

Ganadería sostenible y gestión eficiente de recursos naturales en zonas rurales

Sustainable livestock farming and efficient management of natural resources in rural areas

Guamán-Rivera, Santiago Alexander ¹<https://orcid.org/0000-0001-8699-0655>santiago.guaman@espoch.edu.ec

Ecuador, Riobamba, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Ruiz-Sánchez, Clara Isabel ²<https://orcid.org/0000-0003-2864-5137>clruiz4@espe.edu.ec

Ecuador, Sangolquí, Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE.

Maytin-Fumero, Carlos ³<https://orcid.org/0009-0003-1605-1080>maytinprofcarlos@gmail.com

Venezuela, Puerto Ordaz, Universidad Nacional Experimental de Guayana.

Autor de correspondencia ¹DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/revistacec/v1/n4/22>

Resumen: La ganadería en zonas rurales de América Latina enfrenta el desafío de sostener su aporte económico y alimentario mientras reduce la degradación del suelo, la presión hídrica, la pérdida de biodiversidad y las emisiones asociadas a modelos extensivos de baja eficiencia. El objetivo del artículo fue analizar la relación entre ganadería sostenible y gestión eficiente de recursos naturales, considerando prácticas, productividad, costos, ingresos e impactos ambientales. La metodología correspondió a una revisión bibliográfica exploratoria, cualitativa y documental, centrada en literatura científica y técnica publicada entre 2013 y 2026, organizada mediante criterios de inclusión, matriz de extracción y codificación temática. Los resultados evidencian que los sistemas silvopastoriles, el manejo rotacional, la recuperación de pasturas degradadas, la protección de fuentes hídricas, las cercas vivas y el ajuste de carga animal favorecen la productividad, reducen la presión sobre ecosistemas y mejoran la eficiencia del suelo, agua y biomasa, aunque persisten barreras financieras, técnicas, institucionales y de mercado. La discusión plantea que la sostenibilidad no depende de prácticas aisladas, sino de su adecuación ecológica, permanencia y gobernanza territorial. Se concluye que la ganadería sostenible constituye una transición rural viable, siempre que articule rentabilidad, conservación, asistencia técnica e inclusión de pequeños productores.

Palabras clave: ganadería sostenible; recursos naturales; zonas rurales; sistemas silvopastoriles; América Latina.



Check for updates

Received: 20/Ago/2024

Accepted: 19/Sep/2024

Published: 18/Oct/2024

Cita: Guamán-Rivera, S. A., Ruiz-Sánchez, C. I., & Maytin-Fumero, C. (2024). Ganadería sostenible y gestión eficiente de recursos naturales en zonas rurales. *Revista Científica Enfoques Del Conocimiento*, 1(4), 1-20. <https://doi.org/10.55813/gaea/revistacec/v1/n4/22>

Revista Científica Enfoques del Conocimiento (RCEC)

<https://www.blez.edu.ec><https://revistacec.blez.edu.ec>revistacec@blez.edu.ec

© 2024. Este artículo es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons. Atribución-NoComercial 4.0 Internacional**.



Abstract:

Livestock farming in rural Latin America faces the challenge of sustaining its economic and food-security contribution while reducing soil degradation, water pressure, biodiversity loss, and emissions associated with low-efficiency extensive models. The objective of this article was to analyze the relationship between sustainable livestock farming and efficient natural resource management, considering practices, productivity, costs, income, and environmental impacts. The methodology consisted of an exploratory, qualitative, and documentary literature review focused on scientific and technical literature published between 2013 and 2026, organized through inclusion criteria, an extraction matrix, and thematic coding. The results show that silvopastoral systems, rotational grazing, restoration of degraded pastures, protection of water sources, live fences, and adjustment of stocking rates promote productivity, reduce pressure on ecosystems, and improve the efficiency of soil, water, and biomass use, although financial, technical, institutional, and market barriers persist. The discussion suggests that sustainability does not depend on isolated practices, but on their ecological suitability, continuity, and territorial governance. It is concluded that sustainable livestock farming represents a viable rural transition, provided that it integrates profitability, conservation, technical assistance, and the inclusion of small-scale producers.

Keywords: sustainable livestock farming; natural resources; rural areas; silvopastoral systems; Latin America.

1. Introducción

La ganadería sostenible se ha convertido en un eje estratégico para las zonas rurales de América Latina, no solo por su peso productivo, sino porque articula ingreso familiar, seguridad alimentaria, uso del suelo y conservación de recursos naturales. La región concentra cerca del 28 % de la población bovina mundial y participa con el 44 % de las exportaciones globales de carne bovina, mientras que el sector agroalimentario aporta alrededor de una cuarta parte del PIB en varios países latinoamericanos cuando se considera toda la cadena “del campo a la mesa” (FAO, s. f.; World Bank, 2025). Esta centralidad productiva sitúa a las unidades ganaderas rurales —especialmente familiares y de pequeña escala— como actores decisivos para transitar desde modelos extensivos de baja eficiencia hacia sistemas capaces de sostener productividad, biodiversidad y bienestar rural (Herrero & Thornton, 2013).

Esa importancia económica convive con una presión ambiental creciente, debido a que la ganadería utiliza grandes extensiones de tierra, agua, biomasa forrajera y energía, y puede intensificar la degradación del suelo cuando predomina el pastoreo continuo sin manejo técnico. A escala global, los sistemas pecuarios emitieron aproximadamente 6,2 Gt CO₂eq en 2015, equivalentes al 12 % de las emisiones

antropogénicas, y en 2023 las emisiones ganaderas directas alcanzaron 4,3 Gt CO₂eq, el mayor componente individual de los sistemas agroalimentarios (FAO, 2023, 2025). Si estas dinámicas no se corrigen, la expansión de áreas ganaderas, la pérdida de cobertura vegetal y la baja eficiencia productiva pueden profundizar la vulnerabilidad rural, reducir la rentabilidad por hectárea y aumentar los costos sociales asociados a inseguridad hídrica, erosión y deterioro ecosistémico (Herrero et al., 2009).

La discusión científica ha mostrado que el problema no puede reducirse a una oposición simple entre producción ganadera y conservación, porque los sistemas pecuarios también aportan proteínas, micronutrientes, estiércol, tracción, ahorro económico y activos de resiliencia para hogares rurales. Los análisis globales estiman que el ganado consume cerca de 6.000 millones de toneladas de materia seca como alimento al año, aunque el 86 % corresponde a materiales no comestibles directamente por humanos, y utiliza alrededor de 2.500 millones de hectáreas, por lo que pequeñas mejoras en eficiencia alimentaria, manejo de pasturas y productividad por animal pueden reducir la presión sobre nuevas tierras (Mottet et al., 2017). De esta manera, el desafío latinoamericano no consiste en eliminar la ganadería rural, sino en rediseñar su gestión para producir más valor económico, nutricional y ambiental con menos deterioro de suelo, agua y cobertura vegetal (Rao et al., 2015).

