

Ganadería ultraintensiva: revisión integrativa de indicadores técnicos, financieros, ambientales y social-institucionales en América Latina

Ultraintensive livestock farming: an integrative review of technical, financial, environmental, and social-institutional indicators in Latin America

Juan Daniel Avalos Añazco^{1*}  y Jorge Raúl Mora Del Puerto¹ 

¹ Universidad Nacional de Itapúa, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Encarnación, Paraguay.

*Autor para correspondencia:

jdavalos@facea.uni.edu.py

Conflictos de interés:

No existe ningún tipo de conflicto a declarar.

Contribución de autores:

Todos los autores realizaron contribuciones sustanciales a la concepción y diseño de este estudio, al análisis e interpretación de los datos, revisión del manuscrito y aprobación de la versión final. Todos los autores asumen la responsabilidad del contenido del manuscrito.

Financiamiento:

Ninguno

Disponibilidad de datos

Todo el conjunto de datos que apoya los resultados de este estudio está disponible mediante solicitud al autor de correspondencia. El conjunto de datos no está públicamente disponible debido a que consiste en síntesis cualitativa-cuantitativa de literatura secundaria sin datos primarios propietarios.

Historial:

Recibido: 05-10-2025;
Aceptado: 03-12-2025;
Publicado: 30-12-2025

Editor responsable:

Arnaldo Esquivel-Fariña 
Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Agrarias. San Lorenzo, Paraguay.

Licencia:

Artículo publicado en acceso abierto bajo una licencia Creative Commons CC-BY 4.0

RESUMEN

La ganadería bovina en América Latina enfrenta el desafío de incrementar productividad y competitividad sin agravar impactos ambientales ni conflictos por uso del suelo. En este contexto, los sistemas ultraintensivos con suplementación estratégica emergen como alternativa, pero la evidencia regional permanece dispersa, heterogénea y con métricas no siempre comparables, lo que limita decisiones técnicas y políticas basadas en evidencia. Este artículo evalúa comparativamente la viabilidad técnica, financiera, ambiental y social-institucional de sistemas ganaderos ultraintensivos con suplementación estratégica frente a modelos extensivos tradicionales en Brasil, Argentina, Uruguay, Paraguay y Colombia. Se realizó una revisión integrativa siguiendo la metodología propuesta por Whitemore y Knafl (2005) y PRISMA 2020. Se consultaron Scopus, Web of Science, SciELO y Redalyc, complementadas con literatura gris (FAO, IICA, CEPAL, INAC, INTA, EMBRAPA). Se identificaron 240 registros y se incluyeron 50 documentos (32 artículos, 10 informes técnicos, 5 tesis y 3 revisiones) publicados entre 2000 y 2024 en inglés, español y portugués. La síntesis indica que los modelos ultraintensivos aumentan la ganancia de peso (20–35%), mejoran la eficiencia forrajera (hasta 40%) y reducen emisiones de GEI por kg de carne (15–25%). Financieramente, muestran mejores retornos a mediano plazo, aunque la inversión inicial y el acceso a crédito restringen la adopción en pequeños productores. En el plano social-institucional, la capacitación, la aceptación cultural y los marcos de trazabilidad y certificación condicionan el escalamiento. En conjunto, los hallazgos respaldan políticas e inversiones orientadas a intensificación sostenible, con financiamiento, asistencia técnica y gobernanza territorial.

Palabras clave: ganadería ultraintensiva, revisión integrativa, sostenibilidad, suplementación estratégica, viabilidad financiera.

ABSTRACT

Bovine livestock farming in Latin America faces the challenge of increasing productivity and competitiveness without worsening environmental impacts or conflicts over land use. In this context, ultraintensive systems with strategic supplementation emerge as an alternative; however, regional evidence remains scattered, heterogeneous, and based on metrics that are not always comparable, which limits evidence-based technical and policy decisions. This article comparatively evaluates the technical, financial, environmental, and social-institutional viability of ultraintensive livestock systems with strategic supplementation against traditional extensive models in Brazil, Argentina, Uruguay, Paraguay, and Colombia. An integrative review was conducted following the methodology proposed by Whitemore and Knafl (2005) and PRISMA 2020. Scopus, Web of Science, SciELO, and Redalyc were consulted, supplemented by grey literature (FAO, IICA, CEPAL, INAC, INTA, EMBRAPA). A total of 240 records were identified, and 50 documents were included (32 articles, 10 technical reports, 5 theses, and 3 reviews) published between 2000 and 2024 in English, Spanish, and Portuguese. The synthesis indicates that ultraintensive models increase weight gain (20–35%), improve forage efficiency (up to 40%), and reduce GHG emissions per kg of meat (15–25%). Financially, they show better medium-term returns, although the initial investment and access to credit restrict adoption among smallholder producers. At the social-institutional level, training, cultural acceptance, and traceability and certification frameworks condition scaling. Overall, the findings support policies and investments aimed at sustainable intensification, with financing, technical assistance, and territorial governance.

Keywords: ultraintensive livestock farming, integrative review, sustainability, strategic supplementation, financial viability.

INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina constituye uno de los pilares económicos, sociales y culturales de América Latina, aportando significativamente al producto interno bruto agropecuario, al empleo rural y a las exportaciones de carne (FAO, 2018; Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2024). Sin embargo, enfrenta el desafío de incrementar su productividad para atender la creciente demanda global de alimentos, al mismo tiempo que debe responder a presiones ambientales y sociales derivadas del cambio climático, la degradación de recursos naturales y las exigencias de los mercados internacionales en materia de sostenibilidad (Garnett et al., 2013; Thornton, Nelson, Mayberry y Herrero, 2022). La transformación del sector ganadero es clave para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) (FAO, 2018). Un aspecto clave es el estrés por calor, que afecta la producción, especialmente en sistemas confinados (Frigeri et al., 2023). La exigencia de producción sostenible no se limita a la eficiencia técnica, sino que se extiende al cumplimiento de altos estándares de bienestar animal (Rius, 2015), la mitigación del cambio climático y la gestión responsable de los recursos naturales. Por tanto, la viabilidad de estos sistemas ultraintensivos en el contexto de América Latina debe evaluarse de forma holística. Sin embargo, la evidencia regional permanece dispersa, heterogénea y con métricas no siempre comparables, lo que limita decisiones técnicas y políticas basadas en evidencia. Este artículo tiene como objetivo evaluar comparativamente la viabilidad técnica, financiera, ambiental y social-institucional de los sistemas ultraintensivos de ganadería de carne en América Latina mediante una revisión integrativa, sintetizando los indicadores clave para informar a los tomadores de decisiones.

En este contexto, y alineado con el marco de la bioeconomía regional que promueve la transformación de las materias primas en productos de mayor valor y sostenibilidad (Rodríguez, Mondaini y Hirschfeld, 2019), y forma parte de una agenda política global (OECD, 2009), los sistemas tradicionales extensivos, caracterizados por baja densidad animal y limitada suplementación, muestran restricciones significativas en eficiencia productiva, resiliencia climática e inserción en cadenas de valor globales (Reinsoo Ortíz y Soto Silva, 2006). Frente a estas limitaciones, han emergido modelos ganaderos ultraintensivos con suplementación estratégica, los cuales combinan pastoreo rotativo de alta densidad, nutrición ajustada a la estacionalidad forrajera y, en algunos casos, tecnologías de precisión (Berckmans, 2017; Jiang, Tang, Cui, y Deng, 2023). Estos sistemas han demostrado potencial para aumentar la ganancia de peso diario, reducir los tiempos de engorde y optimizar el uso de suelo y agua, contribuyendo a una menor huella ambiental por kilogramo de carne producida (Mottet et al., 2017; Morais et al., 2023).

Más allá del plano técnico, la intensificación ganadera plantea importantes interrogantes económicos y sociales. Por un lado, requiere inversiones sustanciales en infraestructura y capacitación, lo que puede constituir una barrera de acceso para pequeños productores (Pereira et al., 2024). Por otro, ofrece oportunidades para

acceder a mercados diferenciados que valoran atributos como la trazabilidad y la certificación ambiental, como lo demuestra la experiencia de Uruguay con la carne carbono neutro (Instituto Nacional de Carnes (INAC), 2024a). Al mismo tiempo, la resistencia cultural y las limitaciones de financiamiento en países como Paraguay y Colombia ponen de manifiesto que la intensificación no es únicamente un proceso tecnológico, sino también un proceso social e institucional (OPSAA-IICA, 2024).

La solución a la disyuntiva entre productividad y sostenibilidad ha llevado a la región a la adopción de modelos de Intensificación Sostenible (IS). Bungenstab (2012), al describir el sistema de Integración Lavoura-Pecuária-Floresta (ILPF) en Brasil, subraya que la clave de la IS no radica únicamente en aumentar la producción, sino en la máxima eficiencia en el uso de los recursos (suelo, agua, insumos) y en la diversificación productiva para mitigar riesgos y reducir la huella ambiental por unidad de producto. Este enfoque integrado es el principio que sustenta la viabilidad a largo plazo de los sistemas ultraintensivos bajo revisión.

Diversos estudios y revisiones recientes coinciden en que la intensificación sostenible, cuando se diseña y gestiona adecuadamente, puede contribuir a conciliar productividad y desempeño ambiental mediante mejoras en la eficiencia de conversión de recursos y reducciones de emisiones por unidad de producto (Pereira et al., 2024; Pesenti Rossi, Dalla Costa, Barbieri, Minero y Canali, 2024). En América Latina, la evidencia empírica disponible reporta incrementos de ganancia de peso del 20-35%, mejoras de eficiencia forrajera de hasta 40% y reducciones de emisiones de GEI por kg de carne del 15-25% en sistemas ultraintensivos con suplementación estratégica, con resultados condicionados por el contexto productivo y el paquete tecnológico implementado (Sales et al., 2011; Cortiana Tambara, Härter, Silveira Rabelo, y Kozloski, 2021; Mottet et al., 2017; Gerber et al., 2013). Sin embargo, la literatura regional permanece fragmentada: numerosos trabajos presentan indicadores técnicos o ambientales de manera aislada, con metodologías y métricas no siempre comparables, y con brechas en la evaluación financiera (inversión inicial, acceso a crédito y retornos) y en el análisis de los marcos institucionales que condicionan la adopción y el escalamiento (Pereira et al., 2024; FAO, 2025; OPSAA-IICA, 2024). Esta heterogeneidad, junto con diferencias nacionales en políticas, trazabilidad y certificación (p. ej., Uruguay) o en restricciones estructurales (p. ej., Paraguay y Colombia), genera trayectorias divergentes y limita la toma de decisiones técnicas y el diseño de políticas públicas basadas en evidencia (OPSAA-IICA, 2024; FAO, 2025). En este marco, se justifica una revisión integrativa comparativa que articule simultáneamente dimensiones técnicas, financieras y ambientales en el contexto latinoamericano.

