentos, la incidencia de plagas, reaparición de enfermedades y estrés (Parra-Cortés *et al.*, 2019). Sin embargo, la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura FAO, crea el modelo de evaluación ambiental de la ganadería mundial (GLEAM) el cual simula el funcionamiento de las actividades de producción ganadera y sus repercusiones en el medio ambiente puesto que el GLEAM reúne y proporciona información detallada sobre el impacto ambiental de cada etapa de la producción ganadera, de modo que permite detectar las esferas en las que es fundamental realizar mejoras y por tanto realizar intervención permitiendo evaluar los resultados de diferentes hipótesis de mitigación y adaptación a escala local, regional, nacional o mundial, para así brindar apoyo a las partes interesadas en el proceso de adopción de decisiones en favor de un sector ganadero más sostenible (Costantini *et al.*, 2018; MacLeod *et al.*, 2018; FAO, 2016).

Respecto al impacto negativo sobre el consumo del agua, contaminación de agua y suelo, la producción ganadera puede requerir grandes cantidades de agua para la alimentación del ganado y el mantenimiento de las instalaciones. El agua es una sustancia esencial para la vida animal, la insuficiencia de agua puede afectar negativamente a los seres vivos hasta ser la principal causa de deceso. En los bovinos este líquido vital representa entre el 55% y 81% de su peso corporal (Quevedo *et al.*, 2019). Por lo anterior se debe tener en cuenta la relación existente entre el consumo de agua y el estrés por calor puesto que los bovinos son animales muy grandes, con poca superficie corporal en relación con su masa, a quienes la, escasas de glándulas sudoríparas les obliga a enfriar su cuerpo a través de la evaporación de agua por el aparato respiratorio (Quevedo *et al.*, 2019), es por esto que el recurso hídrico también cumple una función importante al momento de reducir el estrés calórico, disminuyendo la temperatura corporal y la velocidad de respiración (Odeón y Romera, 2017).

La contaminación del agua por parte de la ganadería, según (Corral *et al.*, 2021; Martínez *et al.*, 2016), se enmarca en la contaminación por excretas: aquí los principales contaminantes son los nutrientes nitrógeno y fósforo, la materia orgánica, las bacterias y patógenos, los residuos de medicamentos y los metales pesados; estos contaminantes pueden llegar al agua por rutas puntuales y por difusas, también están los residuos del procesamiento de productos

ganaderos: los rastros son una importante fuente de contaminación local y las curtidurías son emisoras de un amplio rango de contaminantes orgánicos y químicos, también está la contaminación por producción de alimento animal: las fuentes principales son los nutrientes de los fertilizantes minerales, los agroquímicos y los sedimentos originados por la erosión y por último está el impacto en el ciclo del agua: el pastoreo intensivo y la conversión de uso del suelo alteran el ciclo del agua.

Adicionalmente, la gestión inadecuada de los desechos animales puede dar lugar a la contaminación del agua y del suelo, afectando la calidad de los recursos hídricos y del entorno circundante, el pastoreo excesivo y prácticas inadecuadas de gestión del pasto pueden llevar a la erosión del suelo y la degradación de pastizales, con respecto a lo anterior el GLEAM además de la cuantificación de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), también simula el uso de agua y las repercusiones del uso del agua por parte del sector ganadero, así como las interacciones en la biodiversidad (Borges *et al.*, 2022; Valenzuela *et al.*, 2012).

La pérdida de biodiversidad inducida por la ganadería es sumamente difícil; estas pérdidas son el resultado de una compleja cadena de cambios que ocurren a diferentes niveles, cada uno de los cuales es afectado por múltiples agentes. La transformación de tierras para la ganadería y la sobreexplotación de pastizales pueden contribuir a la pérdida de biodiversidad, especialmente en ecosistemas frágiles (Bizkaia, 2015). La estimación del papel de la ganadería en las amenazas y pérdidas de biodiversidad tienen como base la participación del sector en la emisión de GEI, en la erosión del suelo y en la contaminación del agua (Bonet-Pérez *et al.*, 2019; Gómez, 2018).