La vulnerabilidad climática refuerza la urgencia de este rediseño, porque América Central y del Sur ya experimentan alteraciones en disponibilidad hídrica, sequías, cambios de precipitación y degradación de ecosistemas que afectan a comunidades agrícolas, salud pública, producción agropecuaria y seguridad alimentaria. El IPCC advierte que la escasez y competencia por el agua aumentarán con alta confianza, y que los medios de vida rurales de pequeños y medianos productores, así como de pueblos indígenas de zonas montañosas, tenderán a deteriorarse por reducciones en producción agrícola, áreas aptas y disponibilidad hídrica (IPCC, 2022). En este escenario, la gestión eficiente de recursos naturales en fincas ganaderas —agua, suelo, pasturas, árboles, residuos y biodiversidad funcional— deja de ser una práctica complementaria y se convierte en una condición de permanencia productiva, sanitaria e institucional para las comunidades rurales (Godde et al., 2021).

La literatura disponible reconoce avances relevantes en sistemas silvopastoriles, intensificación ecológica, manejo rotacional de pasturas y ganadería climáticamente inteligente; sin embargo, mantiene brechas que limitan su traducción en decisiones territoriales. En América Latina, las transiciones silvopastoriles no producen efectos homogéneos: reintroducir árboles nativos en pasturas degradadas de Amazonía o bosques secos puede aumentar biodiversidad y servicios ecosistémicos, mientras que sustituir pastizales nativos por plantaciones exóticas puede reducir diversidad y funciones ecológicas (Picasso & Pizarro, 2024). Esta evidencia muestra que aún faltan estudios que comparen, en unidades ganaderas rurales concretas, cómo se relacionan eficiencia en uso de recursos, productividad, ingreso, adopción tecnológica, asistencia técnica, gobernanza local y conservación, evitando extrapolar resultados

de un ecosistema a otro sin considerar trayectorias históricas de uso del suelo (Broom et al., 2013).

Las experiencias regionales sugieren que la transformación es viable cuando las prácticas se adaptan al contexto productivo y se acompañan con datos, capacitación e incentivos. En Uruguay, un proyecto con 61 fincas piloto y 35.000 hectáreas reportó incrementos cercanos al 6 % en productividad de carne, reducción de 6 % en costos por hectárea, aumento de 12 % en ingresos y disminución de 27 % en emisiones por unidad de producto; en Ecuador, 165 fincas piloto y más de 40.000 hectáreas mostraron aumentos de 15 % en ingresos, 12 % en productividad y reducciones de intensidad de emisiones de 43 % en leche y 20 % en carne frente al promedio nacional (FAO, s. f.). Estos resultados justifican estudiar la sostenibilidad ganadera no como discurso normativo, sino como relación medible entre prácticas de manejo, desempeño económico, resiliencia climática y conservación de recursos (CEPAL et al., 2024).

Con base en esta problemática, el propósito del estudio es analizar la relación entre ganadería sostenible y gestión eficiente de recursos naturales en zonas rurales de América Latina, considerando a las unidades de producción ganadera como unidad de análisis y atendiendo sus condiciones productivas, ambientales e institucionales. El objetivo general consiste en analizar cómo las prácticas de ganadería sostenible se relacionan con la eficiencia en el uso de suelo, agua, pasturas y cobertura vegetal en fincas rurales. De manera específica, el estudio busca describir las prácticas ganaderas predominantes, determinar el nivel de eficiencia en el uso de recursos naturales, comparar diferencias entre sistemas convencionales y sostenibles, y relacionar la adopción de prácticas sostenibles con productividad, costos, ingresos y conservación ambiental (Chamorro-Vargas et al., 2025; Rao et al., 2015).

La contribución esperada radica en ofrecer evidencia integrada para un debate que todavía aparece fragmentado entre productividad, mitigación climática, conservación y medios de vida rurales. A diferencia de estudios centrados solo en emisiones o solo en rentabilidad, este trabajo propone articular indicadores productivos, económicos y ambientales para explicar por qué algunas fincas logran mejorar el uso de recursos naturales mientras otras permanecen en esquemas extensivos de baja eficiencia. Esta originalidad es relevante porque la adopción de sistemas sostenibles sigue siendo limitada pese a sus beneficios potenciales, y porque las barreras no se reducen a tecnología: también incluyen acceso a información, pagos por servicios ecosistémicos, vulnerabilidad hídrica, capacidades organizativas y condiciones territoriales (Chamorro-Vargas et al., 2025; Picasso & Pizarro, 2024).

2. Materiales y métodos

El estudio se desarrollará como una revisión bibliográfica exploratoria, de orientación cualitativa y documental, orientada a reconocer cómo se ha abordado la relación entre

ganadería sostenible y gestión eficiente de recursos naturales en zonas rurales de América Latina. Esta elección metodológica resulta pertinente porque el tema reúne evidencias dispersas en estudios agroambientales, informes técnicos, análisis territoriales y trabajos sobre sistemas silvopastoriles, por lo que se requiere mapear enfoques, variables, vacíos y tendencias antes de formular explicaciones concluyentes. Al tratarse de una revisión exploratoria, no se buscará estimar un efecto único ni realizar metaanálisis, sino organizar críticamente el conocimiento disponible sobre prácticas ganaderas, uso de suelo, agua, pasturas, cobertura vegetal, productividad e impactos ambientales.

La búsqueda documental se delimitará al periodo 2013–2026, con el propósito de incorporar literatura reciente posterior al fortalecimiento de las agendas de sostenibilidad, cambio climático y producción agropecuaria baja en emisiones. Las ecuaciones de búsqueda combinarán términos en español e inglés, tales como “ganadería sostenible”, “recursos naturales”, “zonas rurales”, “América Latina”, “sustainable livestock”, “natural resource management”, “silvopastoral systems”, “pasture management” y “climate-smart livestock”, articulados mediante operadores booleanos AND y OR.

La unidad de análisis estará constituida por documentos científicos y técnicos que examinen sistemas ganaderos rurales en América Latina, con énfasis en artículos empíricos, revisiones académicas, capítulos de libros especializados e informes institucionales con metodología explícita. Se incluirán publicaciones en español, inglés y portugués que aborden al menos una dimensión de sostenibilidad vinculada con manejo de suelo, agua, biodiversidad, pasturas, emisiones, productividad, ingresos o adopción de prácticas sostenibles. Se excluirán editoriales, notas de opinión, documentos sin autoría institucional identificable, textos duplicados, publicaciones sin relación directa con ganadería rural y trabajos centrados exclusivamente en producción industrial sin conexión con gestión territorial de recursos naturales.