El presente artículo tiene como objetivo evaluar de manera comparativa la viabilidad técnica, financiera, ambiental y social-institucional de los sistemas ganaderos ultraintensivos con suplementación estratégica frente a modelos tradicionales extensivos en Brasil, Argentina, Uruguay, Paraguay y Colombia. Estos países se seleccionaron

por tres razones complementarias: (i) relevancia productiva y diversidad de sistemas dentro de la ganadería regional (desde matrices altamente tecnificadas hasta esquemas extensivos predominantes); (ii) heterogeneidad institucional y de mercado, que permite contrastar marcos regulatorios, capacidades de monitoreo, adopción tecnológica y acceso a financiamiento; y (iii) disponibilidad y continuidad de evidencia (literatura científica, técnica e institucional) suficiente para construir comparaciones bajo un mismo marco analítico. En conjunto, este recorte capta trayectorias contrastantes: Brasil y Argentina concentran mayor escala y adopción, Uruguay aporta un caso de mayor desarrollo en trazabilidad y certificación, mientras que Paraguay y Colombia representan escenarios de transición con restricciones estructurales que condicionan el escalamiento. La originalidad de esta revisión radica en ofrecer un análisis integrador que no solo sistematiza la evidencia científica y técnica disponible, sino que también la vincula con políticas públicas, tendencias de mercado y debates globales sobre sostenibilidad agroalimentaria.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se estructuró como una revisión comparativa de indicadores técnicos, financieros, ambientales y sociales, orientada a evaluar la viabilidad de los sistemas ganaderos ultraintensivos frente a los modelos tradicionales extensivos en América Latina. El diseño metodológico se inspiró en la propuesta de Whittemore y Knafl (2005), adaptada a un análisis integrador de indicadores, y se operacionalizó siguiendo las directrices PRISMA 2020, lo que garantizó trazabilidad, transparencia y rigor en la selección documental.

Se consideraron publicaciones hasta 2024 por ser el último año con evidencia completa y comparable en las fuentes consultadas, en bases de datos académicas de alto impacto Scopus, Web of Science, SciELO y Redalyc, complementada con literatura gris proveniente de organismos internacionales como FAO, IICA, CEPAL, EMBRAPA e INTA. Los descriptores se formularon en inglés, español y portugués, combinando términos vinculados a productividad ganadera, suplementación estratégica, viabilidad financiera y emisiones de metano.

El cribado inicial identificó 240 registros. Tras la eliminación de duplicados y la aplicación sistemática de los criterios de inclusión (artículos indexados, revisiones, informes técnicos y tesis) y exclusión (publicaciones no arbitradas, duplicadas o fuera del enfoque temático y del contexto latinoamericano), el corpus final quedó conformado por 50 documentos, que representan el conjunto de estudios elegibles para responder a la pregunta de investigación bajo el protocolo definido. Esta cantidad no fue calculada a priori como un tamaño muestral para "representar" estadísticamente al total de publicaciones, sino que resulta del proceso PRISMA de selección: son los trabajos que, además de ser pertinentes, aportan información suficiente y comparable sobre los ejes técnicos, financieros, ambientales y sociales analizados. La calidad metodológica se evaluó mediante listas de verificación CASP y criterios PRISMA, clasificando la evidencia en robustez alta, media o baja, lo que permitió jerarquizar la confianza de los

resultados e interpretar los hallazgos considerando la heterogeneidad de diseños y fuentes. En este sentido, la "representatividad" de la síntesis se sustenta en la cobertura y trazabilidad del proceso (bases académicas y literatura gris, diversidad de tipos documentales, idiomas y periodo 2000-2024), más que en un muestreo numérico.

La integración de hallazgos se organizó en una matriz comparativa de indicadores estructurada en cuatro ejes: (i) productividad técnica (p. ej., ganancia de peso, eficiencia forrajera), (ii) viabilidad financiera del sistema (p. ej., costos de suplementación, inversión inicial, margen y retorno sobre la inversión), (iii) impacto ambiental (p. ej., emisiones de GEI, uso de agua y suelo) y (iv) dimensión social-institucional (p. ej., aceptación cultural, necesidades de capacitación y asistencia técnica, barreras de adopción y marcos institucionales/mercado como trazabilidad y certificación). Esta estrategia permitió contrastar resultados entre países y modelos productivos con un enfoque integrador. Cabe señalar que, dada la disponibilidad y heterogeneidad de la evidencia, el eje financiero se centró en indicadores monetarios directos reportados por los estudios; por ello, se utiliza el término "viabilidad financiera" en lugar de "económica", ya que una evaluación económica integral incorporaría además productividad total de factores, costos de oportunidad, efectos sobre empleo/territorio y externalidades, los cuales no se reportan de manera sistemática en la literatura revisada. En conjunto, la matriz ofrece una visión integrada del desempeño técnico, financiero, ambiental y social-institucional de la intensificación ganadera en la región.

En síntesis, este enfoque integrador no solo sintetiza la evidencia científica disponible, sino que también aporta insumos estratégicos para orientar decisiones empresariales y de política pública, constituyéndose en un aporte original para el debate sobre sostenibilidad y competitividad de la ganadería en América Latina.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la revisión integrativa confirman que los sistemas ganaderos ultraintensivos con suplementación estratégica presentan ventajas significativas frente a los modelos tradicionales extensivos en América Latina.

