



The Biologist (Lima)



ORIGINAL ARTICLE / ARTÍCULO ORIGINAL

SUSTAINABILITY INDICATORS APPLIED TO TWO DAIRY FARMS IN MAYABEQUE PROVINCE, CUBA

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD APLICADOS A DOS VAQUERÍAS DE LA PROVINCIA MAYABEQUE, CUBA

Edmundo O. Pérez-Rodríguez¹; Manuel Colas-Chavez¹; Gabriel Gorrín-Armas¹;
Wilfredo López-Salcedo² & Rigoberto Fimia-Duarte^{3,4*}

¹Facultad de Medicina Veterinaria, Universidad Agraria de La Habana (UNAH), San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.
E-mail: edmundo@unah.edu.cu, manuelcc@unah.edu.cu, gabrielgorrinarmas77@gmail.com

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Estatal de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
E-mail: Wilfredo810104@gmail.com

³Facultad de Tecnología de la Salud y Enfermería (FTSE), Universidad de Ciencias Médicas de Villa Clara (UCM-VC), Cuba. ⁴Facultad de Ciencias Agropecuarias (FCA), Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas, Cuba.

Corresponding author: rigobertofd@infomed.sld.cu; rigoberto.fimia66@gmail.com

*Correspondencia con el autor: rigoberto.fimia66@gmail.com

Edmundo Pérez Rodríguez: <https://orcid.org/0000-0001-9661-774X>

Manuel Colas-Chavez: <https://orcid.org/0000-0002-6651-8887>

Gabriel Gorrín-Armas: <https://orcid.org/0000-00015213-6178>

Wilfredo López-Salcedo: <https://orcid.org/0000-0003-0859-2648>

Rigoberto Fimia-Duarte: <https://orcid.org/0000-0001-5237-0810>

ABSTRACT

The present work was developed with the objective of evaluating the sustainability indicators in two dairy farms (A and B) of the Mayabeque province, Cuba. An agroecological diagnosis was carried out with student participation through a system approach to identify and rank problems during the dry season. In dairy A, a sustainable animal production project was carried out, while in dairy B the traditional production system was maintained. The sustainability of the agroecological bases was evaluated, by weighting 13 indicators based on the average potential of the dairy farms and the participatory techniques used. These were selected based on international experience and adapted to the conditions of Cuba. The work included the identification and modeling of systems, analysis of processes and of productive, ecological and socioeconomic indicators. Among the tools used are the search for secondary information, participatory observation, surveys, semi-structured interviews and workshops. The Vester matrix was used for the ranking of problems and the construction of the causal tree and they were interpreted using the Funes radar graph in 1997. A comprehensive analysis was achieved for the fundamental dimensions in both units that influence sustainability and with the benefit of the application of agroecological measures in the transformation of livestock ecosystems towards sustainable production systems. It was revealed that food was identified as the central problem, of the eight classified as causes, of the 14 hierarchical problems. It is concluded that the system approach facilitated the identification of the interactions between subsystems and the analysis of the productive and socioeconomic processes.

Key words: Diagnostic – livestock – indicators – Mayabeque – problems - sustainability

doi:10.24039/rtb20222011302

RESUMEN

El presente trabajo se desarrolló con el objetivo de evaluar los indicadores de sostenibilidad en dos vaquerías (A y B) de la provincia Mayabeque, Cuba. Se realizó un diagnóstico agroecológico con participación estudiantil mediante un enfoque en sistema para identificar y jerarquizar los problemas durante el periodo poco lluvioso. En la vaquería A, se ejecutó un proyecto de producción animal sostenible, mientras que en la B se mantuvo el sistema tradicional de producción. Se evaluó la sostenibilidad de las bases agroecológicas mediante la ponderación de 13 indicadores en función del potencial promedio de las vaquerías y de las técnicas participativas empleadas. Estas se seleccionaron bajo la experiencia internacional y adaptada a las condiciones de Cuba. El trabajo comprendió la identificación y modelación de sistemas, análisis de procesos y de indicadores productivos, ecológicos y socioeconómicos. Entre las herramientas que se utilizaron se encuentran la búsqueda de información secundaria, la observación participativa, encuestas, entrevistas semiestructuradas y talleres. Se utilizó la matriz de Vester para la jerarquización de problemas y la construcción del árbol causal y se interpretaron mediante el empleo del gráfico radar de Funes de 1997. Se logró un análisis integral de las dimensiones fundamentales en las unidades que influyen en la sostenibilidad y con beneficio de la aplicación de medidas agroecológicas en la transformación de ecosistemas ganaderos hacia sistemas de producción sostenibles. Se reveló que la alimentación se identificó como el problema central, de los ocho que clasificaron como causas de los 14 problemas jerarquizados. Se concluye que el enfoque en sistema facilitó la identificación de las interacciones entre subsistemas y el análisis de los procesos productivos y socioeconómicos.