El proceso de selección se realizará en tres fases sucesivas: depuración de duplicados, revisión de títulos y resúmenes, y lectura completa de los documentos potencialmente pertinentes. Para fortalecer la trazabilidad, se construirá una matriz bibliográfica con autor, año, país, tipo de estudio, unidad analizada, enfoque metodológico, variables principales, hallazgos y limitaciones declaradas. Aunque el estudio no se plantea como revisión sistemática estricta, se adaptará un esquema de flujo documental inspirado en PRISMA para registrar el número de documentos identificados, excluidos y finalmente analizados, evitando decisiones arbitrarias en la conformación del corpus.

El análisis de la información seguirá una lógica descriptiva, comparativa e interpretativa, organizada mediante codificación temática. Primero se identificarán patrones recurrentes en torno a prácticas sostenibles, eficiencia en el uso de recursos naturales, barreras de adopción, impactos económicos, efectos ambientales e instrumentos institucionales. Después se compararán los hallazgos por país, tipo de

sistema productivo, escala de finca y enfoque de sostenibilidad, con el fin de reconocer convergencias, contradicciones y vacíos explicativos. Finalmente, los códigos se agruparán en categorías analíticas que permitan construir una síntesis crítica sobre cómo la literatura vincula la ganadería sostenible con la gestión eficiente de recursos naturales en territorios rurales.

La validez del procedimiento se apoyará en criterios de transparencia, coherencia interna y reproducibilidad documental, por lo que se conservarán las ecuaciones de búsqueda, criterios de inclusión, decisiones de exclusión y matriz de extracción. Al no involucrar encuestas, experimentación, intervención directa ni datos personales de productores, el estudio no requerirá consentimiento informado; no obstante, se respetarán principios de integridad académica, citación responsable, uso ético de fuentes y diferenciación entre evidencia empírica, interpretación propia y datos institucionales. Esta delimitación permitirá reconocer alcances y limitaciones de la revisión, especialmente el posible sesgo por disponibilidad de literatura indexada y la heterogeneidad metodológica de los estudios incluidos.

3. Resultados

3.1. Tendencias de la literatura sobre ganadería sostenible y gestión eficiente de recursos naturales en zonas rurales de América Latina

La literatura revisada evidencia que la ganadería sostenible en América Latina ya no se interpreta como una simple modernización técnica del hato, sino como una transición productiva, ecológica e institucional orientada a desacoplar el crecimiento pecuario de la degradación de los recursos naturales. Esta tendencia adquiere relevancia porque América Latina y el Caribe concentran el 28 % de la población bovina mundial, de la producción de carne bovina y de la producción de leche, además de representar el 44 % de las exportaciones globales de carne bovina; por tanto, cualquier mejora o deterioro en sus sistemas ganaderos tiene implicaciones territoriales, alimentarias y ambientales de escala global (FAO, s. f.).

La revisión también muestra que el debate académico se desplaza desde una mirada centrada en “producir más” hacia una racionalidad de eficiencia socioecológica, en la cual la productividad debe evaluarse junto con el uso del suelo, el agua, la biomasa forrajera, la cobertura vegetal, la biodiversidad funcional y las emisiones por unidad de producto. En esa línea, la ganadería sostenible aparece como un campo de investigación interdisciplinario que conecta agronomía, economía rural, cambio climático, ecología del paisaje y políticas públicas, especialmente porque la ganadería es vital para los medios de vida del 64,5 % de la población rural latinoamericana y ocupa el 84,5 % de la tierra agrícola regional (FAO, 2024).

3.1.1. Prácticas sostenibles identificadas en la literatura

Las prácticas sostenibles más recurrentes en la literatura corresponden a sistemas silvopastoriles, manejo rotacional de potreros, recuperación de pasturas degradadas, cercas vivas, bancos forrajeros, árboles dispersos en potreros, protección de nacimientos y franjas ribereñas, reducción de quemas, manejo racional de estiércol, suplementación estratégica y ajuste de la carga animal. En conjunto, estas prácticas expresan una transición desde la ganadería extensiva de baja densidad tecnológica hacia arreglos prediales que intensifican la producción sin ampliar la frontera agropecuaria, siempre que se acompañen de planificación del pastoreo, asistencia técnica y criterios ecológicos del paisaje (Broom et al., 2013; Calle et al., 2013).

Dentro de ese repertorio, los sistemas silvopastoriles ocupan una posición central porque integran árboles, arbustos y gramíneas forrajeras con la producción bovina, generando una arquitectura productiva más compleja que el potrero convencional. La literatura destaca que los sistemas silvopastoriles intensivos pueden incorporar arbustos forrajeros en densidades superiores a 10.000 plantas por hectárea, combinados con árboles y pasturas, lo que permite aumentar la disponibilidad de forraje, mejorar el confort térmico animal, diversificar la oferta de biomasa y rehabilitar tierras degradadas (Calle et al., 2013).

El valor de estas prácticas no reside únicamente en su dimensión biofísica, sino en su capacidad para reconfigurar la lógica de manejo de la finca. La evidencia colombiana muestra que la expansión de sistemas silvopastoriles requiere investigación participativa en predios reales, redes de fincas demostrativas, transferencia entre productores, capacitación a extensionistas, incentivos financieros y articulación con políticas públicas; por ello, la literatura tiende a presentar la sostenibilidad ganadera como una innovación sistémica y no como una suma de técnicas aisladas (Calle et al., 2013; Chamorro-Vargas et al., 2025a).

Asimismo, se observa una mayor cautela frente a la adopción acrítica de prácticas “verdes”. La incorporación de árboles, por ejemplo, puede favorecer biodiversidad, captura de carbono y regulación microclimática en pasturas degradadas, pero no necesariamente produce beneficios si implica reemplazar pastizales nativos o ecosistemas abiertos de alto valor ecológico. Esta precisión es crucial para América Latina, donde coexisten Amazonía intervenida, Cerrado, bosque seco tropical, sabanas, llanuras inundables y sistemas altoandinos; por ello, la literatura más reciente insiste en diseños situados, basados en el ecosistema original y en la trayectoria histórica de uso del suelo (Chamorro-Vargas et al., 2025a; Picasso & Pizarro, 2024).

3.1.2. Eficiencia en el uso de recursos naturales

La eficiencia en el uso de recursos naturales se configura como una categoría transversal que permite evaluar cuánta carne, leche, ingreso o seguridad alimentaria se obtiene por unidad de suelo, agua, biomasa, energía y emisión generada. Desde

esta perspectiva, la sostenibilidad no equivale a reducir mecánicamente la actividad ganadera, sino a mejorar la relación entre insumos ecológicos y resultados productivos, reduciendo pérdidas, degradación y expansión territorial innecesaria (Mottet et al., 2017; de Oliveira Silva et al., 2017).