En el plano técnico, la evidencia indica que en comparación al sistema tradicional la ganancia de peso animal se incrementa entre 20 y 35%, mientras que la eficiencia forrajera puede mejorar hasta 40% cuando la suplementación se adecua a la estacionalidad (Sales et al., 2011; Cortiana Tambara et al., 2021). Estudios de suplementación estratégica han demostrado mejoras directas en la eficiencia en sistemas argentinos (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), 2025), mientras que la estacionalidad también impacta indicadores zootécnicos clave como la supervivencia y la fertilidad (Pinedo y De Vries, 2017). El comportamiento de forrajeo en pasturas es un factor clave que influye en la eficiencia del consumo y la respuesta a la suplementación (Da Silva y Carvalho, 2005). El éxito de estas mejoras se basa en la suplementación estratégica, tecnología indispensable diseñada para corregir las deficiencias nutricionales de

las pasturas y permitir el abate de animales más jóvenes, cumpliendo con los requerimientos de precocidad del mercado (Lopes de S. Thiago y Marques da Silva), la conducta alimenticia se ve afectada positivamente por la suplementación en el engorde (Xavier et al., 2023). En contraste, los sistemas extensivos tienden a registrar menor ganancia de peso y menor eficiencia forrajera, con desempeños más variables y condicionados por estacionalidad y oferta de forraje como describen Reinosso Ortíz y Soto Silva (2006).

Desde la perspectiva financiera, los modelos ultraintensivos requieren inversiones iniciales en infraestructura y capacitación técnica (Pereira et al., 2024). No obstante, generan retornos superiores a mediano plazo, particularmente en países con acceso a mercados diferenciados. Uruguay es un ejemplo destacado: la trazabilidad obligatoria (Sistema Nacional de Información Ganadera – SNIG) (González, Martínez y Wyszynski, 2016; Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), 2017) y la certificación de carne carbono neutro le han permitido posicionarse en nichos internacionales de alto valor (INAC, 2024a). Esta robustez institucional asegura el cumplimiento con los estándares internacionales más exigentes, como el Reglamento Europeo EUDR (INAC, 2024b), lo que mantiene su competitividad, respaldada por reportes de comercio exterior (Uruguay XXI, 2024) y análisis internacionales (Kenneth, 2024). Los sistemas tradicionales, en cambio, muestran márgenes estrechos y baja competitividad global (FAO, 2018).

En la dimensión ambiental, el debate sobre la sostenibilidad de la ganadería se centra en la reducción de la huella ambiental, principalmente las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI). La estrategia de la Intensificación Sostenible (IS) se consolida como el principal camino para lograr la mitigación en sistemas de pastoreo. Dumont, Groot y Tichit (2018) postulan que la IS es un requisito fundamental para “ecologizar” la producción de rumiantes, ya que permite conciliar los objetivos productivos y ambientales al reducir las emisiones por unidad de

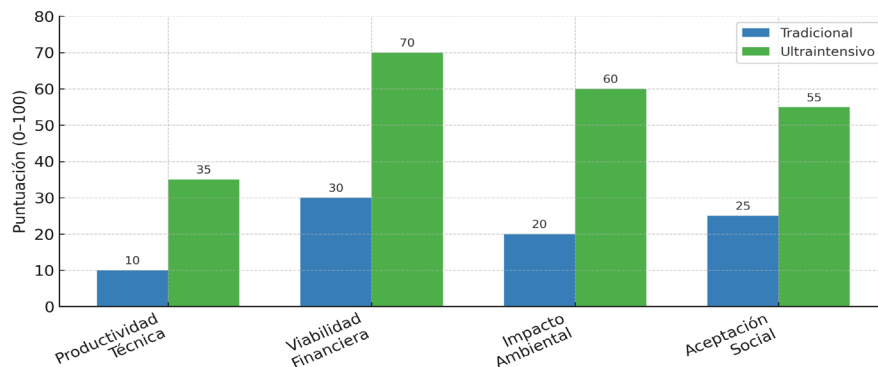
producto. La aplicación de mejores prácticas en la gestión ganadera, como la intensificación, son fundamentales para lograr la reducción efectiva de las emisiones de GEI a nivel global (Andeweg y Reisinger, 2014). Este enfoque es la base conceptual de por qué los sistemas ultraintensivos se consideran una alternativa ambiental viable en América Latina. En línea con este marco conceptual, la evidencia empírica de la revisión confirma que la intensificación con suplementación estratégica en los países estudiados reduce las emisiones de gases de efecto invernadero en un rango de 15-25% por kilogramo de carne, gracias a la mayor eficiencia productiva y a la reducción de los días de engorde (Mottet et al., 2017; Gerber et al., 2013). Asimismo, la incorporación de tecnologías de monitoreo y apoyo a decisiones (PLF), como la nutrición de precisión (Pomar y Remus, 2023), el IoT y la Inteligencia Artificial (Issa, Majed, Ameer y Al-Jawahry, 2024; Aquilani, Confessore, Bozzi, Sirtori y Pugliese, 2022), puede mejorar la gestión productiva y la eficiencia operativa, aunque su implementación enfrenta barreras de costo, infraestructura y adopción (Papakonstantinou et al., 2024; Schillings, Bennett y Rose, 2021; Werkheiser, 2020). En contraste, los sistemas extensivos requieren hasta 50% más de superficie y tiempo para alcanzar los mismos volúmenes de producción, aumentando la huella ambiental por unidad de producto (Morais et al., 2023). La intensificación es vista como una estrategia clave para reducir la presión sobre los bosques tropicales y limitar la expansión de la frontera ganadera (Kaimowitz y Angelsen, 2008; Parra-Cortés, Magaña-Magaña y Piñeiro-Vázquez, 2019).