Inadecuadas prácticas de manejo afectan el bienestar de los animales, generando preocupaciones éticas y de salud pública, puesto que los sistemas de producción bovina en países no desarrollados como Colombia, reflejan una clara tendencia al antropocentrismo, visible en la forma como se establecen las relaciones humano y animal, al interior de las cuales el animal es estimado como la materia prima del sistema, sin consideración de su sentir y desarrollo emocional, ante lo cual requerimientos de mayores exigencias de producción, limitación de espacio e intensificación, generan implicaciones que se limitan a referentes técnicos de manejo y uso eficiente de los recursos, desde parámetros productivos (Cely, 2016; Odeón y Romera, 2017).

4.3. Alternativas de sostenibilidad en la ganadería

La ganadería de especies bovinas es una actividad de importancia económica, en diferentes culturas es considerada como medio para lograr autosuficiencia alimentaria, además de ser el trabajo y sustento para las personas que viven en zonas rurales y agrícolas (Agus *et al.*, 2018). Actualmente, a nivel global, se están viviendo crisis de dimensiones: ambiental, económica, social, energética, sanitaria, migratoria, crisis que conllevan a una crisis civilizatoria, que parte de un impacto sobre la naturaleza, la tierra, los alimentos y la salud, algo ha llevado a repensar la forma de producir alimentos y la forma de vivir (Cassani *et al.*, 2022; Chohan *et al.*, 2023; Feo Istúriz *et al.*, 2020). Por esto, para la ganadería se han evaluado alternativas de producción más sustentables como los sistemas silvopastoriles (SSP) que comportan un manejo integrado, de tierras que combinan árboles, pasturas y animales en una misma unidad de producción (Álvarez *et al.*, 2023; Conde-Pulgarín *et al.*, 2023).

Estos sistemas están diseñados para optimizar la interacción positiva entre los componentes arbóreos y los animales, promoviendo así la sostenibilidad ambiental y la productividad pecuaria, en este sistema de producción se combinan de forma simultánea árboles o arbustos con plantas herbáceas o volubles y animales domésticos herbívoros (De la Peña-Domene *et al.*,

2022; Fernández *et al.*, 2024; Montagnini, 2020) en América Latina y el Caribe los SSP brindan una alta disponibilidad de biomasa comestible, superior a 30 t de MS/ha/año, de la cual el pasto representa el 75-90 % y el follaje de la arbórea el 10-25 %. La dieta presenta un contenido de PB de 11-16 % y una DIVMS de 510-630 g kg⁻¹ de MS, y permite una producción de leche de 10-12 kg vaca⁻¹ día⁻¹ y entre 3 000 y 16 000 kg ha⁻¹ año⁻¹. Para la producción de carne los SSP garantizan una ganancia de peso entre 0,42 y 1,10 kg animal⁻¹ día⁻¹; mientras que la producción por hectárea está entre 500 y 1 340 kg⁻¹ año (Ballesteros-Correa *et al.*, 2019b; Brown *et al.*, 2016; López-Vigoa *et al.*, 2017; Parra-Cortés *et al.*, 2019). Existen distintas especies vegetales son empleadas en la alimentación animal, siendo las leguminosas la principal familia utilizada, debido a su alto contenido de proteína y alta digestibilidad que incrementan el consumo, esto conlleva a reducir las emisiones de metano entre un 15 % y 30 %, dependiendo de la composición y cantidad de alimento suministrado.

Las especies de árboles más utilizadas en estos sistemas son *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium*, *Albizia lebeck*. (M. de la C. Milera *et al.*, 2014) por otro lado la especie *Tithonia diversifolia* botón de oro ha sido reconocido entre los productores e investigadores como una planta promisoría, cuyo forraje presenta un importante valor nutricional con una proteína superior al 24%, por lo que puede ser utilizada en la alimentación de rumiantes similar a otras plantas arbustivas destinadas a la producción en el trópico alto colombiano, puesto que esta planta permite realizar un ramoneo por los animales, el cual presenta un efecto directo sobre el bienestar y la productividad de estos, ofreciéndole a los animales la oportunidad de satisfacer sus requerimientos nutricionales, por la oportunidad de seleccionar rebrotes, hojas y tallos frescos con un mayor contenido nutricional, realizando altos aportes de proteína y carbohidratos solubles, la *T. diversifolia* se constituye como una alternativa para mejorar las condiciones de manejo en los sistemas de lechería de trópico alto en Colombia y puede optimizar la producción y calidad de la leche, así como el comportamiento reproductivo (Iriban *et al.*, 2021; Gallego *et al.*, 2014; Mejía *et al.*, 2016; Puerta *et al.*, 2017).