La discusión sobre eficiencia alimentaria es especialmente relevante porque los rumiantes suelen ser considerados convertidores ineficientes de alimentos; sin embargo, Mottet et al. (2017) estimaron que el ganado consume alrededor de 6.000 millones de toneladas de materia seca al año, de las cuales el 86 % corresponde a materiales no consumibles directamente por humanos. Esta evidencia matiza el debate, pues muestra que una parte sustancial de la alimentación ganadera proviene de pasturas, residuos y subproductos, aunque también advierte que la eficiencia debe mejorar para evitar competencia por granos, presión sobre soya y expansión de tierras forrajeras (Mottet et al., 2017).

En los sistemas latinoamericanos, la eficiencia del suelo aparece estrechamente asociada con la restauración de pasturas degradadas. En el Cerrado brasileño, de Oliveira Silva et al. (2017) compararon prácticas tradicionales con estrategias optimizadas de manejo y encontraron que el valor presente neto podía pasar de -67 reales brasileños por hectárea-año a cerca de 300 reales por hectárea-año, mientras que la intensidad de emisiones disminuía de 9,26 a 3,59 kg CO₂e por kg de peso de canal equivalente. Estos resultados muestran que la recuperación de pasturas no solo es una intervención ecológica, sino también una estrategia económica de uso eficiente del capital natural (de Oliveira Silva et al., 2017).

La eficiencia hídrica, por su parte, aparece como una dimensión menos cuantificada, pero decisiva en territorios expuestos a sequías, inundaciones y degradación de cuencas. La literatura sobre adopción de sistemas silvopastoriles en Colombia encontró que la presencia de bosques o cuencas en la finca favorece la adopción, mientras que la demanda de agua y la vulnerabilidad hídrica tienen efectos negativos sobre la expansión de estas prácticas, lo que sugiere que la gestión eficiente del agua no puede separarse de la planificación del paisaje, la cobertura vegetal y la seguridad climática de las unidades productivas (Chamorro-Vargas et al., 2025b).

3.1.3. Aportes productivos y económicos

La evidencia revisada indica que la ganadería sostenible puede generar aportes productivos y económicos cuando se implementa como paquete coherente de manejo, y no como intervención ornamental o periférica. En Uruguay, el Proyecto Ganadería y Clima reportó que 61 fincas piloto transformaron 35.000 hectáreas de pasturas entre 2020 y 2021; como resultado, la productividad de carne aumentó aproximadamente 6 %, los costos de producción por hectárea disminuyeron 6 %, los ingresos de productores crecieron 12 % y las emisiones por unidad de producto animal se redujeron 27 % (FAO, s. f.).

La experiencia de Ecuador confirma esa tendencia al mostrar que, entre 2016 y 2020, el proyecto de ganadería climáticamente inteligente se implementó en siete provincias, con 165 fincas piloto y prácticas replicadas en cerca de mil predios. El programa benefició más de 40.000 hectáreas, incrementó 15 % los ingresos de los ganaderos y 12 % la productividad, al tiempo que alcanzó intensidades promedio de emisión 43 % menores para leche y 20 % menores para carne frente al promedio nacional; por tanto, la sostenibilidad aparece como una vía de competitividad rural cuando se combina con acompañamiento técnico, aprendizaje predial y medición de resultados (FAO, s. f.).

Desde una lectura económica más amplia, estos resultados cuestionan la idea de que la sostenibilidad es necesariamente un costo neto para el productor. La restauración de pasturas y la optimización del manejo pueden incrementar la rentabilidad, reducir la necesidad de abrir nuevas áreas, estabilizar la oferta forrajera y mejorar el desempeño del hato; no obstante, la literatura advierte que tales beneficios dependen de inversión inicial, crédito, asistencia técnica y capacidad de gestión, de modo que la rentabilidad potencial no siempre se traduce automáticamente en adopción efectiva (de Oliveira Silva et al., 2017; Chamorro-Vargas et al., 2025a).

El aporte económico también se expresa en la protección de medios de vida rurales. La FAO subraya que la mayoría de los productores ganaderos de la región son pequeños agricultores y familias que comercializan excedentes limitados, muchas veces como fuente principal o única de ingreso; por ello, las prácticas sostenibles deben evaluarse por su capacidad para mejorar productividad y resiliencia sin excluir a quienes carecen de capital para adoptar paquetes tecnológicos costosos (FAO, s. f.; FAO, 2024).

3.1.4. Impactos ambientales asociados

Los impactos ambientales asociados a la ganadería convencional se concentran en degradación de pasturas, erosión, pérdida de fertilidad, presión sobre fuentes de agua, fragmentación de hábitats, pérdida de biodiversidad, emisiones de metano entérico y deforestación vinculada a la expansión de áreas de pastoreo. A escala global, la FAO estimó que los sistemas agroalimentarios ganaderos —incluyendo bovinos, búfalos, ovinos, caprinos, porcinos y aves— son responsables de 6,2 gigatoneladas de CO₂e, lo que refuerza la necesidad de intervenir la intensidad de emisiones y no solo el volumen total de producción (FAO, 2023).

La literatura muestra que los sistemas sostenibles pueden reducir impactos ambientales mediante dos vías complementarias: intensificación ecológica y conservación territorial. La primera mejora la productividad por unidad de tierra mediante pasturas restauradas, forrajes de mayor calidad y mejor manejo animal; la segunda evita que esa productividad adicional se traduzca en expansión hacia bosques o ecosistemas frágiles. En Brasil, Cardoso et al. (2016) estimaron que la intensificación de sistemas de carne redujo siete veces el área requerida, de 320 a 45

m² por kg de canal, y disminuyó las emisiones de 58,3 a 29,4 kg CO₂e por kg de canal (Cardoso et al., 2016).

Sin embargo, la revisión también advierte que la intensificación no garantiza sostenibilidad si carece de gobernanza forestal. Cohn et al. (2014) demostraron que políticas de intensificación ganadera en Brasil pueden reducir emisiones al ahorrar tierra y evitar deforestación, pero también encontraron que subsidios mal diseñados podrían estimular mayor consumo o expansión indirecta; por ello, la intensificación requiere instrumentos complementarios, como control del cambio de uso del suelo, trazabilidad, incentivos condicionados y regulación ambiental efectiva (Cohn et al., 2014).

Los sistemas silvopastoriles aportan una respuesta ambiental más integrada porque aumentan heterogeneidad del paisaje, incorporan carbono en biomasa arbórea, reducen erosión, mejoran infiltración, crean sombra, favorecen organismos edáficos y amplían hábitats para biodiversidad funcional. En Colombia, la evidencia asocia los sistemas silvopastoriles con protección del suelo, recuperación de fertilidad, beneficios para biodiversidad y mayor productividad ganadera; no obstante, su impacto depende del diseño ecológico, la escala de implementación y la permanencia de las prácticas más allá de los proyectos financiados (Chamorro-Vargas et al., 2025b).

