Análisis comparativo de indicadores de sostenibilidad en dos sistemas de producción ganadera bovina del piedemonte llanero, Casanare, Colombia

Comparative analysis of sustainability indicators in two bovine cattle production systems in the Casanare foothills, Colombia

Iván R. Cárdenas Pan[1], Camilo J. Mariño Solano[1], Omar S. Reyes-López[1] y Sandra L. Barrera-Fuentes[2]

[1]Estudiante de Ingeniería Agroforestal, Universidad Internacional del Trópico Americano (Unitrópico), Yopal, Casanare, Colombia; [2] Docente Universidad Internacional del Trópico Americano (Unitrópico), Yopal, Casanare, Colombia

sandrabarrera.eg@unitropico.edu.co

Resumen

Antecedentes: La ganadería bovina suele asociarse con impactos ambientales negativos y baja rentabilidad, en particular en sus modelos intensivos y extensivos convencionales, por lo que resulta necesario documentar casos reales que evidencien alternativas productivas rentables y con potencial de sostenibilidad; en este sentido, la evaluación comparativa de predios con características similares en el piedemonte y las sabanas inundables del departamento de Casanare es fundamental para identificar y caracterizar dichos modelos. Objetivo: diagnosticar de forma comparativa la viabilidad y la sostenibilidad integral de dos sistemas de ganadería bovina del piedemonte llanero, mediante la caracterización de sus dinámicas ambientales, socioeconómicas y de gestión operativa. Metodología: se desarrolló una investigación de enfoque mixto cualicuantitativo, de alcance descriptivo y comparativo, mediante encuesta semiestructurada y observación directa en dos predios ganaderos (El Merey y Miraflores) del municipio de Yopal, Casanare. La información se organizó y valoró mediante una matriz de sostenibilidad de cinco dimensiones (humano-social, político, ambiental, económico-administrativo y enfoque sistémico). Resultados: ambos predios alcanzaron una sostenibilidad alta (73,58/100 y 74,03/100), con fortalezas en las dimensiones ambiental, humano-social y de enfoque sistémico, y con las mayores brechas en las dimensiones político-institucional y económico-administrativa. Conclusión: el abordaje simultáneo de estas dimensiones facilita comprender la finca desde una perspectiva agroecosistémica, evitando visiones únicamente productivas o aisladas, y favorece la toma de decisiones eficientes y la postulación de modelos resilientes, adaptados a la zona y con un enfoque sostenible e integral, para un manejo más sostenible de los sistemas ganaderos del piedemonte llanero.

Palabras clave: Diversificación productiva; enfoque agroecosistémico; ganado bovino; gestión del predio; sabanas inundables. Sistemas silvopastoriles

Abstract
Background: bovine cattle farming is often associated with negative environmental impacts and low profitability, particularly in conventional intensive and extensive models, making it necessary to document real cases that show profitable production alternatives with sustainability potential; in this regard, the comparative assessment of farms with similar characteristics in the foothills and flooded savannas of the department of Casanare is essential for identifying and characterizing such models. Objective: to comparatively diagnose the viability and overall sustainability of two bovine cattle production systems in the Llanero foothills, through the characterization of their environmental, socioeconomic, and operational management dynamics. Methodology: a mixed-methods study of descriptive and comparative scope was conducted, using semi-structured surveys and direct field observation on two cattle farms (El Merey and Miraflores) in the municipality of Yopal, Casanare. Information was organized and scored using a five-dimension sustainability matrix (human-social, political, environmental, economic-administrative, and systemic approach). Results: both farms reached a high sustainability level (73.58/100 and 74.03/100), with strengths in the environmental, human-social, and systemic dimensions, and the largest gaps in the political-institutional and economic-administrative dimensions. Conclusion: addressing these dimensions jointly makes it possible to understand the farm from an agroecosystem perspective, avoiding strictly productivist or isolated views, and supports efficient decision-making and the development of resilient models, adapted to the region and with a sustainable, integral approach, for more sustainable management of cattle systems in the Llanero foothills.

Keywords: Agroecosystem approach; bovine cattle; farm management; flooded savannas; productive diversification, silvopastoral systems

Recibido: marzo de 2026
Aceptado: octubre de 2026

Introducción

En la Orinoquía colombiana, la ganadería representa una de las principales actividades económicas. La evaluación de la sostenibilidad de las unidades productivas permite identificar fortalezas y oportunidades de mejora que favorezcan un manejo más eficiente, resiliente y acorde con las condiciones propias del territorio.

