



Perspectivas para la evaluación de la sostenibilidad ganadera: Un estudio de caso en la región caribe de Colombia

Perspectives for the evaluation of livestock sustainability: A case study in the Caribbean region of Colombia

Juan Manuel Silva-Téllez¹; Juan José Sastoque-Vargas¹; Rosa Inés Parra-Cortés^{1*};
Adonai Alejandro Amaya-Martínez¹; Jorge Ismael Tucuch-Haas²;
Julio Alejandro Franco-Ortega³

¹ Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales U.D.C.A, Calle 222 N° 55 - 37, C.P. 111166, Bogotá, Colombia.

² Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias I.N.I.F.A.P, Campo experimental Mocochá, km 25 antigua carretera Mérida, Motul, C.P. 97454, Mocochá, Yucatán, México.

³ Fundación Universitaria Agraria de Colombia UNIAGRARIA, Calle 170 N° 54 A - 10, C.P. 111321, Bogotá, Colombia.

ORCID de los autores:

J. M. Silva-Téllez: <https://orcid.org/0009-0002-7650-4945>

J. J. Sastoque-Vargas: <https://orcid.org/0009-0009-1945-265X>

R. I. Parra-Cortés: <https://orcid.org/0000-0002-8664-9446>

A. A. Amaya-Martínez: <https://orcid.org/0000-0002-2783-6567>

J. I. Tucuch-Haas: <https://orcid.org/0000-0002-6409-0178>

J. A. Franco-Ortega: <https://orcid.org/0000-0002-3836-8535>

RESUMEN

En el presente se hacen cuestionamientos en torno a la sostenibilidad de las actividades humanas incluida la ganadería. En consecuencia, se propone para superar los niveles de sostenibilidad de las actividades ganaderas evaluar su desempeño técnico, económico, social y ambiental. El objetivo de la investigación fue evaluar el nivel de sostenibilidad de un sistema de producción bovino, en la región caribe de Colombia. La evaluación de la sostenibilidad del estudio consideró la implementación del método "Evaluación de la sostenibilidad de los sistemas alimentarios y agrícolas" conocido como SAFA, por sus siglas en inglés. La recopilación de información incluyó visitas de campo y entrevistas a informantes clave; asimismo, se empleó el software SAFA Tool versión 2.2.40. Los resultados obtenidos en este trabajo sugieren que la mejora en la organización y comunicación de empresas ganaderas favorece al buen desempeño de los indicadores de sostenibilidad. De igual manera, se observaron resultados sobresalientes en aspectos de sostenibilidad ambiental asociados a principios de conservación de la agrobiodiversidad. No obstante, existen limitaciones para la evaluación de la sostenibilidad en sistemas ganaderos por dificultades en la gestión de la información. Por otra parte, se destaca que, a partir de los resultados de este estudio, se contribuye con evidencias en torno a las ventajas de los sistemas silvopastoriles basados en recursos locales. Finalmente, se sugiere fomentar modelos de producción sostenible en Colombia y otras regiones de América Latina.

Palabras clave: agrobiodiversidad; desarrollo sostenible; gestión empresarial; rentabilidad; sistemas silvopastoriles.

ABSTRACT

At present, questions are being asked about the sustainability of human activities, including livestock farming. Consequently, it is proposed to exceed the sustainability levels of livestock activities to evaluate their technical, economic, social and environmental performance. The objective of the research was to evaluate the level of sustainability of a bovine production system in the Caribbean region of Colombia. The sustainability assessment of the study demonstrated the implementation of the "Sustainability Assessment of Food and Agricultural Systems" method known as SAFA. Information collection included field visits and interviews with key informants; Likewise, the SAFA Tool software version 2.2.40 was implemented. The results obtained in this work suggest that the improvement in the organization and communication of livestock companies favors the good performance of sustainability indicators. Likewise, outstanding results were observed in aspects of environmental sustainability associated with principles of agrobiodiversity conservation. However, there are limitations to the evaluation of sustainability in livestock systems due to difficulties in information management. On the other hand, it is highlighted that, based on the results of this study, evidence is contributed regarding the advantages of silvopastoral systems based on local resources. Finally, it is suggested to promote sustainable production models in Colombia and other regions of Latin America.

Keywords: agrobiodiversity; business management; profitability; silvopastoral systems.