3.1.5. Barreras para la adopción de modelos sostenibles

La literatura coincide en que las principales barreras para la adopción de modelos sostenibles no son exclusivamente técnicas, sino financieras, institucionales, cognitivas y culturales. Entre los obstáculos más reiterados se encuentran el costo inicial de establecimiento, la complejidad de manejo, la falta de mercados diferenciados, la insuficiente asistencia técnica, el acceso limitado a crédito, la incertidumbre sobre retornos económicos y la débil articulación entre productores, instituciones públicas, compradores y organizaciones de extensión (Calle et al., 2013; Chamorro-Vargas et al., 2025a).

La revisión regional de Chamorro-Vargas et al. (2025a), basada en 52 estudios que incluyeron artículos, tesis y documentos técnicos en español, inglés y portugués, identificó como facilitadores los incentivos económicos, los pagos por servicios ecosistémicos, la transferencia de información, la asistencia técnica y las redes sociales; en contraste, reconoció como barreras las condiciones de mercado, el costo de implementación y la complejidad administrativa y productiva de los sistemas silvopastoriles. Esta síntesis es relevante porque muestra que la adopción no depende solo de demostrar beneficios biofísicos, sino de construir condiciones de viabilidad económica y aprendizaje social (Chamorro-Vargas et al., 2025a).

El estudio empírico en Colombia profundiza esta explicación al analizar datos socioeconómicos de 2.900 fincas durante nueve años dentro del proyecto de Ganadería Colombiana Sostenible. Sus resultados muestran que los pagos por servicios ecosistémicos, la cercanía a fincas vinculadas al proyecto, la presencia de

bosque o cuenca y los altos niveles de erosión favorecen la adopción, mientras que la demanda de agua y la vulnerabilidad hídrica la reducen; por consiguiente, la sostenibilidad ganadera depende de incentivos, vecindad demostrativa y condiciones ambientales que disminuyan el riesgo percibido por el productor (Chamorro-Vargas et al., 2025b).

Otro hallazgo crítico es que la adopción suele tratarse como una variable binaria —adopta o no adopta—, cuando en la práctica existen niveles, combinaciones y trayectorias diferenciales de adopción. Una finca puede incorporar cercas vivas, pero no bancos forrajeros; proteger fuentes hídricas, pero mantener sobrepastoreo; o sembrar árboles sin modificar carga animal. Esta heterogeneidad obliga a estudiar la adopción como proceso gradual, territorialmente condicionado y dependiente de capacidades acumuladas, no como decisión instantánea del productor (Chamorro-Vargas et al., 2025b).

3.1.6. Vacíos y necesidades de investigación

Los vacíos de investigación se concentran en la falta de estudios longitudinales, comparativos y multiescalares que permitan observar la permanencia de las prácticas sostenibles después de la finalización de incentivos externos. Aunque existen experiencias exitosas en Uruguay, Ecuador, República Dominicana, Colombia y Brasil, todavía se requiere mayor evidencia sobre sostenibilidad financiera de largo plazo, persistencia de cambios en el manejo, efectos distributivos entre productores pequeños y medianos, y condiciones institucionales que permiten escalar sin homogenizar realidades ecológicas distintas (FAO, s. f.; Chamorro-Vargas et al., 2025a).

También persiste una brecha metodológica en la medición integrada de variables productivas, económicas y ambientales. Muchos estudios reportan productividad, emisiones, biodiversidad o rentabilidad por separado, pero aún son limitadas las investigaciones que combinan indicadores de carga animal, ingreso neto, costos de transición, disponibilidad hídrica, carbono en suelo, cobertura arbórea, salud animal, biodiversidad funcional y bienestar familiar. Esta fragmentación dificulta comparar resultados entre países y ecosistemas, y limita la construcción de métricas regionales para orientar políticas públicas basadas en evidencia (Mottet et al., 2017; de Oliveira Silva et al., 2017).

La evidencia sobre emisiones también requiere mayor precisión local. Cardoso et al. (2016) advirtieron incertidumbre por la escasez de datos sobre metano entérico en bovinos alimentados con forrajes tropicales, lo cual es especialmente importante para América Latina, donde los sistemas pastoriles dependen de gramíneas tropicales, suplementación variable y condiciones climáticas heterogéneas. Por tanto, las futuras investigaciones deberían fortalecer mediciones directas, factores de emisión regionales, análisis de ciclo de vida con parámetros locales y evaluación simultánea de mitigación, adaptación y productividad (Cardoso et al., 2016; FAO, 2023).

Finalmente, la literatura demanda un giro hacia enfoques socioinstitucionales que expliquen por qué algunas innovaciones se consolidan y otras desaparecen. La ganadería sostenible no puede comprenderse solo desde la finca, porque depende de crédito, seguros, extensión rural, asociatividad, trazabilidad, mercados, pagos por servicios ecosistémicos, regulación del uso del suelo y confianza entre actores. Esta necesidad de investigación es central para América Latina, donde la sostenibilidad ganadera debe simultáneamente mejorar ingresos rurales, reducir presión ambiental, conservar recursos naturales y evitar que la transición excluya a los pequeños productores (Chamorro-Vargas et al., 2025a; Cohn et al., 2014).

4. Discusión

Los resultados discutidos permiten sostener que la ganadería sostenible en zonas rurales de América Latina constituye menos una alternativa marginal que una condición estratégica para reorientar el desarrollo agropecuario regional. La relevancia de esta afirmación se explica porque América Latina y el Caribe concentran cerca del 28 % de la población bovina mundial, de la producción de carne bovina y de leche, además de representar el 44 % de las exportaciones globales de carne bovina; en consecuencia, las decisiones prediales sobre pasturas, agua, suelo y cobertura vegetal tienen efectos que trascienden la finca y alcanzan la seguridad alimentaria, la competitividad agroexportadora y la sostenibilidad territorial (FAO, s. f.). Esta centralidad productiva, no obstante, se despliega en territorios donde la ganadería es también un soporte de subsistencia para familias rurales, lo que obliga a discutir la sostenibilidad no como restricción externa al productor, sino como una vía de permanencia económica y ecológica en escenarios de alta vulnerabilidad climática (FAO, 2024).

La revisión evidencia que las prácticas sostenibles identificadas —sistemas silvopastoriles, manejo rotacional, recuperación de pasturas degradadas, cercas vivas, bancos forrajeros, árboles dispersos, protección hídrica y ajuste de carga animal— comparten una premisa común: sustituir la lógica extensiva de expansión horizontal por una gestión intensiva en conocimiento ecológico. Este hallazgo coincide con Broom et al. (2013), quienes plantean que la producción pecuaria eficiente puede compatibilizarse con biodiversidad y bienestar animal cuando el sistema incorpora mayor complejidad ecológica, y con Calle et al. (2013), quienes muestran que los sistemas silvopastoriles intensivos en Colombia pueden integrar arbustos forrajeros de alta densidad, árboles y pasturas para elevar productividad y rehabilitar tierras degradadas. La discusión central, por tanto, no es si la ganadería debe incorporar árboles o tecnologías aisladas, sino cómo dichas prácticas transforman la arquitectura productiva del predio y su relación con los recursos naturales.