Palabras clave: Diagnóstico – ganadería – indicadores – Mayabeque – problemas – sostenibilidad

INTRODUCCIÓN

Los grandes problemas ambientales que hoy enfrenta la humanidad tienen su génesis en la pretensión humana de maximizar la producción y las ganancias económicas sin respetar las leyes que regulan el funcionamiento de la naturaleza (Ramos & Terry, 2014; López *et al.*, 2017; Lipsman, 2019). Los modelos agrícolas y ganaderos prevaecientes, han contribuido a la agudización de esta situación (Ramos & Terry, 2014; López *et al.*, 2017; Lockwood *et al.*, 2019; Angulo *et al.*, 2021).

Existen múltiples formas de definir la sostenibilidad de un agroecosistema. En general nos referimos a la producción animal sostenible como a un conjunto de objetivos a alcanzar, a un sistema productivo que sea: económicamente viable, ambientalmente sano, socialmente justo y culturalmente aceptable (Altieri, 1997; García, 1999; Funes-Monzote *et al.*, 2000; Bánkuti *et al.*, 2018; Galloway *et al.*, 2018; Masi *et al.*, 2021).

La sostenibilidad como objetivo esencial de la actividad humana demanda el desarrollo de metodologías y de indicadores concretos que

permitan analizar, juzgar y medir su evolución (Altieri, 1997; Bánkuti & Caldas, 2018; CASAE, 2019). Funes-Monzote *et al.* (2000) propusieron diferentes esquemas de diseño e indicadores de sostenibilidad. Por otra parte, Conway & Barbier (1996) reconocen dos clases de indicadores: los primarios, de medición directa, y los secundarios, que requieren de pruebas adicionales.

La reconversión agroecológica de la agricultura cubana responde a Lineamientos de la Política Económica y Social del país, aprobados en el 2011 en el marco del VI Congreso del Partido Comunista de Cuba, que están incluidos en los Capítulos V-Política de Ciencia, Tecnología, Innovación y Medioambiente, y VII-Política Agroindustrial (Oviedo & Cruz, 2018).

El análisis de un sistema ganadero no debe limitarse a la productividad, sino que debe incluir otros indicadores del comportamiento del agroecosistema que permitan seleccionar a partir de un enfoque sistémico un set de indicadores para una metodología sencilla destinada a evaluar en condiciones de campo la sostenibilidad en agroecosistemas ganaderos (Dalsgard, 1997). Por

lo que se trazó como objetivo en el presente trabajo, evaluar los indicadores de sostenibilidad aplicados a dos vaquerías de la provincia Mayabeque, Cuba.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló a partir del diagnóstico agroecológico con participación estudiantil durante el período poco lluvioso del año 2018 sobre la base de un enfoque en sistema de las vaquerías A y B de la provincia Mayabeque ubicada en la región occidental, entre 22°34', 23°12' de LN y los 82°28', 81°40' de LO y con una extensión de 3732,73 km². La provincia limita al norte con la provincia de La Habana y el Estrecho de la Florida, al sur con el Golfo de Batabanó, al este con la provincia de Matanzas y al oeste con la provincia de Artemisa. En la vaquería A, constó con un manejo basado en los principios de la agricultura sostenible, mientras que en la vaquería B se mantuvo un manejo convencional.

Criterios de selección de las vaquerías: Se seleccionaron dos vaquerías comerciales A y B inicialmente semejantes, con ordeño mecánico y de aproximadamente 40 ha cada una, con igual infraestructura, tres naves de sombra, sala de ordeño, cunero, recría, estercolero, con explotación en ambas de 120 vacas promedio de un genotipo mestizo 5/8 Holstein 3/8 Cebú. Ambas vaquerías con pasto de baja calidad *Cynodon nlemfluensis* (Vanderyst) en un área dividida en cuarterones para la rotación de los grupos de animales y un área de forraje (King grass). En la vaquería A comenzó a desarrollarse un proyecto de desarrollo sostenible que incluía la división del área en cuatro módulos, tres de pasto y uno de plantas de ciclo corto con caña de azúcar y leguminosas (Glicinia) y tubérculos en el módulo forrajero. Se desarrolló la producción de vermicompost y la siembra de árboles forrajeros (*Leucaena leucocephala* (Lam. de Wit). Los módulos se rotaban cada dos años.