Otro punto es que el término agroecología está siendo adaptado en las ganaderías, puesto que existen unos principios y prácticas que promueven una transición hacia la sostenibilidad y sustentabilidad del sector ganadero bovino, prácticas que incluyen el pastoreo rotacional, y eliminación de agroquímicos y fármacos, permiten la concentración de excrementos de los animales en las áreas de pastoreo y favorecen el ciclo de vida de los escarabajos, lo que se traduce en varios servicios ecosistémicos (Giraldo *et al.*, 2018). Entre las funciones ecológicas más importantes de estos insectos están; la bioturbación del suelo, relocalización de excrementos para facilitar el ciclaje de nutrientes, disminución de la compactación del suelo, dispersión de semillas, disminución de gases de efecto invernadero al airear el estiércol y destrucción el hábitat de las bacterias metanogénicas, además, actúa como control biológico de moscas (*Haematobia* sp., *Musca* sp.) y parásitos intestinales (*Trichostrongylidae*) de los bovinos (Del Angel-Lozano *et al.*, 2023; Escobar *et al.*, 2020; Milera *et al.*, 2019; Wagner *et al.*, 2022).

En general, los principios y prácticas agroecológicas pueden ser adaptados a distintas zonas climáticas y reducir el impacto que la crisis civilizatoria ha generado en la ganadería bovina, por lo que su aplicación contribuye a lograr que la producción de leche y carne tenga un bajo impacto al medio ambiente, garantice autosuficiencia alimentaria y promueva la comercialización justa de productos lácteos y cárnicos de calidad (Del Angel-Lozano *et al.*, 2023; Gutiérrez y Araica, 2022; Pérez *et al.*, 2019).

5. Conclusiones

La ganadería bovina es la actividad económica con mayor presencia en el campo colombiano; de hecho, es la más destacada dentro de la producción pecuaria, por encima de otras actividades productivas, esto demuestra su importancia en la economía; además, tiene presencia en todas las regiones, en todos los pisos térmicos, en todas las escalas de producción, y también en diversas especialidades, a pesar de estos beneficios, es importante resaltar que esta actividad presenta desafíos ambientales a los cuales se debe hacer frente para dar cumplimiento a los objetivos de desarrollo sostenible, propósito que se puede lograr mediante la implementación de alternativas de producción más sostenibles como sistemas silvopastoriles y prácticas agroecológicas que pueden ayudar a equilibrar la importancia económica de la ganadería con la necesidad de preservar el medio ambiente y promover un desarrollo sostenible a mediano y largo plazo.