Sin embargo, la evidencia obliga a evitar una lectura celebratoria e indiferenciada de lo “sostenible”. Picasso y Pizarro (2024) advierten que las transiciones silvopastoriles no siempre producen intensificación ecológica, pues reintroducir árboles nativos en

pasturas degradadas de Amazonía o bosque seco puede aumentar biodiversidad y servicios ecosistémicos, mientras que instalar plantaciones exóticas sobre pastizales nativos puede reducir diversidad y funcionalidad ecológica. Esta precisión es decisiva para América Latina, donde la heterogeneidad biogeográfica impide extrapolar modelos de manera uniforme entre Cerrado, Amazonía, bosque seco, sabanas, pastizales templados o sistemas altoandinos. En consecuencia, la discusión derivada de la revisión sugiere que la sostenibilidad ganadera no debe evaluarse por la presencia formal de prácticas “verdes”, sino por su coherencia con el ecosistema de partida, la historia de uso del suelo y la capacidad real de regenerar funciones ecológicas (Picasso & Pizarro, 2024).

En relación con la eficiencia en el uso de recursos naturales, los hallazgos indican que el debate debe desplazarse desde indicadores brutos de producción hacia métricas relacionales: producto por hectárea, ingreso por unidad de suelo, emisión por kilogramo de carne o leche, biomasa aprovechable por unidad animal y resiliencia del sistema frente a sequías o degradación. Mottet et al. (2017) muestran que el ganado consume cerca de 6.000 millones de toneladas de materia seca al año, de las cuales el 86 % corresponde a materiales no comestibles directamente por humanos, lo que matiza la crítica a los rumiantes como competidores absolutos de la alimentación humana, aunque no elimina la necesidad de mejorar conversión alimentaria y evitar expansión de tierras forrajeras. Desde esta perspectiva, la eficiencia no equivale a maximizar producción a cualquier costo, sino a disminuir la presión ecológica relativa de cada unidad producida (Mottet et al., 2017).

Los estudios sobre Brasil refuerzan esta interpretación al mostrar que la restauración y optimización de pasturas puede generar beneficios ambientales y económicos simultáneos. De Oliveira Silva et al. (2017) estimaron que la intensidad de emisiones podía disminuir de 9,26 a 3,59 kg CO₂e por kilogramo de canal equivalente con manejo optimizado, mientras que Cardoso et al. (2016) reportaron que la intensificación de sistemas de carne redujo el área requerida de 320 a 45 m² por kilogramo de canal y las emisiones de 58,3 a 29,4 kg CO₂e por kilogramo de canal. Estos resultados respaldan la tesis de que la sostenibilidad productiva no necesariamente implica menor rentabilidad; más bien, sugiere que la baja eficiencia de sistemas extensivos degradados constituye una pérdida económica y ambiental acumulativa. No obstante, la reducción de emisiones por unidad de producto no garantiza, por sí sola, sostenibilidad territorial si el aumento de rentabilidad estimula expansión ganadera hacia ecosistemas vulnerables (Cardoso et al., 2016; de Oliveira Silva et al., 2017).

Los aportes productivos y económicos revisados permiten discutir la sostenibilidad como una estrategia de competitividad rural, siempre que se implemente mediante paquetes de manejo integrados y acompañamiento institucional. Las experiencias reportadas por la FAO en Uruguay y Ecuador muestran incrementos de productividad e ingresos junto con reducciones de intensidad de emisiones, lo que sugiere que las prácticas sostenibles pueden mejorar el desempeño predial cuando se articulan con

asistencia técnica, monitoreo y aprendizaje en finca (FAO, s. f.). Esta lectura es coherente con Calle et al. (2013), quienes subrayan que la expansión de sistemas silvopastoriles requiere investigación participativa, fincas demostrativas, redes de productores, capacitación a extensionistas e incentivos financieros. Por tanto, la sostenibilidad ganadera no puede reducirse a una decisión individual del productor; depende de arreglos colectivos que disminuyan incertidumbre, costos de transición y asimetrías de información (Calle et al., 2013).

En el plano ambiental, los resultados confirman que la ganadería convencional sigue asociada a degradación de pasturas, erosión, pérdida de fertilidad, presión hídrica, fragmentación de hábitats, emisiones de metano entérico y deforestación. La FAO (2023) estima que los sistemas agroalimentarios ganaderos generaron 6,2 Gt CO₂e en 2015, equivalentes a cerca del 12 % de las emisiones antropogénicas, lo que otorga relevancia global a cualquier estrategia de mitigación en el sector. Con todo, la discusión debe distinguir entre mitigación técnica e integralidad socioecológica: mejorar forrajes, rotar potreros o aumentar productividad reduce emisiones por unidad de producto, pero la mitigación efectiva exige evitar desplazamientos territoriales, controlar el cambio de uso del suelo y fortalecer trazabilidad. Cohn et al. (2014) ya advertían que la intensificación ganadera en Brasil puede reducir emisiones al ahorrar tierra forestal, pero solo bajo políticas que impidan que la eficiencia se traduzca en expansión indirecta (Cohn et al., 2014; FAO, 2023).

Las barreras de adopción constituyen uno de los hallazgos más relevantes porque explican la brecha entre disponibilidad técnica y transformación real de los territorios ganaderos. Chamorro-Vargas et al. (2025a) sintetizaron 52 estudios sobre sistemas silvopastoriles en América Latina y encontraron que los principales facilitadores son los incentivos económicos, los pagos por servicios ecosistémicos, la asistencia técnica, la transferencia de información y las redes sociales; en contraste, las barreras más persistentes son la ausencia de mercados diferenciados, el costo inicial, la complejidad de manejo y las limitaciones institucionales. Esta evidencia permite discutir la adopción como un proceso socialmente mediado, no como una simple respuesta racional a la rentabilidad esperada. En otros términos, el productor no adopta solo porque la práctica sea técnicamente superior, sino cuando percibe seguridad económica, legitimidad social, acompañamiento experto y beneficios verificables en el corto y mediano plazo (Chamorro-Vargas et al., 2025a).

La adopción, además, debe comprenderse como trayectoria gradual y no como categoría binaria. Una finca puede incorporar cercas vivas sin modificar carga animal, proteger fuentes hídricas sin mejorar pasturas, o sembrar árboles sin alterar prácticas de pastoreo; por ello, el análisis de sostenibilidad requiere examinar combinaciones, intensidades y permanencia de las prácticas. Chamorro-Vargas et al. (2025b) muestran, en el caso colombiano, que los pagos por servicios ecosistémicos, la cercanía a fincas vinculadas a proyectos, la presencia de bosque o cuenca y la erosión favorecen la adopción de prácticas silvopastoriles, mientras que la demanda de agua y la vulnerabilidad hídrica la dificultan. Esta evidencia revela que la adopción

sostenible no depende únicamente de actitudes individuales, sino de condiciones biofísicas, redes territoriales, incentivos y capacidades institucionales que reducen el riesgo percibido (Chamorro-Vargas et al., 2025b).