A nivel regional, Brasil y Argentina lideran la adopción de prácticas de intensificación y tecnologías de precisión, Uruguay destaca por su institucionalidad y certificaciones ambientales, mientras que Paraguay y Colombia muestran avances limitados debido a restricciones estructurales, financieras y culturales (FAO, 2025; OPSAA-IICA, 2024). Las limitaciones de Paraguay ocurren a pesar de ser un exportador significativo de carne bovina en la región, lo que se refleja en las cifras sectoriales de producción y exportación (SENACSA, 2025; Asociación Rural del

Tabla 1. Comparación de hallazgos principales entre sistemas ganaderos tradicionales e ultraintensivos en cinco países de América Latina.

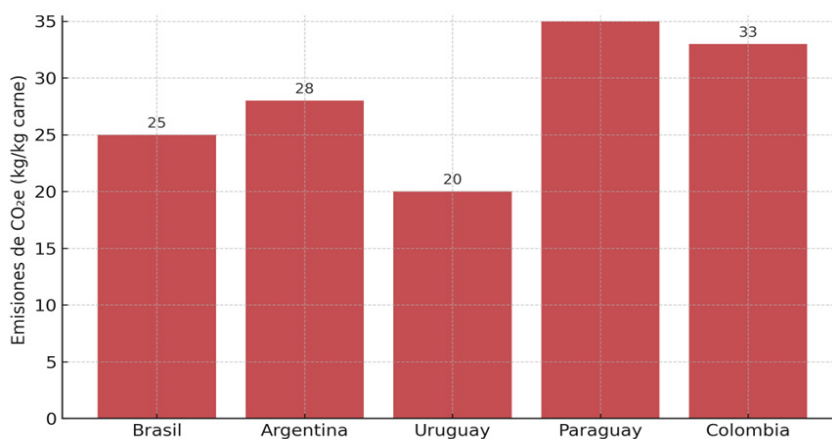
País	Productividad técnica	Viabilidad financiera	Impacto ambiental	Limitaciones sociales-institucional
Brasil	Ganancia de peso +30 %, eficiencia forrajera +40 %	Alta inversión inicial; retorno competitivo en exportaciones	Emisiones reducidas por kg de carne (\approx -20 %)	Necesidad de financiamiento y capacitación continua
Argentina	Mejoras de 25-30 % en productividad	Rentabilidad media-alta; fuerte base experimental (INTA)	Moderada reducción de emisiones; avances en trazabilidad	Adopción variable entre regiones
Uruguay	Productividad estable con suplementación estratégica	Acceso a mercados premium con carne carbono neutro	Reducción de huella de carbono certificada	Alta aceptación social y gobernanza institucional sólida
Paraguay	Ganancias técnicas parciales en proyectos piloto	Limitado acceso a crédito; retorno bajo-medio	Impacto ambiental aún elevado por baja eficiencia	Resistencias culturales y escasa capacitación técnica
Colombia	Productividad heterogénea según región	Baja inversión en intensificación; limitada inserción internacional	Reducción parcial de emisiones, sin certificación oficial	Falta de institucionalidad y financiamiento verde

Fuente: Elaboración propia a partir de FAO (2018), Sales et al. (2011), Cortiana Tambara et al. (2021), Reinosso Ortíz y Soto Silva (2006), Guerra et al. (2016), Euclides, Montagner, Barbosa y Nantes (2014), INAC (2024a), OPSAA-IICA (2024).



Fuente: Elaboración propia a partir de FAO (2018), Sales et al. (2011), Cortiana Tambara et al. (2021), Reinosso Ortiz y Soto Silva (2006), Guerra et al. (2016), OPSAA-IICA (2024).

Figura 1. Desempeño comparativo entre modelos ganaderos en América Latina. Las barras azules representan el sistema tradicional y las barras verdes el sistema ultraintensivo, en una escala de 0-100 puntos para cuatro dimensiones evaluadas: productividad técnica, viabilidad financiera, impacto ambiental y aceptación social.



Fuente: Elaboración propia a partir de Gerber et al. (2013), Mottet et al. (2017), Morais et al. (2023).

Figura 2. Emisiones comparativas de metano en cinco países (2000-2024). Las barras muestran la intensidad promedio de emisiones expresada en kg CO₂e por kg de carne, considerando la matriz ganadera nacional que combina sistemas tradicionales y ultraintensivos en Brasil, Argentina, Uruguay, Paraguay y Colombia.

Paraguay (ARP), 2025), lo que subraya la dicotomía entre volumen y sostenibilidad institucional. Estos hallazgos evidencian que la viabilidad de la intensificación no depende solo de avances técnicos, sino también de marcos institucionales, financiamiento accesible y aceptación social (FAO, 2025; OPSAA-IICA, 2024).

La Figura 1 ofrece una síntesis visual y comparativa del desempeño entre los modelos ganaderos tradicionales y los ultraintensivos en América Latina, basada en literatura reciente. El modelo ultraintensivo demuestra una clara superioridad en todas las métricas: alcanza su mayor ventaja en la viabilidad financiera (cercano a 70 puntos en una escala de 100) y en el impacto ambiental (alrededor de 60 puntos), lo que refleja mayores retornos y una mejor eficiencia en el uso de recursos por unidad de producto. Aunque la productividad técnica también es marcadamente superior en el sistema ultraintensivo (35 puntos frente a 10 del tradicional), la dimensión social-institucional muestra la brecha más estrecha (55 puntos frente a 25), sugiriendo que, si bien la tecnología es viable, la adopción enfrenta importantes desafíos de capacitación y aceptación cultural

que requieren atención política y financiera.