Para comprender esta dinámica de manera integral, resulta pertinente sustentar el análisis en un marco teórico que permita abordar la finca como un sistema, y no únicamente desde sus componentes técnicos y productivos. La Teoría General de Sistemas, desarrollada por Bertalanffy (1968) en la década de 1950, propone una comprensión holística de la realidad, entendida como un conjunto de elementos interrelacionados que funcionan como un todo organizado. Aplicada al contexto agropecuario, esta perspectiva permite analizar la finca como un sistema complejo en el que interactúan componentes biológicos, físicos, económicos y sociales, y no como partes aisladas ni únicamente desde sus componentes técnico-productivos.

La sostenibilidad en la ganadería implica equilibrar la dimensión económica, la social y la ambiental (Masera et al., 1999). La matriz de sostenibilidad utilizada en este trabajo profundiza en estas tres dimensiones y añade dos adicionales, la político-institucional y el enfoque sistémico, con el fin de lograr una evaluación más completa del sistema productivo.

Dentro de este enfoque sistémico, los sistemas agroforestales constituyen un ejemplo concreto de integración entre componentes biológicos y productivos: combinan árboles con cultivos agrícolas o con ganadería, generando interacciones ecológicas y económicas entre sus componentes; dentro de esta categoría, los sistemas silvopastoriles integran árboles, pastos y animales en un mismo espacio, mejorando la productividad y la sostenibilidad ambiental (Gutiérrez Bermúdez y Mendieta Araica, 2022). Aunque los predios analizados en este estudio no constituyen sistemas agroforestales establecidos intencionalmente ni gestionados como tal, presentan elementos que se aproximan a este enfoque, como árboles dispersos en los potreros (guásimo, mango, guarataro, yopo, caracaro, nauno y especies frutales) reconocidos por los propietarios como funcionales para la sombra y el bienestar animal.

La finca El Merey, ubicada en la vereda El Milagro, municipio de Yopal, cuenta con una extensión aproximada de 388 hectáreas destinadas principalmente a la producción de ganado bovino de orientación cárnica, complementada con producción de leche y cultivos de pancoger. La finca Miraflores, ubicada en la vereda Agua Verde, cuenta con una extensión aproximada de 2,5 hectáreas destinadas a la ganadería semiintensiva y a la producción pecuaria diversificada, con énfasis en ganadería bovina de leche, porcicultura y avicultura. La diversificación de actividades agropecuarias favorece la estabilidad productiva y fortalece la capacidad de adaptación de las unidades de producción frente a condiciones ambientales y económicas variables, tal como lo documentan Reboul y Escobar (2019) para los determinantes de la diversificación de las estrategias de vida de la agricultura familiar en Colombia; ambos predios disponen además de infraestructura para el abastecimiento permanente de agua al ganado, división de potreros y áreas de pastura, elementos que se alinean con los requisitos sanitarios y de bienestar animal contemplados en la certificación de Buenas Prácticas Ganaderas en Colombia (Marín et al., 2024).

Ambientalmente, las dos fincas conservan una diversidad importante de coberturas naturales representadas por sabanas inundables, zonas de banqueta, bosques riparios y pequeños morichales, ecosistemas característicos de la Orinoquía colombiana que cumplen un papel esencial en la regulación hídrica, la conservación del suelo y el mantenimiento de la biodiversidad, tal como lo describen Castro Pecha et al. (2018) para los morichales y bosques inundables asociados a cuencas hidrográficas de la Orinoquía, y como lo confirman Lozano et al. (2019), quienes señalan que la vegetación riparia cumple un papel primordial en el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos de la región. Adicionalmente, se evidencia la implementación de Buenas Prácticas Ganaderas y una organización del trabajo que favorece el bienestar del personal y el desarrollo de las actividades productivas, lo que hace de ambos predios un escenario representativo para la aplicación de una matriz de análisis de sostenibilidad.

Este trabajo presenta el análisis comparativo de los sistemas de producción pecuaria de las fincas El Merey (propiedad de una familia dedicada a la ganadería y a la producción avícola) y Miraflores (a cargo del señor Jairo Roberto Tapias Gutiérrez), ubicadas en el municipio de Yopal, Casanare, con el objetivo de diagnosticar de forma comparativa la viabilidad y la sostenibilidad integral de ambos sistemas a través de la caracterización de sus dinámicas ambientales, socioeconómicas y de gestión operativa, e identificar patrones que se repiten en las fincas ganaderas del piedemonte llanero de Casanare.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en el municipio de Yopal, Casanare, en la franja de transición entre el piedemonte llanero y la sabana inundable de la Orinoquía, en dos unidades de producción ganadera representativas de la región:

-Finca El Merey: vereda El Milagro, municipio de Yopal, coordenadas 5°12'13,6"N y 72°22'16,0"O.