6. Referencias

- Aguerre, V., Chilibroste, P., Casagrande, M. y Dogliotti, S. (2014). Exploración de alternativas para el desarrollo sostenible de sistemas de producción hortícola-ganaderos familiares en el sur de Uruguay. *Agrociencia*, 18(1), 24–40. <https://doi.org/10.31285/agro.18.437>
- Agus, A., Satya, T. y Widi, M. (2018). Current situation and future prospects for beef production in Thailand - A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 31(7), 968–975. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0201>
- Álvarez, F., Casanoves, F., Suárez, J. C., Rusch, G. M. y Ngo Bieng, M. A. (2023). An assessment of silvopastoral systems condition and their capacity to generate ecosystem services in the Colombian Amazon. *Ecosystems and People*, 19(1). <https://doi.org/10.1080/26395916.2023.2213784>
- Amat-Montesinos, X., Martínez Puche, A. y Larrosa Rocamora, J. A. (2019). La ganadería extensiva en el desarrollo territorial valenciano. Reconocimiento público y experiencias sociales. *TERRA: Revista de Desarrollo Local*, 5. <https://doi.org/10.7203/terra.5.14392>
- Astaíza Martínez, J. M., Muñoz Ordóñez, M. R., Benavides Melo, C. J., Vallejo Timarán, D. A. y Chaves Velásquez, C. A. (2017). Caracterización técnica y productiva de los sistemas de producción lechera del valle de Sibundoy, Putumayo (Colombia). *Revista de Medicina Veterinaria*, 34(34), 31. <https://doi.org/10.19052/mv.4253>
- Ballesteros-Correa, J., Morelo-García, L. y Pérez-Torres, J. (2019a). Composición y estructura vegetal de fragmentos de bosque seco tropical en paisajes de ganadería extensiva bajo manejo silvopastoril y convencional en Córdoba, Colombia. *Caldasia*, 41(1). <https://doi.org/10.15446/caldasia.v41n1.71320>
- Bernal, J., Cuenca, L. y Ortega, Y. (2020). Producción ganadera: la deforestación y degradación del suelo, una estrategia para el desarrollo sostenible. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(1), 77–78.
- Bizkaia, D. de M. A. (2015). Estrategia para la protección, mejora y gestión de la biodiversidad en Bizkaia. In *Diputación foral de Bizkaia Departamento de Medio Ambiente* (pp. 1–131). <https://lc.cx/qNttkd>

- Borges, P. H. de M., De Mendoza, Z. M. dos S. H., Morais, P. H. de M. y Cavalcante, C. E. (2022). Consumo de agua por la ganadería lechera y disponibilidad hídrica en la microrregión Aripuanã de Mato Grosso / Water consumption by dairy farming and hydric availability in the Aripuanã microregion of Mato Grosso. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, 5(1), 1017–1034. <https://doi.org/10.34188/bjaerv5n1-076>
- Brown, A., Garcia, K. y Martinez, A. (2016). Evaluation of Wet Feeding and Pelleted Diets on Broiler Performance and Nutrient Digestibility. *Journal of Applied Poultry Research*, December, 1–14.
- Camilo Bonet-Pérez, C., Abad-Caballero, A., Guerrero-Posada, P., Rodríguez-Correa, D., Mola-Fines, B. y Avilés-Martínez, G. (2019). Propuesta de estrategia energética para abasto de agua en la ganadería. *Proposal of Energy Strategy for Water Supply in Livestock.*, 9(3), 23–28. <https://lc.cx/UOt539>
- Cangüé, D., Boggiano, P. y Franco, R. (2018). Ganadería Familiar y Desarrollo Rural. *Cangué*. N° 40. ISSN 2301 - 0886
- Cassani, N. S., Mancera, K., Canul, J., Ramirez, L., Solorio, J., Guereca, P. y Galindo, F. (2022). Evaluation of the sustainable performance of native and intensive silvopastoral systems in the mexican tropics using the mesmis framework. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 25, 1–13.
- Cely, G. E. E. (2016). La ganadería del siglo XXI. *Revista Facultad de Ciencias Agropecuarias-Fagropec*, 8(1), 43–46. <https://lc.cx/V3VUHC>
- Chohan, J. K., Téllez, J. L. G., Eisler, M. C. y Escobar, M. P. (2023). Agropastoralism and re-peasantisation: the importance of mobility and social networks in the páramos of Boyacá, Colombia. *Agriculture and Human Values*. <https://doi.org/10.1007/s10460-023-10512-9>
- Colombia, G. de, Fedegan, CIAT, Government, U. y CIPAV. (2021). *Acción de mitigación nacionalmente apropiada (NAMA) de la ganadería sostenible*.
- Conde-Pulgarín, A., Álvarez-Ochoa, C. P., Frías-Navarro, R. y Sáenz-Torres, S. (2023). Assessment of the Sustainability of Agricultural and Livestock Production Systems. *Agrociencia*, 57(7), 1543–1572. <https://doi.org/10.47163/agrociencia.v57i7.2892>
- Corral Zambrano, C. A., Zambrano Solórzano, L. J., Pincay Vargas, D. M. y Calo Gómez, S. G. (2021). Impactos Ambientales Generados Por La Ganadería En La Provincia De Santo Domingo De Tsáchilas. *UNESUM-Ciencias. Revista Científica Multidisciplinaria.*, 5(2), 69–78. <https://doi.org/10.47230/unesum-ciencias.v4.n3.2020.255>
- Costantini, A., Pérez, G., Busto, M., Gonzáles, F., Cosentino, V. y Taboada, M. (2018). Emisiones de Gases de Efecto Invernadero en la Producción Ganadera. *Ciencia e Investigación*, 68, 47–52. <http://aargentnapciencias.org/wp-content/uploads/2018/11/4-Costantini-cei68-5-5.pdf>