1. Introducción

La sostenibilidad de la ganadería bovina es un tema controversial atribuido al contraste de la generación de medios de vida para comunidades rurales y de deterioros ambientales asociados al cambio climático. No obstante, en el presente se espera que la ganadería sea sostenible, es decir contribuya con el abastecimiento de alimentos mundial y el cuidado del medio ambiente (Parra-Cortés & Magaña-Magaña, 2023). Los sistemas ganaderos tienen la posibilidad de ofertar servicios ecosistémicos, entre estas aportaciones a la fertilidad del suelo, conversión de biomasa no comestible para el hombre en alimentos ricos en nutrientes y mitigación del cambio climático mediante el almacenamiento de carbono en los pastos (Riera et al., 2023); así como contribuciones a la biodiversidad de los pastizales, árboles, arbustos y ganados (Steinfeld et al., 2006; Garnett et al., 2017; Parra-Cortés et al., 2019)

En términos generales, se considera que la ganadería sostenible debe promover la conservación de los ecosistemas, la generación de los servicios ecosistémicos, la reducción de la huella de carbono y la adaptación del cambio climático para el beneficio de los ganaderos y la sociedad en general (MGS-Col, 2019). A partir de las diversas definiciones de la sostenibilidad se postula como reto para su estudio, formular criterios para la selección del método de medición y evaluación de la sostenibilidad de los sistemas agrícolas. Diversos autores reportan cerca de 150 métodos para determinar el nivel de sostenibilidad a nivel de granja (Rosnoblet et al., 2006; Ness et al., 2007; Gasparatos & Scolobig, 2012). Como respuesta a la aparición de numerosos métodos para la evaluación de la sostenibilidad de los sistemas agrícolas, se sugiere optimizarlos para favorecer su selección según el tipo de sistema, escala y propósito del estudio (Hřebíček et al., 2012).

La medición de la sostenibilidad a nivel de granja es posible hasta el momento mediante la implementación de métodos tales como el Marco para la evaluación de sistemas de manejo incorporando indicadores de sustentabilidad (MESMIS; Masera et al., 1999), el Modelo de evaluación de sostenibilidad inductora de respuesta (RISE; Häni et al., 2003), el Marco de Indicadores de Durabilidad de Explotaciones Agrícolas o Indicadores de Sostenibilidad Agrícola (IDEA; Zahm et al., 2008) y el Marco de Evaluación de la sostenibilidad de los sistemas alimentarios y agrícolas (SAFA; FAO, 2013). Los métodos MESMIS, RISE, IDEA y SAFA incluyen criterios ambientales, económicos y sociales y requieren el procesamiento de una

gran cantidad de información cualitativa y cuantitativa, así como de parámetros e incertidumbres (Ouali et al., 2023; Talukder et al., 2017).

Existen diversos reportes de evaluación de la sostenibilidad para cultivos agrícolas europeos y en menor proporción para sistemas ganaderos; por lo tanto, se señalan oportunidades para el estudio de la sostenibilidad de los sistemas de producción bovina en regiones tropicales de América Latina (Parra-Cortés & Magaña-Magaña, 2023). Al respecto, se conocen avances en el estudio de la sostenibilidad de sistemas de producción bovina de Paraguay (Weiler et al., 2019), México (Rivera-Huerta et al., 2020; Pérez-Lombardini et al., 2021) y Colombia (Parra-Cortés & Magaña-Magaña, 2023).

Con el fin de contribuir con nuevas evidencias del estudio de la sostenibilidad ganadera en condiciones tropicales de Colombia, se propuso como objetivo evaluar la sostenibilidad del sistema de producción bovino de la Hacienda Verona, a partir de la implementación del método SAFA.

2. Metodología

2.1. Enfoque de Investigación

El enfoque de investigación fue exploratorio con el fin de comprender el contexto y factores clave asociados a la sostenibilidad de una empresa ganadera y se implementó el método de “Estudio de Caso”. Asimismo, la investigación fue de tipo descriptivo y se caracterizó por la observación holística de un sistema de doble propósito bovino. Finalmente, es un estudio no experimental de tipo cualitativo, basado en el análisis de información de corte trasversal que se obtuvo a través de una cedula de entrevista semiestructurada.