-Finca Miraflores: vereda Agua Verde, municipio de Yopal, coordenadas 5°07'42,5"N y 72°01'32,4"O.

Ambos predios comparten las condiciones climáticas y agroecológicas de esta zona de transición, lo que permitió comparar los indicadores de sostenibilidad bajo distintos arreglos de manejo y escalas de producción dentro del mismo municipio.

Enfoque, tipo y diseño de la investigación

El estudio se desarrolló con un enfoque mixto cualicuantitativo y un alcance descriptivo y comparativo, como estudio de caso entre las fincas El Merey y Miraflores. El componente cualitativo permitió describir las prácticas de manejo y las condiciones sociales y ambientales de cada finca; el componente cuantitativo permitió valorar la información mediante una matriz de sostenibilidad, obteniendo puntajes por dimensión y un resultado general por predio. El diseño fue no experimental y de corte transeccional, ya que la información se recolectó en un momento determinado, observando las condiciones reales de los sistemas productivos sin realizar modificaciones sobre ellos.

Técnicas, instrumentos y análisis de la información

Se emplearon dos técnicas complementarias, con el fin de reducir el sesgo de depender únicamente de la información suministrada por el propietario del predio: (i) una encuesta semiestructurada aplicada al productor de cada finca, con preguntas sobre los aspectos sociales, ambientales, económicos, administrativos y de funcionamiento general del sistema; y (ii) observación directa durante las visitas de campo, registrando cobertura vegetal, potreros, cercas, fuentes de agua, infraestructura y prácticas de manejo.

La información se organizó según las cinco dimensiones de la matriz de sostenibilidad (humano-social, político, ambiental, económico-administrativo y enfoque sistémico), cada una con un puntaje máximo y aspectos específicos de valoración calificados a partir de la encuesta y la observación directa. Los puntajes de cada dimensión se sumaron para obtener un resultado general de sostenibilidad en una escala de 0 a 100 puntos por predio, el cual se analizó frente a la literatura consultada para identificar las principales fortalezas y oportunidades de mejora de cada sistema.

Resultados y Discusión

Caracterización general de los sistemas

La finca Miraflores es liderada por el señor Jairo Roberto Tapias Gutiérrez, productor con más de 20 años de experiencia en ganadería, cuyo conocimiento empírico ha sido clave para sostener y diversificar la operación. En 2,5 hectáreas, el predio alberga 10 vacas en producción, un toro y sus crías (4,4 animales/ha, muy por encima del promedio de 1,5 animales/ha reportado para sistemas convencionales de la región andina; Martínez Benavides et al., 2022), además de cerdos, gallinas y peces. Esta diversificación reduce la dependencia de una sola actividad y genera sinergias que aumentan la resiliencia del sistema, estrategia reconocida como clave para la sostenibilidad de la ganadería familiar (Tobasura et al., 2012) y coherente con los factores de capital social y financiero que impulsan la adopción de tecnología en fincas altoandinas (Forero Camacho et al., 2013).

La finca El Merey, liderada por una familia con roles diferenciados —entre ellos un técnico en manejo pecuario y producción avícola—,

es un ejemplo consolidado de escalamiento productivo: 244 animales en 388 hectáreas, con Buenas Prácticas Ganaderas, rotación de potreros y un sistema de tanques elevados para el abastecimiento de agua, prácticas documentadas como clave para la sostenibilidad y el bienestar animal en la ganadería colombiana (Ríos Ciro, 2025). El predio integra además un componente de pancoger con cítricos, maracuyá, yuca, plátano, mora y guanábana, una biodiversidad arbórea reconocida como estrategia para optimizar recursos y mejorar la productividad en la ganadería sostenible (Gutiérrez Bermúdez y Mendieta Araica, 2022).

Análisis de sostenibilidad

La matriz de sostenibilidad aplicada a los dos sistemas arrojó un puntaje global de 74,03 (El Merey) y 73,58 (Miraflores) en una escala de 0 a 100, ubicando a ambos predios en la categoría de "Sostenibilidad alta" (71-80). Este resultado posiciona a las dos fincas como referentes replicables de manejo ganadero en el piedemonte llanero, con bases estructurales sólidas y capacidad de resiliencia independientemente de su escala: 388 ha frente a 2,5 ha.