- De la Peña-Domene, M., Ayestarán-Hernández, L. M., Márquez-Torres, J. F., Martínez-Monroy, F., Rivas-Alonso, E., Carrasco-Carballido, P. V., Pérez-Cruz, M. N., Chang Landa, F. A. y Martínez-Garza, C. (2022). Sistemas silvopastoriles enriquecidos: una propuesta para integrar la conservación en la producción ganadera en comunidades rurales de Los Tuxtlas, México. *Acta Botánica Mexicana*, 129. <https://doi.org/10.21829/abm129.2022.1925>
- Del Ángel-Lozano, G., Escalona-Aguilar, M. Á., Baca del Moral, J. y Cuevas-Reyes, V. (2023). Principios y prácticas agroecológicas para la transición hacia una ganadería bovina sostenible. Revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 14(3), 696–724. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v14i3.6287>
- Departamento Administrativo de Estadística. (2022). *Caracterización de la actividad ganadera*.
- Escobar, M., Navas, A., Medina, C., Corrales, J., Tenjo, A. y Borrás, L. (2020). Efecto de prácticas agroecológicas sobre características del suelo en un sistema de lechería especializada del trópico alto colombiano. *Livestock Research for Rural Development*, 32(4), 23. <http://www.lrrd.org/lrrd32/4/maria.es32058.html>
- Fedegan. (2022). Balance_Perspectivas_ganaderia_colombiana_2021_2022_. *Balance Perspectivas Ganaderas*, 1–29.
- Federación Colombina de Ganaderos. (2018). Ganadería Colombiana: Hoja de Ruta 2018 – 2022 | Fedegan. In *Hoja De Ruta 2018 - 2022*. <https://lc.cx/KGr8oj>
- Feo Istúriz, O., Rodríguez, A. M., Saavedra, F., Quintana, J. y Alcalá, P. (2020). *Crisis civilizatoria: impactos sobre la salud y la vida*. 0–23.
- Fernández, P. D., Gasparri, N. I., Rojas, T. N., Banegas, N. R., Nasca, J. A., Jobbágy, E. G. y Kuemmerle, T. (2024). Silvopastoral management for lowering trade-offs between beef production and carbon storage in tropical dry woodlands. *Science of the Total Environment*, 912(November 2023). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.168973>
- Gallo, W. y Sanabria, A. (2021). Evaluación de Impacto Ambiental y ganadería extensiva en Colombia. *ResearchGate*, 1(March).
- Gerssen-Gondelach, S. J., Lauwerijssen, R. B. G., Havlík, P., Herrero, M., Valin, H., Faaij, A. P. C. y Wicke, B. (2017). Intensification pathways for beef and dairy cattle production systems: Impacts on GHG emissions, land occupation and land use change. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 240, 135–147. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2017.02.012>
- Giraldo, C., Montoya, S. y Escobar, F. (2018). *Escarabajos del estiércol en paisajes ganaderos de Colombia*. Fundación CIPAV.
- Gómez, D., Carranza, Y. y Ramos, C. (2016). Revisión documental, una herramienta para el mejoramiento de las competencias de lectura y escritura en estudiantes universitarios. *Chakiñan, Revista De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 1, 46–56. <https://doi.org/10.37135/chk.002.01.04>
- Gómez Gil, C. (2017). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). *PAPELES de Relaciones Ecosociales y Cambio Global*, 140, 107–118.