2.2. Localización y descripción de la unidad de producción

La investigación se desarrolló en la Hacienda ganadera Verona, municipio de Zambrano, Departamento de Bolívar, en la región caribe al norte de Colombia. A nivel local se incluye al municipio en la subregión denominada “Los Montes de María”. La Hacienda se encuentra al costado izquierdo del Río Magdalena en un ecosistema de Bosque seco tropical, con coordenadas geográficas latitud 9.738649, longitud 74.870042 y altitud aproximada de 20 m.s.n.m. En el lugar predomina el clima cálido, humedad relativa del 80% y precipitación promedio de 19 mm; así como, temperatura promedio de 28 °C, con una máxima de 36 °C y una mínima de 22 °C. A continuación, se presenta una vista geográfica de la unidad de producción (Figura 1).



Figura 1. Localización de la unidad de producción. **A:** Ubicación Departamento de Bolívar; **B:** Ubicación Municipio de Zambrano; **C:** Ubicación Hacienda ganadera Verona.

Entre las principales características de la Hacienda ganadera Verona, se señala que posee tanto un área total de 230 ha, en donde se incluyen dos zonas de bosque nativo, de 10 ha cada una y el restante distribuida en lotes de pastoreo de 5 ha; así como una topografía de 60% tipo ondulada y 40% plana. En sus praderas predominan los pastos Guinea (*Panicum maximum*), Angleton (*Dichantium annulatum*) y Colosuana (*Bothriococloa pertusa*); se implementa para el manejo de las praderas la rotación de potreros y el uso de cuerda eléctrica. Los bovinos de esta hacienda en épocas secas consumen ramas, frutos y hojarasca de árboles nativos como Totumo (*Crescentia cujete*), Trupillo (*Prosopis juliflora*) y Matarratón (*Prosopis juliflora*).

Las fuentes de agua disponibles en la Hacienda ganadera Verona corresponden a dos reservorios y acueductos subterráneos que abastecen a los bebederos móviles de cada lote de pastoreo. Los ejemplares bovinos son de tipo criollo de la raza Hartón del Valle y conforman un hato promedio anual de 500 cabezas; estos animales son mantenidos en libre pastoreo, consumo de agua y sal mineralizada ad libitum, así como con acceso al sombrío de árboles dispersos (Figura 2).

Al momento del estudio, en la Hacienda ganadera Verona se reportó el apoyo de cuatro operarios y un médico veterinario, por contratación formal y permanente de acuerdo con los principios legales y vigentes a nivel local.

2.3. Obtención de la información

La información de interés se obtuvo a partir del diligenciamiento de formularios de evaluación de la sostenibilidad y se corroboró la información mediante observación directa. Los datos corresponden a tres visitas de campo realizadas durante 2022 - 2023; se entrevistó al administrador y trabajadores de la Hacienda ganadera Verona. Los datos de campo fueron depurados y se

introdujeron en hojas de cálculo y el software SAFA Tool versión 2.2.40.



Figura 2. Ejemplares Hartón del Valle pastoreando en la Hacienda ganadera Verona.

2.4. Evaluación de la sostenibilidad

En este estudio se consideró para la evaluación de la sostenibilidad la implementación del método SAFA, en el cual se evalúa el desempeño de 116 indicadores de sostenibilidad, distribuidos en 21 temas y 58 subtemas. El método SAFA propone como dimensiones de la sostenibilidad Buena gobernanza, Integridad ambiental, Resiliencia económica y Bienestar social (Figura 3; FAO, 2013). Las evaluaciones en este método son multiniveles y multipropósitos; asimismo, se utiliza para tal fin un cuestionario ligado al Software SAFA Tools Versión 2.2.40. Por su parte, el análisis de los datos permite generar reportes electrónicos y gráficas de polígonos, en donde se expresan a través de una escala de color la calificación otorgada al nivel de sostenibilidad para cada indicador que se evalúa (Figura 4).