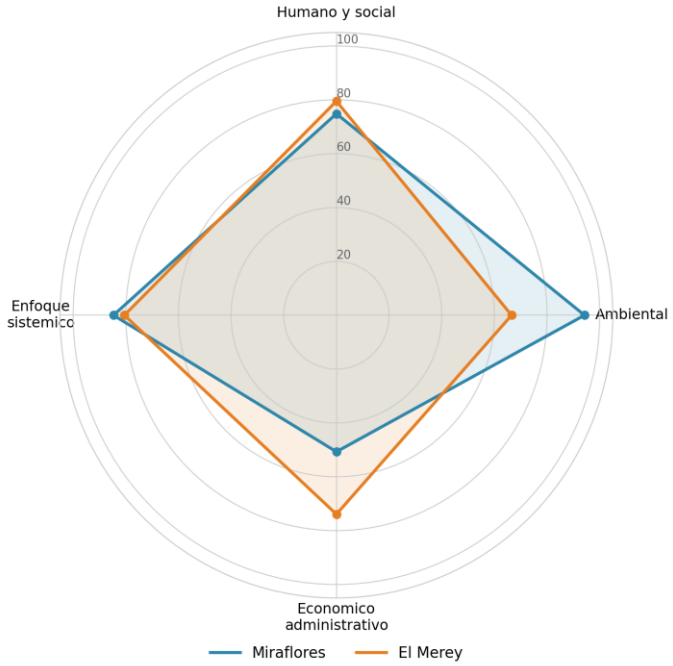


Figura 1. Diagrama comparativo de sostenibilidad por dimensión de la finca El Merey y la finca Miraflores. El eje político se presenta por separado en la Figura 3, ya que la fuente original solo reporta dos subindicadores puntuales para esa dimensión y no una tabla completa comparable a las demás.

Este desempeño es consistente con lo reportado por Parodi et al. (2022), quienes señalan que los sistemas ganaderos colombianos que integran conservación ecológica, producción pecuaria y desarrollo socioeconómico rural tienden a superar el 70 % de sostenibilidad, consolidando una base para la transición hacia modelos más resilientes. Las principales oportunidades de mejora, comunes a ambas fincas, se concentran en las dimensiones político-institucional y económico-administrativa, en línea con las limitaciones identificadas a nivel nacional para la adopción de prácticas agroforestales y silvopastoriles en Colombia —altos costos, asistencia técnica limitada y escasez de financiamiento— (Avella Galvis et al., 2025); ambas fincas muestran, no obstante, una estructura que avanza y se adapta para corregir estos aspectos, como

parte de la transición hacia sistemas ganaderos sostenibles en el contexto colombiano (Vargas Galán y Amaya Castaño, 2024).

Factor humano y social

Esta dimensión, superior al 70 % en ambos predios (Figura 2), es uno de los mayores activos de los dos sistemas: condiciones de salud, educación, vivienda y acceso a servicios básicos sobresalientes, y un capital humano y familiar consolidado. La vinculación activa de los descendientes en las labores y la toma de decisiones garantiza un relevo generacional efectivo dentro de una estructura organizativa horizontal y participativa, y el nivel educativo del núcleo familiar permite implementar sistemas de registro, monitoreo y evaluación que trascienden el manejo empírico tradicional. Este comportamiento se alinea con lo documentado por Vargas Galán y Amaya Castaño (2024), quienes destacan el fuerte sentido de solidaridad y el empoderamiento de la mujer rural como pilares de la sostenibilidad de los sistemas productivos rurales en Colombia.

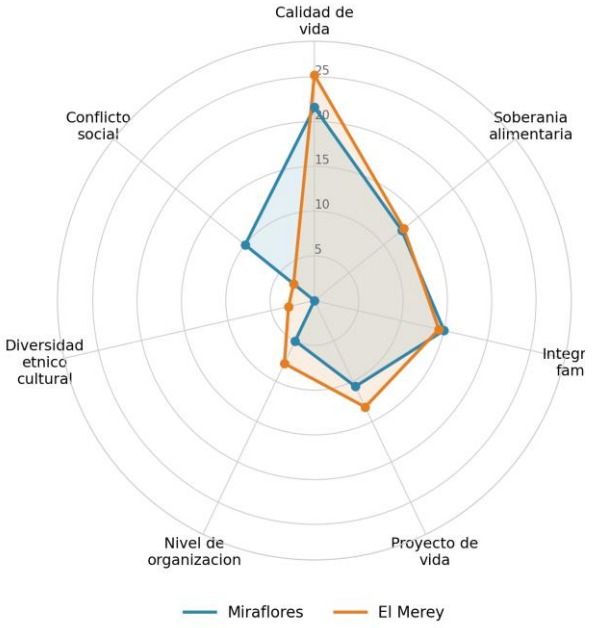


Figura 2. Criterios del factor humano y social de los predios evaluados.