- Gómez Martínez, D. C. (2018). Compensaciones por pérdida de la biodiversidad aplicada a la actividad ganadera en Colombia. *Africa's Potential for the Ecological Intensification of Agriculture*, 1–23.
- Gomez Rodriguez, L. (2013). *Las 5 razas bovinas más representativas de Colombia | CONtexto ganadero | Noticias principales sobre ganadería y agricultura en Colombia*.
- Gómez Vargas, M., Galeano Higueta, C. y Jaramillo Muñoz, D. A. (2015). El estado del arte: una metodología de investigación. *Revista Colombiana de Ciencias Sociales*, 6(2), 423. <https://doi.org/10.21501/22161201.1469>
- Guerrero, A., Gómez-Quintero, J. D. y Olleta Castañer, J. L. (2020). Crisis climática y Objetivos de Desarrollo Sostenible: un enfoque desde la perspectiva de la producción animal, el consumo de carne y los efectos sociales. *Información Técnica Económica Agraria*, 116, 405–423. <https://doi.org/10.12706/itea.2020.025>
- Gutiérrez, C. D. C. y Araica Mendieta, B. G. (2022). Sistemas silvopastoriles: una alternativa para la ganadería bovina sostenible. *La Calera*, 22, 46–52.
- Instituto colombiano Agropecuario-ICA. (2023). Censo Pecuario año 2023 https://lc.cx/s_ijWM
- Iriban Díaz, C. A., Alonso-Vásquez, Á. C., Castillo Almeida, G., Benítez Odio, M. y Rodríguez Paz, D. F. (2021). *Sistema silvopastoril con Tithonia diversifolia establecida con mínimo laboreo, alternativa tecnológica a fomentar en sistemas ganaderos*, 23(3). <http://www.ciget.pinar.cu/ojs/index.php/publicaciones/article/view/630/1821>
- Laino, L. D., Musálem, K. y Laino, R. (2017). Perspectives for a Sustainable Development: A Livestock Production Study Case in the Paraguayan Chaco Region. *Población y Desarrollo*, 23(45), 95–106. [https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2017.023\(45\)095-106](https://doi.org/10.18004/pdfce/2076-054x/2017.023(45)095-106)
- López-Vigoa, O., Sánchez-Santana, T., Iglesias-Gómez, M., Lamela-López, L., Soca-Pérez, M., Arece-García, J., De La, M. y Milera-Rodríguez, C. (2017). / Onel López-Vigoa Silvopastoral systems as alternative for sustainable animal production in the current context of tropical livestock production. *Pastos y Forrajes*, 40(2), 83–95.
- Gallego-Castro, L. A., Mahecha-Ledesma, L., J. A.-A. (2014). POTENCIAL FORRAJERO DE *Tithonia diversifolia* Hemsl. A Gray. *Agronomía Mesoamericana*, 25(2), 393–403.
- Luis Hidalgo-Capitán, A., Cubillo-Guevara, A. P. y Medina-Carranco, N. (2019). Los Objetivos del Buen Vivir Una propuesta alternativa a los Objetivos de Desarrollo Sostenible Good Living Goals An alternative proposal to the Sustainable Development Goals. *Iberoamerican Journal of Development Studies*, 8, 6–57.
- Luque Polo, K. (2017). Seguridad alimentaria y alimentos transgénicos. *Observatorio Medioambiental*, 20, 59–75. <https://lc.cx/aS3XmE>
- MacLeod, M. J., Vellinga, T., Opio, C., Falcucci, A., Tempio, G., Henderson, B., Makkar, H., Mottet, A., Robinson, T., Steinfeld, H. y Gerber, P. J. (2018). Invited review: A position on the Global Livestock Environmental Assessment Model (GLEAM). *Animal*, 12(2), 383–397. <https://lc.cx/MKp0fZ>