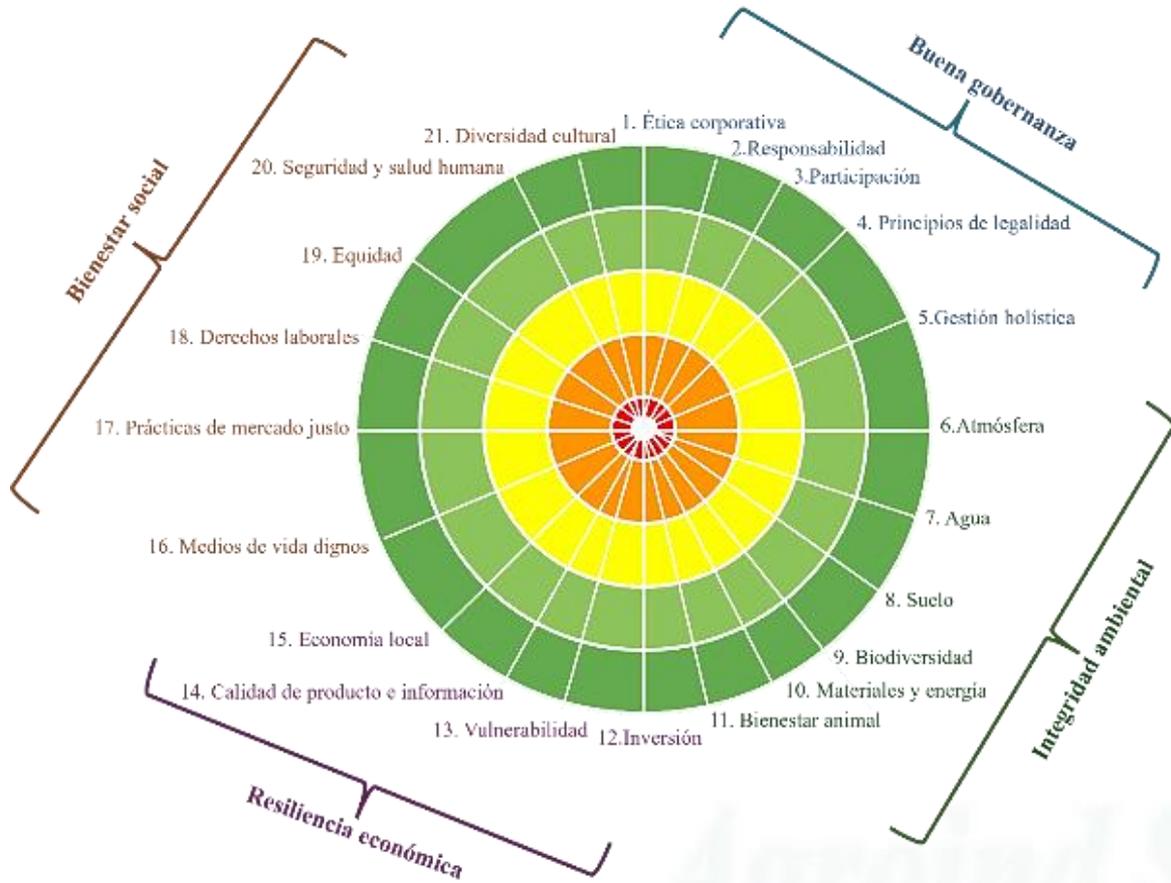


Figura 3. Dimensiones de la sostenibilidad según el método SAFA. Adaptado de FAO (2013).

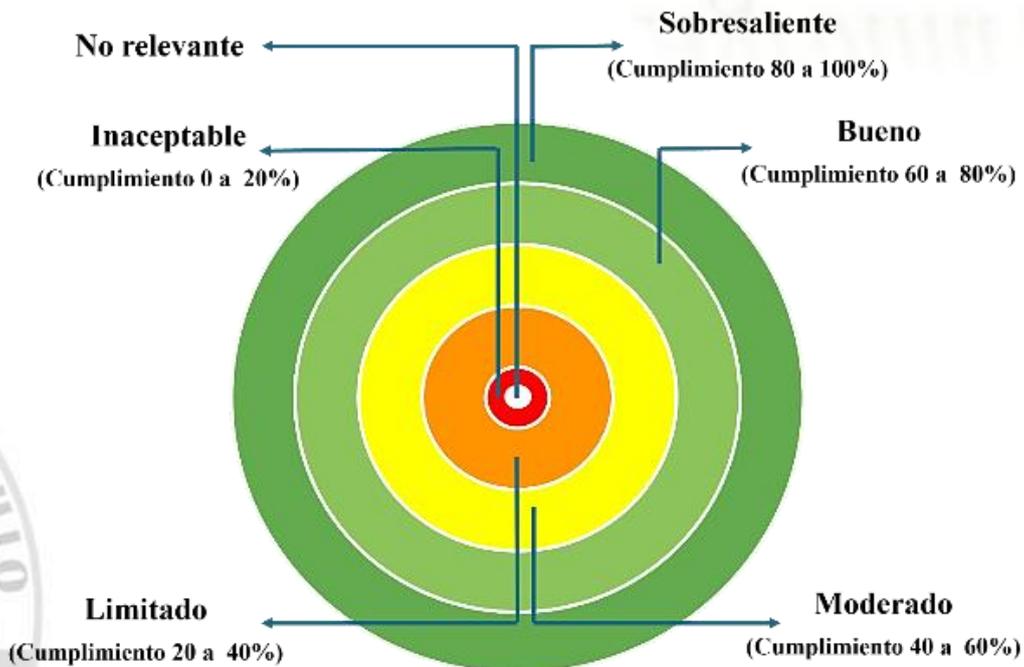


Figura 4. Escala de calificación de la sostenibilidad según el método SAFA. Adaptado de FAO (2013).