Factor político

Esta es la principal oportunidad de mejora identificada en ambos predios: los productores no participan activamente en organizaciones gremiales ni inciden en las decisiones políticas que afectan su actividad (Figura 3), y las políticas públicas de asistencia técnica, subsidios y programas de apoyo no llegan de manera efectiva a los predios. Esta situación refleja lo documentado por Aguilar Jiménez y Serrano Amaya (2015) para la baja participación gremial en Casanare, y por Uribe Chávez et al. (2011), quienes señalan que la asociatividad —mecanismo que facilita el acceso a crédito, capacitación, tecnología y mercados— sigue siendo un reto para buena parte de los pequeños y medianos productores rurales de Colombia. Castro Durán (2023) complementa que persisten debilidades en la articulación de los programas agropecuarios municipales con las necesidades reales de los productores.

El puntaje relativamente alto en conocimiento normativo (20/30), atribuible a la formación académica de los propietarios, contrasta con la baja participación e incidencia en espacios comunitarios y políticos locales (5/20), lo que restringe el acceso a incentivos, subsidios y asistencia técnica, y limita la incidencia en decisiones territoriales, situación identificada como recurrente en las regiones ganaderas del país.

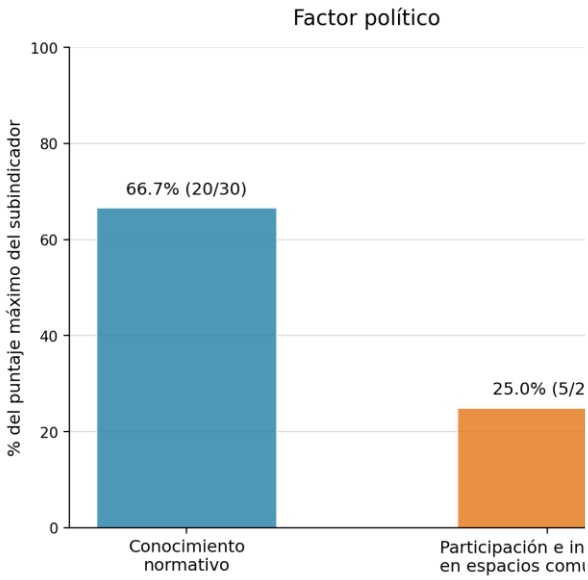


Figura 3. Puntaje de los dos subindicadores reportados para el factor político, expresado como porcentaje de su respectivo puntaje máximo. Se presenta en formato de barras y no como diagrama de radar comparativo, como en las demás dimensiones, porque la fuente original solo reporta estos dos subindicadores y no una tabla completa de criterios por finca.

El propietario de la finca Miraflores manifestó su necesidad de "más visitas de técnicos y veterinarios para brindar asesoría y seguimiento", lo que confirma esta desconexión entre las instituciones y el productor.

Factor ambiental

El factor ambiental es uno de los mayores logros de los sistemas evaluados: 94,24 % en Miraflores y 66,5 % en El Merey. Los árboles funcionales, la protección de fuentes hídricas y las prácticas de conservación de suelos reflejan una conciencia ambiental consolidada en ambos productores, con un compromiso notable por conservar ecosistemas estratégicos como bosques riparios, banquetas y morichales, activos ecológicos significativos para la regulación hídrica regional; la implementación de sistemas silvopastoriles y la presencia de especies forestales nativas fortalecen además la funcionalidad ecológica del sistema y el bienestar animal (Parodi et al., 2022). Las oportunidades de mejora se concentran en dos aspectos operativos puntuales: el manejo de residuos y vertimientos (15/30) y la fertilidad del suelo (18/30), abordables mediante tratamiento biológico y un plan de fertilización orgánica con monitoreo edáfico periódico.