- Martínez Mamian, C. A., Ruiz Erazo, X. A. y Morales Velasco, S. (2016). Huella Hídrica De Una Finca Ganadera Lechera Bajo Las Condiciones Agroecológicas Del Valle Del Cauca. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 47. <https://lc.cx/x0cNE1>
- Matailo-Ramirez, L. M. (2019). *Revista Científica Agroecosistemas*, 7(3), 154-162.
- Mejía-Díaz, E., Mahecha-Ledesma, L. y Angulo-Arizala, J. (2016). Tithonia diversifolia: especie para ramoneo en sistemas silvopastoriles y métodos para estimar su consumo. *Agromía Mesoamericana*, 28(1), 289. <https://lc.cx/SBmDOa>
- Milera, M. de la C., López, O. y Alonso, O. (2014). Principios generados a partir de la evolución del manejo en pastoreo para la producción de leche bovina en Cuba Evolution of grazing management for dairy production. *Pastos y Forrajes*, 37(4), 382-391.
- Milera, M., Machado, L., Amaro, O., Hernández, M. y Sánchez, S. (2019). Intensive rational grazing as alternative for low-emission animal husbandry. *Patos y Forrajes*, 42(1), 3-12. <https://orcid.org/0000-0001-8531-3425>
- Ministerio de Agricultura de Colombia. (2020). *El Plan Departamental de Extensión Agropecuaria del Cauca 2020-2023*. <https://lc.cx/a-XxmP>
- Monsalve Fonegra, G. P., Echaverría Cuervo, J. H. y Álvarez Gallo, S. M. (2020). Estudio cuantitativo y bibliométrico como instrumento de análisis de tendencias en educación superior. Caso ingeniería industrial y programas afines. *Educación*, 41(28).
- Montagnini, F. (2020). *Función de los sistemas agroforestales en la adaptación y mitigación del cambio climático*. April.
- Morales Velasco, S., Vivas Quila, N. y Teran Gomez, V. F. (2016). Ganadería eco-eficiente y la adaptación al cambio climático. *Biotecnología En El Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2), 135. [https://doi.org/10.18684/bsaa\(14\)135-144](https://doi.org/10.18684/bsaa(14)135-144)
- Odeón, M. M. y Romera, S. A. (2017). Estrés en ganado: causas y consecuencias. *Revista Veterinaria*, 28(1), 69. <https://doi.org/10.30972/vet.2811556>
- Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura-FAO. (2016). Global livestock environmentak assessment mdel. *Utah State University DigitalCommons @USU*, July, 1-4.
- Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura-FAO. (2020). Estado Mundial de la Agricultura y la alimentación, superar los desafíos relacionados con el agua en la agricultura. En *FAO* (Vol. 32). <https://doi.org/10.4060/cb1447es>
- Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura-FAO. (2023). El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2023. En *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2023*. <https://doi.org/10.4060/cb4476es>
- Parra-Cortés, R. I., Magaña-Magaña, M. A. y Piñero-Vázquez, A. T. (2019). Sustainable intensification of tropical cattle raising based on local resources: environmental mitigation alternative for Latin America. Review. *ITEA Informacion Tecnica Economica Agraria*, 115(4), 342-359. <https://doi.org/10.12706/itea.2019.003>