Los vacíos identificados en la literatura son igualmente sustantivos. Aunque existen avances sobre silvopastoreo, restauración de pasturas e intensificación sostenible, todavía faltan estudios longitudinales que evalúen si las prácticas permanecen cuando concluyen los proyectos, si los ingresos se sostienen en el tiempo y si los beneficios ambientales se mantienen bajo variabilidad climática. También persiste una fragmentación metodológica: algunos estudios privilegian emisiones, otros productividad, otros biodiversidad o rentabilidad, pero son menos frecuentes las evaluaciones integradas que combinen carbono, agua, suelo, cobertura vegetal, salud animal, ingreso neto, costos de transición y bienestar familiar. Esta limitación es relevante porque la sostenibilidad ganadera es multidimensional; si se mide con indicadores parciales, puede sobredimensionar éxitos productivos y subestimar costos ecológicos o sociales (Snyder, 2019; Chamorro-Vargas et al., 2025a).

En conjunto, la discusión permite afirmar que la ganadería sostenible en América Latina no debe formularse como una dicotomía entre producción y conservación, sino como una reorganización profunda de las relaciones entre finca, paisaje e instituciones. La evidencia revisada muestra que existen prácticas capaces de elevar productividad, reducir intensidad de emisiones, recuperar pasturas y mejorar servicios ecosistémicos; sin embargo, también advierte que dichas prácticas pueden fracasar si se transfieren sin contextualización ecológica, sin mercados que remuneren la sostenibilidad, sin crédito accesible o sin gobernanza territorial que impida la expansión sobre bosques y ecosistemas frágiles. De allí se deriva la principal contribución del artículo: mostrar que la gestión eficiente de recursos naturales no es un componente accesorio de la ganadería sostenible, sino su núcleo operativo y político, porque define si la actividad pecuaria rural reproducirá degradación extensiva o avanzará hacia sistemas productivos climáticamente resilientes, económicamente viables y ecológicamente responsables (Herrero et al., 2016; Picasso & Pizarro, 2024).

5. Conclusiones

La revisión permite concluir que la ganadería sostenible en zonas rurales de América Latina constituye una ruta estratégica para reorganizar los sistemas pecuarios desde una lógica de expansión extensiva hacia una gestión más eficiente, integrada y territorial de los recursos naturales. Las prácticas analizadas muestran que la sostenibilidad no depende de una intervención aislada, sino de la articulación entre manejo de pasturas, conservación del suelo, protección del agua, incorporación de cobertura arbórea, planificación de la carga animal y fortalecimiento de capacidades productivas. En ese sentido, la ganadería sostenible se configura como una alternativa viable para responder simultáneamente a desafíos económicos, ambientales y sociales presentes en los territorios rurales.

Los hallazgos también permiten afirmar que los sistemas silvopastoriles, la restauración de pasturas degradadas, el manejo rotacional y la protección de fuentes hídricas son prácticas recurrentes en la literatura por su capacidad para mejorar la productividad y reducir la presión sobre ecosistemas vulnerables. No obstante, su efectividad depende del contexto ecológico, del tipo de productor, de la disponibilidad de asistencia técnica y de la coherencia entre las prácticas implementadas y las condiciones biofísicas del territorio. Por ello, la sostenibilidad ganadera no debe entenderse como un modelo uniforme, sino como un proceso adaptativo que requiere decisiones diferenciadas según ecosistema, escala productiva y trayectoria de uso del suelo.

Asimismo, se concluye que la eficiencia en el uso de recursos naturales representa el eje operativo de la ganadería sostenible, porque permite evaluar no solo cuánto se produce, sino con qué nivel de presión ambiental, costo económico y riesgo territorial. La evidencia revisada sugiere que mejorar la eficiencia del suelo, del agua y de la biomasa forrajera puede incrementar la rentabilidad, disminuir la degradación y reducir emisiones por unidad de producto. Sin embargo, estos beneficios solo adquieren sentido territorial cuando se acompañan de mecanismos que eviten la expansión ganadera hacia bosques, pastizales nativos u otros ecosistemas estratégicos.

En términos productivos y económicos, la revisión muestra que la sostenibilidad puede convertirse en una oportunidad de competitividad rural cuando se vincula con acompañamiento técnico, financiamiento, aprendizaje entre productores y monitoreo de resultados. Las experiencias analizadas indican que las prácticas sostenibles pueden mejorar ingresos, reducir costos y fortalecer la resiliencia de las unidades ganaderas, especialmente cuando se aplican como paquetes integrales de manejo. Aun así, los costos iniciales, la incertidumbre sobre retornos, la falta de mercados diferenciados y el acceso desigual a crédito siguen limitando su adopción en pequeños y medianos productores rurales.

Desde la dimensión ambiental, se concluye que la ganadería convencional mantiene impactos relevantes sobre suelo, agua, biodiversidad, cobertura vegetal y emisiones; por tanto, su transformación resulta indispensable para avanzar hacia sistemas agropecuarios climáticamente resilientes. Las prácticas sostenibles pueden contribuir a la mitigación y adaptación climática, pero su alcance depende de la permanencia de los cambios, de la gobernanza territorial y de la capacidad institucional para evitar efectos rebote. En consecuencia, la intensificación productiva solo puede considerarse sostenible cuando reduce la presión ambiental absoluta y no únicamente la intensidad de impacto por unidad producida.

Finalmente, el principal aporte del artículo radica en evidenciar que la ganadería sostenible y la gestión eficiente de recursos naturales deben analizarse como dimensiones inseparables de una misma transición rural. La literatura disponible ofrece avances importantes, pero aún persisten vacíos relacionados con estudios longitudinales, mediciones integradas, indicadores comparables y análisis

socioinstitucionales sobre adopción, permanencia y escalamiento de prácticas sostenibles. Por ello, futuras investigaciones deberán profundizar en modelos que integren productividad, rentabilidad, biodiversidad, agua, suelo, emisiones y bienestar rural, con el fin de orientar políticas públicas y estrategias productivas que permitan una ganadería ambientalmente responsable, económicamente viable y socialmente inclusiva.