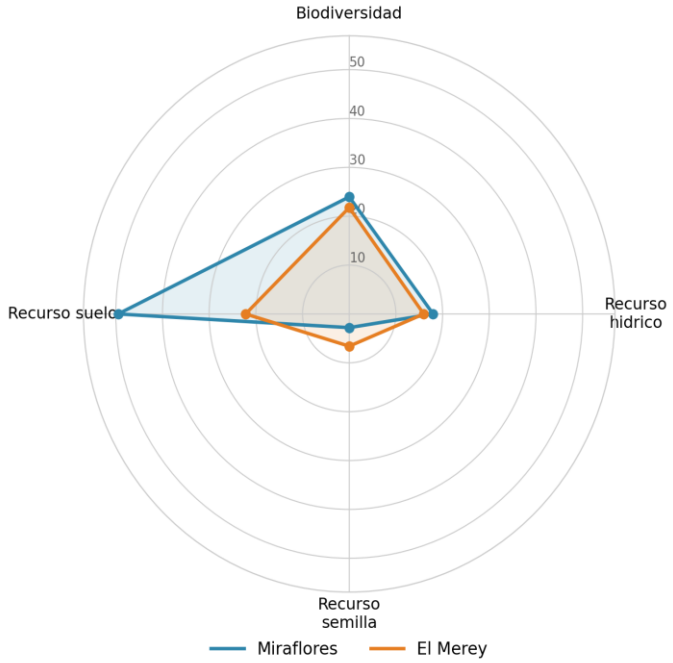


Figura 4. Resultado porcentual de la calificación sobre el valor de referencia del indicador ambiental.

Factor económico y administrativo

Esta dimensión (50,7 % en promedio) refleja diferencias sustanciales en la gestión financiera entre ambas fincas, cada una con una fortaleza distinta. El Merey destaca por su seguridad jurídica, con titulación plena, y por su cultura de registro de información productiva y financiera, que aporta trazabilidad y una base sólida para la toma de decisiones —dimensiones que la literatura reciente señala como ineludibles para explicar la resiliencia de los sistemas campesinos y ganaderos colombianos (Triviño Bedoya et al., 2020)—. Miraflores, por su parte, tiene como principal oportunidad de

mejora la implementación de registros productivos y financieros sistemáticos: el propio productor reconoce que “la finca no está tecnificada al 100 %” y que existe “un margen amplio de mejora, especialmente en áreas como registros productivos, planificación sanitaria y optimización de recursos” (Tobasura et al., 2012). Ambas fincas comparten, además, una estrategia financiera conservadora basada en recursos propios y la comercialización de ganado en pie a intermediarios, lo que limita el margen de valor agregado capturado, situación documentada como factor limitante para la sostenibilidad económica en sistemas ganaderos de la Orinoquía (Vargas Galán y Amaya Castaño, 2024).

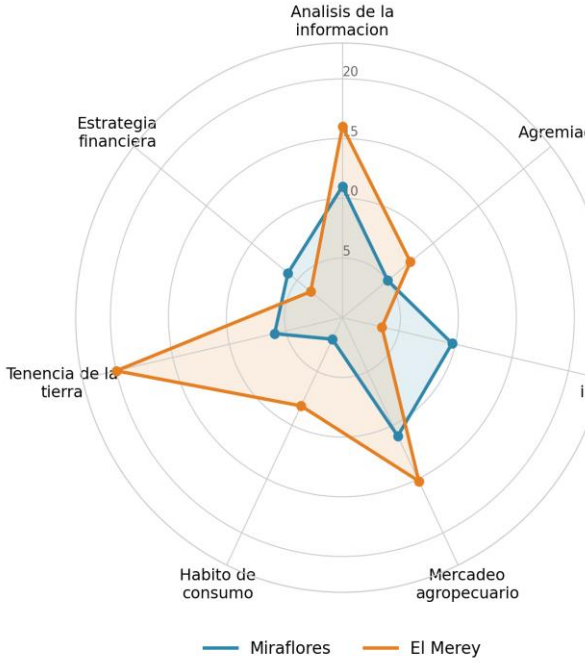


Figura 5. Resultado porcentual de la calificación sobre el valor de referencia del indicador económico y administrativo.

Enfoque sistémico

Este es el segundo mayor logro de ambos sistemas. En Miraflores (84,7 %), la combinación de bovinos, porcinos, aves y peces genera sinergias que aumentan la resiliencia del sistema, permitiendo el reciclaje de nutrientes y la diversificación de las fuentes de ingreso, en línea con lo señalado para la ganadería de la Orinoquía: la diversificación productiva reduce la dependencia de una sola actividad y fortalece la estabilidad del agroecosistema frente a perturbaciones externas. En El Merey (80,55 %), la integración de ganadería de carne, sistema lechero, avicultura regenerativa y pasturas con enfoque de biomasa constituye el pilar técnico más robusto del predio, con alta autonomía energética; la articulación entre subsistemas (20/30) es la única oportunidad de mejora identificada, en la sincronización de flujos de nutrientes. Como señalan Masera et al. (1999), el pensamiento sistémico es una forma integral y holística de abordar el estudio y el análisis de los sistemas de producción agropecuaria.