- Pérez, E., Casal, A. y Jacobo, E. (2019). Diseño, manejo y evaluación de agroecosistemas con un enfoque agroecológico. *Rev.FCA UNCUYO*, 51(1), 273–293.
- Petersen, K., Feldt, R., Mujtaba, S. y Mattsson, M. (2008). Systematic Mapping Studies in Software. *International Journal of Software Engineering & Knowledge Engineering*, 17(1), 33–55. <https://doi.org/10.14236/ewic/EASE2008.8>
- Puerta Rico, L. F., García González, J. J., Parra Suescún, J. E. y Pardo Carrasco, S. C. (2017). Coeficientes de digestibilidad aparente de *Thitonia diversifolia* y *Cratylia argentea* en cachama blanca y efectos sobre las vellosidades intestinales. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 20(2), 375–383. <https://doi.org/10.31910/rudca.v20.n2.2017.395>
- Puerto Sanabria, C. R., Díaz Moreno, Á. y Santos, Ó. G. (2020). Bibliometría o altimetría: desde las métricas tradicionales a las actuales. Revisión Bibliográfica. *Revista de Ciencias Forenses de Honduras*, 6(2), 24–30. <https://doi.org/10.5377/rcfh.v6i2.10713>
- Quevedo, W., Ortiz, L., Sardán, S., Rivera, E. y García, D. (2019). Disponibilidad y consumo de agua para la ganadería bovina en el municipio de Mojocoya. *Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 17(20), 133–142. <https://doi.org/10.56469/rcti.v17i20.358>
- Sarabia-Salgado, L., Alves, B. J. R., Boddey, R., Urquiaga, S., Galindo, F., Flores-Coello, G., Santos, C. A. dos, Jiménez-Ocampo, R., Ku-Vera, J. y Solorio-Sánchez, F. (2023). Greenhouse Gas Emissions and Crossbred Cow Milk Production in a Silvopastoral System in Tropical Mexico. *Animals*, 13(12). <https://doi.org/10.3390/ani13121941>
- Soriano-Robles, R., Arias-Margarito, L., Carbajal de Nova, M., Almaraz-Buendía, I. y Torres-Cardona, M. (2018). Cambio Climático Y Ganadería: El Papel De La Agroforestería Climate Change and Livestock Production: the Role of Agroforestry. *Agro Productividad*, 11(2), 70–74.
- United Nations, D. of E. and S. A. (2017). *World population prospects*.
- Valenzuela, E., Godoy, R., Almonacid, L. y Barrientos, M. (2012). Microbiological quality of water in livestock area of southern Chile and its possible implications on human health. *Revista Chilena de Infectología*, 29(6), 628–634. <https://lc.cx/pq9Q4u>
- Vergara, J. (2023). Ruminant grazing feeding and methane production Alimentación de rumiantes a pastoreo y producción de metano Alimentação de ruminantes em pastagens e produção de metano Keywords: Abstract Resumen. *Revista Facultad de Agronomía Luz*, 1–7.
- Wagner-Medina, E. V., Santacruz Castro, A. M. y Rendón Ocampo, C. P. (2022). Sistema De Semillas En Colombia: Consideraciones Sobre Calidad Y Agrobiodiversidad. *Estudios Rurales*, 11(22). <https://doi.org/10.48160/22504001er22.39>

CONTRIBUCIONES DE AUTORES/AS, FINANCIACIÓN Y AGRADECIMIENTOS

Conceptualización: Hurtado Montenegro, Oscar Eduardo; **Software:** Anacona Piamba, Jaiver Orley; **Validación:** Arias Hoyos, Arnol; **Análisis formal:** Arias Hoyos, Arnol; **Curación de datos:** Hurtado Montenegro, Oscar Eduardo; **Redacción-Preparación del borrador original:** Hurtado Montenegro, Oscar Eduardo y Anacona Piamba, Jaiver Orley; **Redacción-Revisión y Edición:** Hurtado Montenegro, Oscar Eduardo; **Visualización:** Anacona Piamba, Jaiver Orley; **Supervisión:** Arias Hoyos, Arnol; **Administración de proyectos:** No Aplica, **Todos los/as autores/as han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito:** Hurtado Montenegro, Oscar Eduardo; Arias Hoyos, Arnol y Anacona Piamba, Jaiver Orley.

Financiación: Esta investigación no recibió financiamiento externo.

Agradecimientos: Queremos expresar nuestro sincero agradecimiento a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización de este estudio sobre La actividad ganadera colombiana en la perspectiva de lograr los objetivos de desarrollo sostenible. Especialmente agradecemos al director de Grupo de Investigación en Tecnología y Ambiente - GITA Arnol Arias Hoyos, Docente Facultad Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible, por su orientación experta y sus valiosas sugerencias que han enriquecido enormemente este trabajo.

Conflicto de intereses: si los hubiere.

AUTOR/ES:

Oscar Eduardo Hurtado Montenegro:

Ingeniero ambiental y sanitaria en fase, universidad autónoma del cauca.

oscar.hurtado.montenegro@uniautonoma.edu.co

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0000-3878-1234>

Arnol Arias Hoyos:

director de Grupo de Investigación en Tecnología y Ambiente - GITA, Docente Facultad Ciencias Ambientales y Desarrollo Sostenible

arnol.arias.h@uniautonoma.edu.co

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-9863-1737>

Jaiver Orley Anacona Piamba:

Ingeniero ambiental y sanitaria en fase, universidad autónoma del cauca

javier.anacona.p@uniautonpma.edu.co

Orcid ID: <https://orcid.org/0009-0007-1674-4206>