3. Resultados y discusión

Los resultados obtenidos se presentan para cada dimensión de la sostenibilidad de acuerdo con el método SAFA, es decir Buena gobernanza, Integridad ambiental, Resiliencia económica y Bienestar social (Figura 5).

3.1. Buena Gobernanza

La Buena gobernanza se entiende como los procedimientos de gestión empresarial, en esta dimensión se consideran los temas de Ética corporativa, Responsabilidad, Participación, Principios de legalidad y Gestión holística. Al respecto, se estableció que la Hacienda ganadera Verona tiene un desempeño moderado para la dimensión de Buena gobernanza, este asociado a la estructura frágil del sistema de toma de decisiones. Los hallazgos de este estudio en torno al tema de participación fueron calificados como inaceptables y son similares a los reportados para sistemas ganaderos de Yucatán en México, condición atribuida a inconvenientes en la comunicación entre propietarios y empleados (Pérez-Lombardini et al., 2021). Un escenario similar se observó en empresas ganaderas basadas en bovinos criollos de México y Colombia

(Parra-Cortes & Magaña-Magaña, 2023). No obstante, estos resultados contrastan con los obtenidos para sistemas ganaderos europeos, en donde se calificó como sobresaliente el desempeño para el tema de participación, característica que se vinculó al buen dialogo entre las partes involucradas en los procesos de producción y de comercialización de productos, insumos y servicios ganaderos (Cammarata et al., 2021). La Gestión Holística es un tema que se incluye en la dimensión de Buena Gobernanza y está conformado por los subtemas de plan de gestión de sostenibilidad y contabilidad de costos totales. Según Cammarata et al. (2021), en sistema ganaderos italianos estos subtemas fueron asignados al color naranja; es decir, tienen un desempeño limitado. Un caso similar, se reportó para este estudio y sistemas ganaderos gestionados por pequeños productores de Yucatán (Pérez-Lombardini et al., 2021). La Gestión Holística implica una organización formal de los sistemas productivos; sin embargo, esta característica no es común tanto en los sistemas ganaderos de regiones en vías de desarrollo como América Latina, así como en sistemas de economía campesina a nivel mundial.