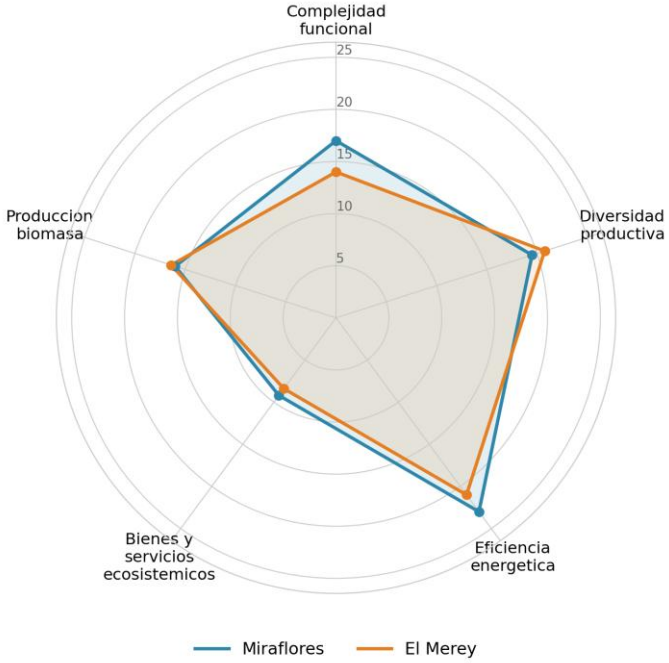


Figura 6. Resultado porcentual de la calificación sobre el valor de referencia del indicador de enfoque sistémico.

Conclusiones

Las fincas El Merey y Miraflores son dos ejemplos exitosos y replicables de producción ganadera sostenible en el piedemonte llanero, con calificaciones consolidadas de 74,03/100 y 73,58/100 en la matriz de

sostenibilidad aplicada, ambas dentro de la categoría "Sostenibilidad alta". Su desempeño integral favorable, alcanzado con escalas de producción muy distintas (388 ha frente a 2,5 ha), demuestra que un manejo integral del sistema —y no el tamaño del predio— es el factor determinante para lograr una ganadería resiliente en la región.

La principal fortaleza compartida radica en el enfoque sistémico y en la integración de componentes: la diversificación productiva y el fortalecimiento del capital humano y social articulan la estabilidad productiva con la conservación ambiental, mediante arreglos silvopastoriles, agroforestales y de protección hídrica que otras fincas de la región podrían adoptar. Las oportunidades de mejora identificadas se concentran en las dimensiones político-institucional y económico-administrativa, lo que sugiere que futuras estrategias de fortalecimiento en la región deberían priorizar el acceso a asistencia técnica, la vinculación a organizaciones gremiales y el fortalecimiento de los sistemas de registro productivo y financiero.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento a los propietarios de las fincas El Merey y Miraflores, en el municipio de Yopal, Casanare, por permitir el acceso a sus predios y por su disposición para compartir la información productiva, ambiental, social y administrativa que hizo posible este estudio.

Referencias

Aguilar Jiménez, T. y Serrano Amaya, D. (2015). Análisis del componente social de la ganadería en una región al norte de Colombia (Municipio de Montería). Perspectiva Geográfica, 20(1), 133-154.

Avella Galvis, C. D., Barrera-Fuentes, S. L., Pastrana-Aguirre, G. E. y Ortiz-Valdes, C. (2025). Agroforestry as a tool to promote sustainability in Colombia: a bibliometric analysis. Annals of Silvicultural Research, 50(2), 36-41. https://doi.org/10.12899/asr-2682

Bertalanffy, L. von (1968). General System Theory: Foundations, Development, Applications. George Braziller.

Castro Durán, Y. Y. (2023). Incidencia de los programas agropecuarios ejecutados en los productores inscritos en el RUEA Maní, Casanare. Revista de la Escuela Superior de Administración Pública.

Castro Pecha, C. A., Hoyos Castro, L. M. y González Ramírez, L. F. (2018). Propuesta de un modelo de conservación del recurso hídrico y coberturas vegetales nativas asociadas al río Bita en el departamento de Vichada [Trabajo de grado]. Repositorio institucional.