La Figura 2 presenta la intensidad de emisiones asociadas al metano, expresada en kg CO₂e por kg de carne, para cinco países latinoamericanos en el periodo 2000-2024, estimada como el promedio de sus matrices ganaderas nacionales que combinan sistemas tradicionales y ultraintensivos. Estas estimaciones, sustentadas en literatura y reportes consolidados (Gerber et al., 2013; Mottet et al., 2017; Morais et al., 2023), permiten comparar diferencias estructurales de eficiencia productiva entre países. Con el fin de validar los patrones observados, los resultados se contrastaron con emisiones actuales del sector ganadero reportadas por inventarios nacionales y bases internacionales recientes, que informan emisiones totales por categoría (p. ej., metano por fermentación entérica y manejo de estiércol). Este contraste muestra que países con mayores emisiones absolutas no necesariamente exhiben mayores intensidades por kilogramo de carne, evidenciando el papel de la productividad, la duración del ciclo de engorde y la eficiencia de conversión en las brechas registradas. Asimismo, las diferencias nacionales reflejan

también factores institucionales y de mercado como la trazabilidad y la certificación ambiental en Uruguay, que inciden en la adopción tecnológica y el posicionamiento internacional del sector. En conjunto, esta verificación con datos sectoriales actuales fortalece la coherencia de los hallazgos y refuerza la necesidad de avanzar hacia modelos de intensificación bien gestionada y alineados con objetivos climáticos.

Los resultados analizados demuestran que la intensificación ganadera con suplementación estratégica constituye una alternativa viable y sostenible frente a los sistemas extensivos tradicionales. Sin embargo, su consolidación exige no solo avances tecnológicos, sino también políticas inclusivas, acceso a financiamiento, capacitación de los actores rurales y marcos regulatorios sólidos. Bajo estas condiciones, el modelo ultraintensivo puede contribuir a la competitividad de la ganadería latinoamericana y alinearse con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente los ODS 2, 12 y 13.

CONCLUSIONES

La revisión integrativa confirma que la ganadería ultraintensiva con suplementación estratégica constituye una alternativa productiva y competitiva frente a los sistemas extensivos tradicionales en América Latina. Los hallazgos muestran incrementos de productividad de entre 20% y 35%, mejoras en la eficiencia forrajera de hasta 40% y reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero del 15% al 25% por kilogramo de carne. Estas ventajas, no obstante, dependen de la adecuada integración de infraestructura, suplementación ajustada y tecnologías de precisión.

En el plano financiero, los sistemas ultraintensivos generan mayores retornos a mediano y largo plazo, sobre todo en países con acceso a mercados diferenciados que premian la trazabilidad y la certificación ambiental, como el caso uruguayo. Sin embargo, la elevada inversión inicial y las restricciones en el acceso a crédito continúan siendo barreras que limitan la adopción por parte de pequeños productores, lo que evidencia la urgencia de políticas inclusivas que eviten la concentración de beneficios.

Desde la perspectiva ambiental, la ultraintensificación presenta ventajas claras en eficiencia y mitigación relativa de emisiones. Sin embargo, su sostenibilidad requiere marcos regulatorios sólidos de ordenamiento territorial que aseguren el uso responsable de suelos y agua. La aceptación cultural y la capacitación técnica emergen como condiciones críticas para su escalamiento, lo que explica las diferencias observadas entre países con institucionalidad robusta, como Brasil, Argentina y Uruguay, frente a Paraguay y Colombia.

En síntesis, la transición hacia una ganadería ultraintensiva y sostenible exige la convergencia de innovación tecnológica, programas de capacitación, acceso a financiamiento y gobernanza institucional. Cuando estos factores se alinean, la intensificación no solo incrementa productividad y competitividad internacional, sino que también contribuye al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible,

en particular en seguridad alimentaria, acción climática y bioeconomía.

Los resultados de esta revisión ofrecen insumos estratégicos para que gobiernos, organismos internacionales y productores diseñen políticas y programas de inversión que promuevan la intensificación sostenible como vía concreta para posicionar a América Latina como referente global en producción de carne eficiente, trazable y climáticamente responsable.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Nacional de Itapúa por el apoyo académico en el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andeweg, K., & Reisinger, A. (2014). *Reducing greenhouse gas emissions from livestock: Best practice and emerging options*. World Bank. https://saiplatform.org/uploads/Modules/Library/lrg-sai-livestock-mitigation_web2.pdf
- Aquilani, C., Confessore, A., Bozzi, R., Sirtori, F., & Pugliese, C. (2022). Review: Precision Livestock Farming technologies in pasture-based livestock systems. *Animal*, 16(1), 100429. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100429>
- Asociación Rural del Paraguay (ARP). (2025). *Boletín semanal informativo N.º 590*. https://www.arp.org.py/images/ima2022/Boletn_Semanal_Informativo_Nro_590.pdf
- Berckmans, D. (2017). General introduction to precision livestock farming. *Animal Frontiers*, 7(1), 6–11. <https://doi.org/10.2527/af.2017.0102>
- Bungenstab, D. J. (Ed.). (2012). *Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável*. Portal EMBRAPA. <https://www.embrapa.br/en/busca-de-publicacoes/-/publicacao/938814/sistemas-de-integracao-lavoura-pecuaria-floresta-a-producao-sustentavel>
- Rodríguez, A. G., Mondaini, A. O. y Hitschfeld, M. A. (2019). *La bioeconomía en América Latina y el Caribe: Contexto global y regional, perspectivas*. CEPAL. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/42427-bioeconomia-america-latina-caribe-contexto-global-regional-perspectivas>
- Cortiana Tambara, A. A. C., Härter, C. J., Silveira Rabelo, C. H. S., & Kozloski, G. V. (2021). Effects of supplementation on production of beef cattle grazing tropical pastures in Brazil during the wet and dry seasons: a meta-analysis. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 50, e20210020. <https://www.scielo.br/j/rbz/a/yxwJ5FkXjcybp9Yg9S3c8KH/?format=html&lang=en>
- Da Silva, S. C., & Carvalho, P. C. F. (2005). Foraging