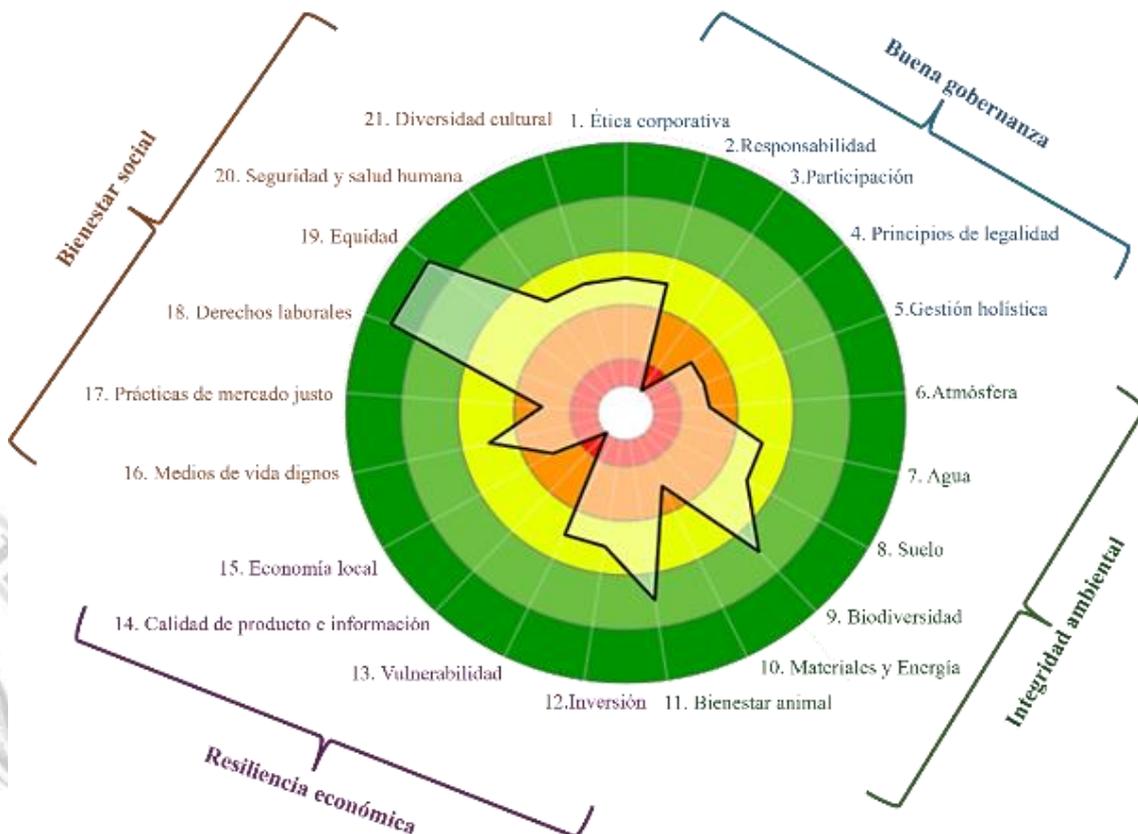


Figura 5. Nivel de la sostenibilidad en la Hacienda ganadera Verona. Basado en reporte de SAFA Tools versión 2.2.40.

3.2. Integridad ambiental

El método SAFA en la dimensión de Integridad ambiental incluye los temas de Atmósfera, Agua, Suelo, Materiales y energía, Biodiversidad y Bienestar animal. En cuanto a esta dimensión, para la Hacienda ganadera Verona, se calificó como bueno a los temas de Biodiversidad y Bienestar animal; por su parte, como moderado a limitado a los temas restantes. Los resultados de este trabajo coinciden con reportes para sistemas silvopastoriles intensivos y nativos de Yucatán en México, en donde se asocian ganados con cercas vivas, árboles frutales, árboles maderables y áreas boscosas (Pérez-Lombardini et al., 2021). En lo particular, se destaca al modelo de producción sostenible que integra árboles y arbustos nativos con bovinos criollos, como idóneo para América Latina (Parra-Cortés et al., 2019).

No obstante, en los predios ganaderos por uso de maquinaria y combustibles se deteriora el estado de la atmósfera y se califica con desempeño limitado, tal como se observó en este trabajo y estudios similares en Paraguay, México y Colombia (Weiler et al., 2019; Pérez-Lombardini et al., 2021; Parra-Cortés y Magaña-Magaña, 2023). De acuerdo con Rivera-Huerta et al. (2020), se atribuye este desempeño limitado a la ausencia de metas claras en torno a la reducción de contaminantes y escasas medidas de mitigación de emisión de gases de efecto invernadero en las unidades de producción ganadera.

Por su parte, se determinó para la Hacienda ganadera Verona un desempeño moderado en los temas de Agua y Suelo; calificación vinculada a escasas medidas para contrarrestar condiciones edafoclimáticas adversas. No obstante, en sistemas silvopastoriles basados en recursos locales, se presentan mejores prácticas de conservación del suelo y fuentes hídricas, tal como se observó en Paraguay, México y Colombia (Weiler et al., 2019; Pérez-Lombardini et al., 2021; Parra-Cortés & Magaña-Magaña, 2023).

3.3. Resiliencia económica

De acuerdo con el método SAFA en la dimensión de Resiliencia económica se incluyen los temas Inversión, Vulnerabilidad, Calidad del producto e información y economía local. En cuanto a la Hacienda ganadera Verona, se reporta un desempeño moderado para Inversión y bueno para el tema de Vulnerabilidad y limitado en Economía local, porque generación de mano de

obra. Los resultados son inversos en sistemas silvopastoriles de México (Rivera-Huerta et al., 2020). En cuanto a la calidad del producto se considera un tema a mejorar a través del fomento de bovinos criollos a nivel local; este resultado coincide con los hallazgos para sistemas silvopastoriles evaluados con SAFA en Paraguay (Weiler et al.; 2019). Asimismo, con desempeño inaceptable sobresale para el tema de Calidad del producto e Información, por inconvenientes en los esquemas de trazabilidad; similares resultados fueron reportados para sistemas ganaderos en zonas tropicales de México (Pérez-Lombardini et al., 2021).