Forero Camacho, C. A., Rojas Carvajal, G. H. y Argüelles-Cárdenas, J. H. (2013). Capital social y capital financiero en la adopción de tecnologías ganaderas en zonas rurales altoandinas de Colombia. Corpoica. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 14(2), 149-163.

Gutiérrez Bermúdez, C. D. C. y Mendieta Araica, B. G. (2022). Sistemas silvopastoriles: una alternativa para la ganadería bovina sostenible. La Calera, 22(38), 46-52. https://doi.org/10.5377/calera.v22i38.15306

Lozano, S., Vasquez, C., Rivera Rondón, C. A., Zapata, A. y Ortiz Moreno, M. L. (2019). Efecto de la vegetación riparia sobre el fitoperifiton de humedales en la Orinoquía colombiana. Acta Biológica Colombiana, 24(1). https://doi.org/10.15446/abc.v24n1.69086

Marín, L., Arredondo, J. y Hernández, D. (2024). Buenas prácticas ganaderas en hatos lecheros de Santa Rosa de Cabal, Risaralda, Colombia. RECIA, Revista de Investigaciones Agroveterinarias.

Martínez Benavides, J. A., Jurado Gámez, H. y Parreño Salas, J. J. (2022). Enfoque sistémico de la producción pecuaria.

Editorial Universidad de Nariño. https://editorial.udenar.edu.co/

Masera, O., Astier, M. y López-Ridaura, S. (1999). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS. Mundi-Prensa-GIRA-UNAM.

Parodi, A., Valencia-Salazar, S., Loboguerrero, A. M., Martínez-Barón, D., Murgueitio, E. y Vázquez-Rowe, I. (2022). The sustainable transformation of the Colombian cattle sector: assessing its circularity. PLOS Climate, 1(10), e0000074. https://doi.org/10.1371/journal.pclm.0000074

Reboul, D. y Escobar, G. (2019). Determinantes de la diversificación de las estrategias de vida de la Agricultura Familiar en Colombia. Eutopía: Revista de Desarrollo Económico Territorial, (15), 78-100.

Ríos Ciro, L. (2025). Implementación de Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) y certificación como predio exportador de limón Tahití con un enfoque hacia la sostenibilidad y competitividad en Hacienda Pampas, Puerto Berrío, Antioquia [Trabajo de grado, Unilasallista Corporación Universitaria]. Repositorio Institucional Unilasallista.

Tobasura, I., Moreno, F. A., Aya, S. y Mora, J. (2012). Productividad energética y financiera en fincas campesinas del departamento de Caldas: tres estudios de caso. Revista Luna Azul, (34), 101-112. https://doi.org/10.17151/luaz.2012.34.7

Triviño Bedoya, C., Córdoba Vargas, C. A. y Toro Calderón, J. (2020). Tenencia de la tierra y relaciones de producción. Dimensiones ineludibles en la resiliencia de campesinos (Municipio de Marulanda, Caldas-Colombia). Cuadernos de Desarrollo Rural, 17. https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr17.ttrp

Universidad Nacional Abierta y a Distancia. (2024). Guía de actividades y rúbrica de evaluación – Paso 2 Teoría General de Sistemas -TGS, Modelos SAF y SSP (Curso Modelación de Sistemas Agroforestales, Código 302277032). Vicerrectoría Académica y de Investigación.

Uribe Chávez, M. C., Santiago Nieto, L. F. y Moreno Cepero, D. (2011). Comunicación y manejo social para la asociatividad: mecanismo para la sociabilidad rural.

Vargas Galán, C. T. y Amaya Castaño, G. C. (2024). Evaluación integral de la sostenibilidad en asociaciones rurales: el caso de AROMACHIPAQUE, Cundinamarca. Revista Luna Azul, (58), 50-73. https://doi.org/10.17151/luaz.2024.5.4

del ambiente, *19*(1), 139-146. https://doi.org/10.5154/r.rchscfa.2012.02.014

Somarriba, E., Zamora, R., Barrantes, J., Malek, M., Vargas, E., Sinclair, F., & Quesada, F. (2020). Shade Motion: tutorial. El análisis de patrones de sombras de árboles. Turrialba, Costa Rica: CATIE.

Subvención, R. H. (1997). Partición de la radiación biológicamente activa en las copas de las plantas. Revista Internacional de Biometeorología, 26-40.

Urrea, M. J., Vera Rodríguez, J. M., & Mora Delgado, J. (2016). Comparación de resultados de modelación de sombras empleando Qgis y ShadeMotion en un potrero arbolado. Agroforestería Neotropical, 8 (1), 41-48