CONFLICTO DE INTERESES

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

Referencias Bibliográficas

- Banco Mundial. (2025, 23 de diciembre). *World Bank reports on the agrifood sector in Latin America and the Caribbean*. <https://www.worldbank.org/en/region/lac/brief/world-bank-reports-on-the-agrifood-sector-of-latin-america-and-the-caribbean>
- Beltrán-Jimenez, S. S., Gómez-Reina, M. Ángel, Monsalve-Estrada, N. Y., Ospina-Ladino, M. C., & López-Muñoz, L. G. (2023). Optimización del Overrun (aireado), del rendimiento, de los sólidos solubles y los costos de un helado mediante el diseño de mezclas. *Journal of Economic and Social Science Research*, 3(4), 68–83. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v3/n4/81>
- Broom, D. M., Galindo, F. A., & Murgueitio, E. (2013). Sustainable, efficient livestock production with high biodiversity and good welfare for animals. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 280(1771), 20132025. <https://doi.org/10.1098/rspb.2013.2025>
- Caicedo-Aldaz, J. C., & Herrera-Sánchez, D. J. (2022). El Rol de la Agroecología en el Desarrollo Rural Sostenible en Ecuador. *Revista Científica Zambos*, 1(2), 1-16. <https://doi.org/10.69484/rcz/v1/n2/24>
- Calle, Z., Murgueitio, E., Chará, J., Molina, C. H., Zuluaga, A. F., & Calle, A. (2013). A strategy for scaling-up intensive silvopastoral systems in Colombia. *Journal of Sustainable Forestry*, 32(7), 677–693. <https://doi.org/10.1080/10549811.2013.817338>
- Campuzano-Vera, S. E., Alcázar-Espinoza, J. A., Alcázar-Campuzano, M. Z., & Wolf-Noblecilla, D. M. (2024). Contenido fenólico y capacidad antioxidante de un vino a base de Reina Claudia roja (*Prunus domestica*). *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(4), 303–320. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n4/149>
- Cardoso, A. S., Berndt, A., Leytem, A., Alves, B. J. R., de Carvalho, I. N. O., de Barros Soares, L. H., Urquiaga, S., & Boddey, R. M. (2016). Impact of the intensification of beef production in Brazil on greenhouse gas emissions and land use. *Agricultural Systems*, 143, 86–96. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2015.12.007>

- CEPAL, FAO, & IICA. (2024). *The outlook for agriculture and rural development in the Americas: A perspective on Latin America and the Caribbean 2023–2024*. IICA. <https://www.cepal.org/en/publications/69184-outlook-agriculture-and-rural-development-americas-perspective-latin-america-and>
- Chamorro Vargas, C. T. (2024). *Revealing the pathways to scale out agricultural transformation: Factors influencing adoption of silvopastoral systems* [Master's thesis, University of British Columbia]. UBC Open Collections. <https://open.library.ubc.ca/soa/cIRcle/collections/ubctheses/24/items/1.0443759>
- Chamorro-Vargas, C. T., Cudney-Valenzuela, S., Morgan, S., & Kremen, C. (2025). Review of enablers and barriers to the adoption of silvopastoral systems in Latin America. *Discover Agriculture*, 3, 228. <https://doi.org/10.1007/s44279-025-00400-7>
- Chamorro-Vargas, C. T., Morgan, S. M., Pantev  z, H. P., Gomez, M., Kennedy, C. M., & Kremen, C. (2025). Enablers and barriers to adoption of sustainable silvopastoral practices for livestock production in Colombia. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 9, 1600091. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2025.1600091>
- Cohn, A. S., Mosnier, A., Havl  k, P., Valin, H., Herrero, M., Schmid, E., O'Hare, M., & Obersteiner, M. (2014). Cattle ranching intensification in Brazil can reduce global greenhouse gas emissions by sparing land from deforestation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(20), 7236–7241. <https://doi.org/10.1073/pnas.1307163111>
- de Oliveira Silva, R., Barioni, L. G., Hall, J. A. J., Moretti, A. C., Fonseca Veloso, R., Alexander, P., Crespolini, M., & Moran, D. (2017). Sustainable intensification of Brazilian livestock production through optimized pasture restoration. *Agricultural Systems*, 153, 201–211. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2017.02.001>
- 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>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2023). *Pathways towards lower emissions: A global assessment of the greenhouse gas emissions and mitigation options from livestock agrifood systems*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc9029en>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2024, 7 de noviembre). *Five key points to understand sustainable livestock in Latin America and the Caribbean*. <https://www.fao.org/americas/news/news-detail/claves-ganaderia-sostenible/en>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2025). *Greenhouse gas emissions from agrifood systems: Global, regional and country trends, 2001–2023*. FAO. <https://www.fao.org/statistics/highlights-archive/highlights-detail/greenhouse-gas-emissions-from-agrifood-systems.-global--regional-and-country-trends--2001-2023/en>

- Godde, C. M., Mason-D'Croz, D., Mayberry, D. E., Thornton, P. K., & Herrero, M. (2021). Impacts of climate change on the livestock food supply chain: A review of the evidence. *Global Food Security*, 28, 100488. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100488>
- 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>
- Guamán-Rivera, S. A., & Flores-Mancheno, C. I. (2023). Seguridad Alimentaria y Producción Agrícola Sostenible en Ecuador. *Revista Científica Zambos*, 2(1), 1-20. <https://doi.org/10.69484/rcz/v2/n1/35>
- Herrera-Feijoo, R. J. (2024). Principales amenazas e iniciativas de conservación de la biodiversidad en Ecuador. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(1), 33–56. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n1/85>
- Herrera-Sánchez, D. J., & Gavilánez-Buñay, T. C. (2023). Estrategias de agricultura regenerativa para mejorar la salud del suelo. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 1(2), 15-28. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v1/n2/12>
- Herrero, M., & Thornton, P. K. (2013). Livestock and global change: Emerging issues for sustainable food systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 110(52), 20878–20881. <https://doi.org/10.1073/pnas.1321844111>
- Herrero, M., Thornton, P. K., Gerber, P., & Reid, R. S. (2009). Livestock, livelihoods and the environment: Understanding the trade-offs. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 1(2), 111–120. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2009.10.003>
- Lloor-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>
- 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>
- Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C., & Gerber, P. J. (2017). Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security*, 14, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.001>
- Picasso, V., & Pizarro, D. (2024). Silvopastoral transitions in Latin America: Toward diverse perennial systems. *Agroforestry Systems*, 98, 2267–2272. <https://doi.org/10.1007/s10457-024-01023-5>
- 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>

- Romero Cedeño, K. A., & Cadme Arévalo, M. L. (2024). *Uso de sistemas de aeronaves remotamente pilotadas (RPAS) en el monitoreo de plantaciones forestales*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.87>
- 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>
- Sarango-Ordóñez, J. P., Arellano-Reinoso, K. G., Arias-Ramirez, B. J., & Ureta-Leones, D. A. (2024). Distribución geográfica y estado de conservación actual de *Cedrela odorata* y *Cedrelinga cateniformis* en la Amazonía ecuatoriana. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(4), 89–106. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n4/134>
- Vera Chang, J. F., Barzola Miranda, S. E., & Álvarez Aspiazú, A. A. (2024). *Procesamiento y conservación de frutas y hortalizas*. Editorial Grupo AEA. <https://doi.org/10.55813/egaea.l.84>