3.4. Bienestar social

De acuerdo con el método SAFA en la dimensión de Bienestar social se incluyen los temas de Diversidad cultural, Seguridad y salud humana, Equidad, Derechos laborales, Prácticas de mercado justo y Medios de vida dignos. Particularmente, para con desempeño sobresaliente los temas de Derechos laborales y Equidad; estos atribuidos al cumplimiento de la normativa laboral y la oferta de empleos para las comunidades locales que realiza la Hacienda ganadera Verona. No obstante, en estudios similares realizados en México se observó un menor desempeño en esta dimensión, condición atribuida al menor pago salarial y dificultad para la formalización laboral (Rivera-Huerta et al., 2020).

4. Conclusiones

Los resultados de este estudio sugieren que la implementación de métodos para la evaluación de la sostenibilidad es pertinente para el diseño de modelos de producción sostenible. El método SAFA para evaluar la sostenibilidad es riguroso. De igual modo, se destaca para este método su eficiencia en la calificación de los indicadores de la sostenibilidad a través de una escala de color. El método SAFA favorece la adecuada interpretación de los resultados a partir de los gráficos que son generados por el software SAFA Tool versión 2.2.40. No obstante, este tipo de métodos de evaluación de la sostenibilidad requieren un equipo de cómputo y acceso a internet; recursos tecnológicos no disponibles para pequeños y medianos productores de ganados en regiones marginales de países en vías de desarrollo.

La "Hacienda ganadera Verona" implementa un modelo de producción sostenible con resultados destacados para la dimensión ambiental. Sin embargo, se recomienda para esta empresa, superar los resultados obtenidos en la dimensión

de Buena Gobernanza, asociados al tema de Participación mediante técnicas eficientes de comunicación entre todas las personas involucradas en los procesos de producción y gestión de la empresa. Por otra parte, se destaca que, a partir de los resultados de este estudio, se contribuye con evidencias en torno a las ventajas de los sistemas silvopastoriles basados en recursos locales. Finalmente, se sugiere fomentar modelos de producción sostenible en Colombia y otras regiones de América Latina.

Conflicto de intereses

Los autores declaramos que no existe conflicto de intereses para la divulgación de los resultados, discusión, análisis de datos y conclusiones presentados en el presente trabajo.

Contribución de los autores

Conceptualización: R.I.P.C., A.A.A.M.; Curación de datos: J.M.S.T, J.J.S.V.; Análisis formal: R.I.P.C., J.I.T.H; Adquisición de financiación: R.I.P.C., A.A.A.M., J.I.T.H., J.A.F.O.; Investigación: R.I.P.C., A.A.A.M., J.I.T.H., J.A.F.O.; Metodología: R.I.P.C., J.M.S.T, J.J.S.V.; Administración de proyecto: R.I.P.C., J.I.T.H.; Recursos: R.I.P.C., J.I.T.H.; Software: R.I.P.C., J.M.S.T., J.J.S.V.; Supervisión: A.A.A.M., J.I.T.H; Validación: J.A.F.O., A.A.A.M.; Visualización: R.I.P.C., J.M.S.T., J.J.S.V.; Escritura-borrador original: R.I.P.C.; Escritura revisión y edición: R.I.P.C.

Agradecimientos

Los autores expresan su agradecimiento al propietario, administrador y colaboradores de la Hacienda ganadera Verona que se vincularon a este estudio, por el apoyo en la toma de datos, al autorizar las visitas de verificación que dieron origen a la evaluación de sostenibilidad que integran este documento.

Referencias bibliográficas

Cammarata, M., Timpanaro, G., & Scuderi, A. (2021). Assessing Sustainability of Organic Livestock Farming in Sicily: A Case Study Using the FAO SAFA Framework. *Agriculture*, 11(3), 274. <https://doi.org/10.3390/agriculture11030274>

FAO. (2013). Sustainability Assessment of Food and Agriculture Systems (SAFA): Guidelines, Version 3.0. Food and Agricultural Organization of the United Nations. Roma. Italy. Available from: <https://www.fao.org/3/i3957e/i3957e.pdf>

Garnett, T., Godde, C., Muller, A., Roos, E., Smith, P. et al. (2017). Grazed and confused? University of Oxford. Available from: https://oms-www.files.svdcdn.com/production/downloads/reports/fcm_gnc_report.pdf