- behaviour and herbage intake in the favourable tropics/sub-tropics. In Editor: D. A. McGilloway. *Grassland: a global resource*: Wageningen Academic, BRILL, pp. 81-95. <https://uknowledge.uky.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4892&context=igc>
- Dumont, B., Groot, J. C. J. & Tichit, M. (2018). Review: Make ruminants green again – how can sustainable intensification and agroecology converge for a better future? *Animal*, 12(S2), s210-s219. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001350>
- Lopes de S. Thiago, L. R. & Marques da Silva, J. (2001). Suplementação de bovinos em pastejo. Brasília: EMBRAPA. <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/325191/1/DOC108.pdf>
- Euclides, V. P. B., Montagner, D. B., Barbosa, R. A., y Nantes, N. N. (2014). Manejo do pastejo de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst) Stapf e de *Panicum maximum* Jacq. *Revista Ceres*, 61(supl.), 766–775. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201461000006>
- FAO. (2018). World livestock: Transforming the livestock sector through the Sustainable Development Goals. Rome: FAO. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/3e7ba7ed-1eb1-48cf-8792-ae4773e9a79b/content>
- FAO. (2025). *Innovaciones en la ganadería para la sostenibilidad multidimensional*. FAO. Asunción. <https://www.fao.org/paraguay/noticias/detail-events/en/c/1742280/>
- Frigeri, K. D. M., Kachinski, K. D., Ghisi, N. d. C., Deniz, M., Damasceno, F. A., Barbari, M., Herbut, P., & Corrêa Vieira, F. M. C. (2023). Effects of heat stress in dairy cows raised in the confined system: A scientometric review. *Animals*, 13(3), 350. <https://doi.org/10.3390/ani13030350>
- Garnett, T., Appleby, M. C., Balmford, A., Bateman, I. J., Benton, T. G., Bloomer, P., ... Godfray, H. C. J. (2013). Sustainable intensification in agriculture: Premises and policies. *Science*, 341(6141), 33–34. <https://doi.org/10.1126/science.1234485>
- Gerber, P. J., Steinfeld, H., Henderson, B., Mottet, A., Opio, C., Dijkman, J., Falcucci, A. & Tempio, G. (2013). Tackling climate change through livestock: A global assessment of emissions and mitigation opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://www.fao.org/3/i3437e/i3437e.pdf>
- González, M. N., Martínez, I., & Wyszynski, D. (2016). *Traceability. Conferencias abiertas*. Uruguay: Comité Internacional para el Registro de Prácticas de Animales (ICAR), MGAP <https://www.icar.org/Documents/Puerto%20Varas%202016%20Abstracts/>
- Guerra, G. L.; Yurika Mizubuti, I.; de Azambuja Ribeiro, E. L.; Prado-Calixto, O. P.; das Dores Ferreira da Silva, L., ...Éderson Luis, H. (2016). Supplementation of beef cattle grazing *Brachiaria brizantha*: Performance and carcass ultrasound prediction. *Semina: Ciências Agrárias*, 37(5), 3277–3292. <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445748363036.pdf>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). (2024). *Produção da pecuária municipal 2023*. Vol. 51. Rio de Janeiro: IBGE. https://www.gov.br/mpa/pt-br/assuntos/noticias/ppm_2023_v51_br_informativo.pdf
- Instituto Nacional de Carnes (INAC). (2024a). *A journey through the Uruguayan beef chain: Annual report 2024*. INAC. <https://www.inac.uy/innovaportal/file/27005/1/annual-report-2024.pdf>
- Instituto Nacional de Carnes (INAC). (2024b). *Uruguay beef Compliance with EUDR*. Montevideo: Instituto Nacional de Carnes (INAC), Editorial Desing SALVO comunicación. <https://www.inac.uy/innovaportal/file/27008/1/uruguay-beef---eudr.pdf>
- Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2025, abril 30). *Suplementación líquida en vacas gestantes: Una estrategia que potencia la producción de carne de calidad*. Centro Regional La Pampa-San Luis, INTA. <https://www.argentina.gob.ar/noticias/suplementacion-liquida-en-vacas-gestantes-una-estrategia-que-potencia-la-produccion-de>
- Issa, A. A., Majed, S., Ameer, A., & Al-Jawahry, H. M. (2024). IoT and AI in livestock management: A game changer for farmers. *E3S Web of Conferences*, 491, 02015. https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2024/21/e3sconf_icecs2024_02015.pdf
- Kaimowitz, D., & Angelsen, A. (2008). Will livestock intensification help save Latin America's tropical forests? *Journal of Sustainable Forestry*, 27(1-2), 6–24. <https://doi.org/10.1080/10549810802225168>
- Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP). (2017). *SNIG—Sistema de trazabilidad bovina de Uruguay*. MGAP. <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/tramites-y-servicios/servicios/sistema-nacional-informacion-ganadera>
- Morais, H. B., Loyola Chardulo, L. A. L., Baldassini, W. A., Castro Lippi, I. C. d., Orsi, G. B., & Ruviaro, C. F. (2023). Environmental impacts of high-quality Brazilian beef production: A comparative life cycle assessment of premium and super-premium beef. *Animals*, 13(22), 3578. <https://doi.org/10.3390/ani13223578>
- Mottet, A., de Haan, C., Falcucci, A., Tempio, G., Opio, C., & Gerber, P. (2017). Livestock: On our plates or eating at our table? A new analysis of the feed/food debate. *Global Food Security*, 14, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2017.01.001>
- OECD. (2009). *The bioeconomy to 2030: Designing*