Gasparatos, A., & Scolobig, A. (2012). Choosing the most appropriate Sustainability Assessment Tool. *Ecological Economics*, 80, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.05.005>

Häni, F., Braga, F., Stämpfli, A., Keller, T., Fischer, M., & Porsche, H. (2003). RISE, a tool for holistic sustainability assessment at the farm level. *Int. Food Agribus. Manage. Rev.*, 6(4), 1-3. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.34379>

Hřebiček, J., Popelka, O., Štencl, M., & Trenz, O. (2012). Corporate Performance Indicators for Agriculture and Food Processing Sector. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 60(4), 121-132.

Masera, O., Astier, M., & López-Ridaura, S. (1999). Sustentabilidad y Manejo de Recursos Naturales. El Marco de Evaluación MESMIS. Ciudad de México: MundiPrensa: México:109 p.

MGS-Col (Mesa de Ganadería Bovina Sostenible de Colombia). (2019). Bases técnicas para la Formulación de la Política Nacional de Ganadería Bovina Sostenible. Bogotá, Colombia.

Ness, B., Urbel-Piirsalu, E., Anderberg, S., & Olsson, L. (2007). Categorising tools for sustainability assessment. *Ecological Economics*, 60, 498–508.

Ouali, M., Belhouadjeb, F. A., Soufan, W., & Rihan, H. Z. (2023). Sustainability Evaluation of Pastoral Livestock Systems. *Animals*, 13(8), 1335. <https://doi.org/10.3390/ani13081335>

Parra-Cortés, R. I., Magaña-Magaña, M. A., & Piñero-Vázquez, A. T. (2019). Intensificación sostenible de la ganadería bovina tropical basada en recursos locales: alternativa de mitigación ambiental para América Latina. *Revisión Bibliográfica. ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 115(4), 342-359. <https://doi.org/10.12706/itea.2019.003>

Parra-Cortés, R. I., & Magaña-Magaña, M. M. (2023). Índices de sostenibilidad de sistemas ganaderos con bovinos criollos: Casos México y Colombia utilizando el método SAFA. *Ciencia y Tecnología ITESCAM Calkini*, 2(1), 34-47.

Pérez-Lombardini, F., Mancera, K.F., Suzán, G., Campo, J., Solorio, J., & Galindo, F. (2021). Assessing Sustainability in Cattle Silvopastoral Systems in the Mexican Tropics Using the SAFA Framework. *Animals*, 11(1), 109. <https://doi.org/10.3390/ani11010109>

Riera, A., Duluis, O., Schuster, M. et al. (2023). Accounting for diversity while assessing sustainability: insights from the Walloon bovine sectors. *Agronomy for Sustainable Development*, 43(30). <https://doi.org/10.1007/s13593-023-00882-z>

Rivera-Huerta, A., Pérez-Lombardini, F., Galindo M. F., Rubio, L. M. S., & Güerecaet, L. P. (2020). Análisis Comparativo de dos Herramientas para evaluar la sostenibilidad ganadera en el contexto. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23(3). <https://doi.org/10.56369/tsaes.2871>

Rosnoblet, J., Girardin, P., Weinzaepflen, E., & Bockstaller, C. (2006). Analysis of 15 years of agriculture sustainability evaluation methods. In: Fotyra, M., Kaminska, B. (Eds.), 9th ESA Congress, Warsaw, Poland, pp. 707–708.

Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & de Haan, C. (2006). Livestock's Long Shadow. Ed. FAO, Roma, Italia. <http://www.fao.org/docrep/010/a0701e/a0701e00.htm>

Talukder, B., & Blay-Palmer, A. (2017). Comparison of Methods to Assess Agricultural Sustainability. In *Sustainable Agriculture Reviews*; Springer: Cham, Switzerland; 149-168. ISBN 9783319586793.

Weiler, A., Albertini, S., Barreto, D., & Heredia, M. (2019). Evaluación de la sustentabilidad a escala de sistemas silvopastoriles en tres ecorregiones del Paraguay. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 8(1), 24-39.

Zahm, F., Viaux, P., Vilain, L., Girardin, P., & Mouchet, C. (2008). Assessing farm sustainability with the IDEA method - from the concept of agriculture sustainability to case studies on farms. *Sustain. Dev.* 16(4), 271-281. <https://doi.org/10.1002/sd.380>