- a policy agenda. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264056886-en>
- OPSAA-IICA. (2024). *Monitoreo y evaluación de políticas agrícolas 2024: Innovación para el crecimiento sostenible de la productividad*. <https://opsaa.iica.int/es/resource-1871-monitoreo-y-evaluacion-de-politicas-agricolas-2024--innovacion-para-el-crecimiento-sostenible-de-la-productividad>
- Papakonstantinou, G. I., Voulgarakis N., Terzidou G., Fotos L., Giamouri E., & Papatsiros V. G. (2024). Precision Livestock Farming Technology: Applications and Challenges of Animal Welfare and Climate Change. *Agriculture*, 14(4), 620. <https://www.mdpi.com/2077-0472/14/4/620>
- Parra-Cortés, R. I., Magaña-Magaña, M. A., & Piñeiro-Vázquez, A. T. (2019). Intensificación sostenible de la ganadería bovina tropical basada en recursos locales: alternativa de mitigación ambiental para América Latina. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 115(4), 342-359. [https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2019/115-4/\(342-359\)%20ITEA%20115-4.pdf](https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/2019/115-4/(342-359)%20ITEA%20115-4.pdf)
- Pereira, M. D. A., Bungenstab, D. J., Euclides, V. P., Malafaia, G. C., Biscola, P. H., Menezes, G. R., Abreu, U. G. P. de ... & de Souza, V. F. (2024). From traditionally extensive to sustainably intensive: a review on the path to a sustainable and inclusive beef farming in Brazil. *Animals*, 14(16), 2340. <https://www.mdpi.com/2076-2615/14/16/2340>
- Pesenti Rossi, G., Dalla Costa, E., Barbieri, S., Minero, M., & Canali, E. (2024). A systematic review on the application of precision livestock farming technologies to detect lying, rest and sleep behavior in dairy calves. *Frontiers in Veterinary Science*, 11, 1477731. <https://www.frontiersin.org/journals/veterinary-science/articles/10.3389/fvets.2024.1477731/full>
- Pinedo, P. J., & De Vries, A. (2017). Season of conception is associated with future survival, fertility, and milk yield of Holstein cows. *Journal of dairy science*, 100(8), 6631-6639. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030217305775>
- Pomar, C., & Remus, A. (2023). Fundamentals, limitations and pitfalls on the development and application of precision nutrition techniques for precision livestock farming. *Animal*, 17 (2), 100763. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1751731123000599>
- Reinosso Ortíz, V., y Soto Silva, C. (2006). Cálculo y manejo en pastoreo controlado: II) Pastoreo rotativo y en franjas. *Veterinaria (Montevideo)*, 41(161-162), 15-24. <https://revistasmvu.com.uy/index.php/smvu/article/download/360/229/591>
- Rius, A. (2015). *Mandatory livestock traceability as a catalyst for knowledge-intensive services in Uruguay*. Inter-American Development Bank. <https://doi.org/10.18235/0000005>
- Sales, M. F. L., Paulino, M. F., Valadares Filho, S. C., Figueiredo, D. M., Porto, M. O., & Detmann, E. (2011). Níveis de suplementação para recria de bovinos de corte em pastejo durante o período de transição seca-águas. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40(4), 904-911. <https://www.scielo.br/j/rbz/a/SVhvvPPJyPgCwPmTpWF53bG/abstract/?lang=pt&format=html>
- Schillings, J., Bennett, R., & Rose, D. C. (2021). Exploring the Potential of Precision Livestock Farming Technologies to Help Address Farm Animal Welfare. *Frontiers in Animal Science*, 2, 639678. <https://doi.org/10.3389/fanim.2021.639678>
- SENACSA. (2025). *Estadísticas de exportación de carne bovina—Datos abiertos*. SENACSA. <https://senacsa.gov.py/servicios/servicios-tecnicos/estadisticas/estadisticas-con-datos-abiertos/exportacion/>
- Thornton, P., Nelson, G., Mayberry, D., & Herrero, M. (2022). Impacts of heat stress on global cattle production during the 21st century: a modelling study. *The Lancet Planetary Health*, 6(3), e192-e201. [https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196\(22\)00002-X/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lanplh/article/PIIS2542-5196(22)00002-X/fulltext)
- Kenneth, J. (2024). *Livestock and products annual—Uruguay (UY2024 0003)*. United States Department of Agriculture/ Foreign Agricultural Service. <https://apps.fas.usda.gov/newgainapi/api/Report/>
- Uruguay XXI. (2024). *Annual report foreign trade 2024*. Uruguay XXI. <https://www.uruguayxxi.gub.uy/>
- Werkheiser, I. (2020). Technology and responsibility: a discussion of underexamined risks and concerns in precision livestock farming. *Animal Frontiers*, 10(1), 51-57. <https://academic.oup.com/af/article/10/1/51/5699801>
- Whittemore, R., & Knaf, K. (2005). The integrative review: Updated methodology. *Journal of Advanced Nursing*, 52(5), 546-553. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03621.x>
- Xavier, I. M., Pereira, D. H., Pina, D. dos S., Pedreira, B. C., Bolson, D. C.,... & Fisher, A. (editor) (2023). Feeding behaviour of beef cattle in intensive finishing on pasture and supplemented with different additives. *Animal Production Science*, 63(17), 1782-1790. <https://doi.org/10.1071/AN22257>