Evaluación de los indicadores de sostenibilidad

En cada vaquería con la finalidad de evaluar la sostenibilidad e identificar y jerarquizar los

problemas existentes se utilizaron las herramientas clásicas en los diagnósticos, tales como: observación participativa, identificación de informantes claves, entrevistas, encuestas, talleres, matrices, búsqueda de información secundaria y posterior análisis y evaluación de los datos obtenidos.

Se utilizó la metodología propuesta por Funes-Monzote *et al.* (2000) como punto de partida para estimar la sostenibilidad en las vaquerías, la cual se enriqueció con nuevos indicadores de manera cuantitativa. Para la interpretación y análisis de los resultados se empleó el análisis en sistema, el método analítico descriptivo a partir de una caracterización de los sistemas en estudio, de sus subsistemas y del entorno.

A partir de las herramientas que se utilizaron en el diagnóstico con la participación estudiantil, se procedió a identificar y jerarquizar como un todo, los 14 problemas existentes mediante técnicas de reducción y agrupamiento en la época del estudio, algunos ya superados, mediante la metodología propuesta por Vester con la construcción del árbol de problemas que presentaron las unidades. Se ponderaron los problemas basados en la intensidad de la motricidad o dependencia de los mismos y se llevaron a un eje de coordenadas donde según su posición se clasificaron en causas, problema central y consecuencias en la misma secuencia seguida por Rivera *et al.* (1999). Posteriormente a partir de las posiciones relativas que ocupaban se construyó el árbol causal.

Se seleccionaron 13 indicadores básicos definidos teniendo en cuenta su vínculo con la sostenibilidad del sistema, su facilidad para medirlos, compararlos en el tiempo y por su relación con otros indicadores. Los mismos se relacionan a continuación: Uso de Abonos orgánicos (disminución del empleo de agroquímicos). Porcentaje de cobertura vegetativa (protección de los suelos). % de mujeres en la fuerza laboral (equidad de género). Participación de los trabajadores en la toma de decisiones (proceso participativo). Estabilidad laboral (social). Adaptabilidad del genotipo (plasticidad ecológica). Nivel de forestación (biodiversidad, leñosas perennes). Biodiversidad productiva (especies de plantas cultivadas o con otros usos y animales domésticos). Cantidad de productos

totales (diversificación). Producción de leche por ha (rendimientos productivos). Integración agricultura - ganadería. Bienestar animal (Ausencia de estrés, maltrato, hacinamiento). No. de especies totales (biodiversidad). Los cuales proporcionaron una información general sobre el estado de cada subsistema (suelos, sociales, animales y biodiversidad).

Los resultados de la evaluación de los indicadores de sostenibilidad se representaron en un gráfico radar para destacar con claridad la situación de los diferentes subsistemas, según el método simplificado conocido como gráfico polar o de telaraña (Porter & Niksiar, 2018).

La evaluación de los indicadores de sostenibilidad, se basó en la metodología empleada por Funes-Monzote *et al.* (2000). Cada indicador se ponderó a partir de una escala del 1 al 5, desde lo pésimo a lo óptimo o deseado, y se hicieron corresponder con los siguientes valores 1=20, 2=40, 3=60, 4=80 y 5=100. Estos valores se utilizaron en la confección del gráfico radar para brindar una representación del comportamiento del sistema en función de los indicadores evaluados.

Aspectos éticos

La investigación estuvo sujeta a normas éticas que posibilitaron promover y asegurar el respeto de todos los participantes en el estudio, de modo que se respetaron sus criterios/opiniones y derechos individuales, para poder generar nuevos conocimientos sin violar los principios éticos de la intimidad y confidencialidad de la información personal, de todos los participantes en la investigación. Por otra parte, todos los autores involucrados en la investigación, publicación y difusión de los resultados, somos responsables de la confiabilidad y exactitud de los resultados mostrados (DHAMM, 2013).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La alimentación constituye el problema central. Entre las principales causas de los malos resultados aparecen: el mal manejo, la poca biodiversidad, la estimulación insuficiente y condiciones edafoclimáticas desfavorables y como principales consecuencias los bajos rendimientos, las afectaciones reproductivas, el reemplazo insuficiente y el estado de los animales (Fig. 1).

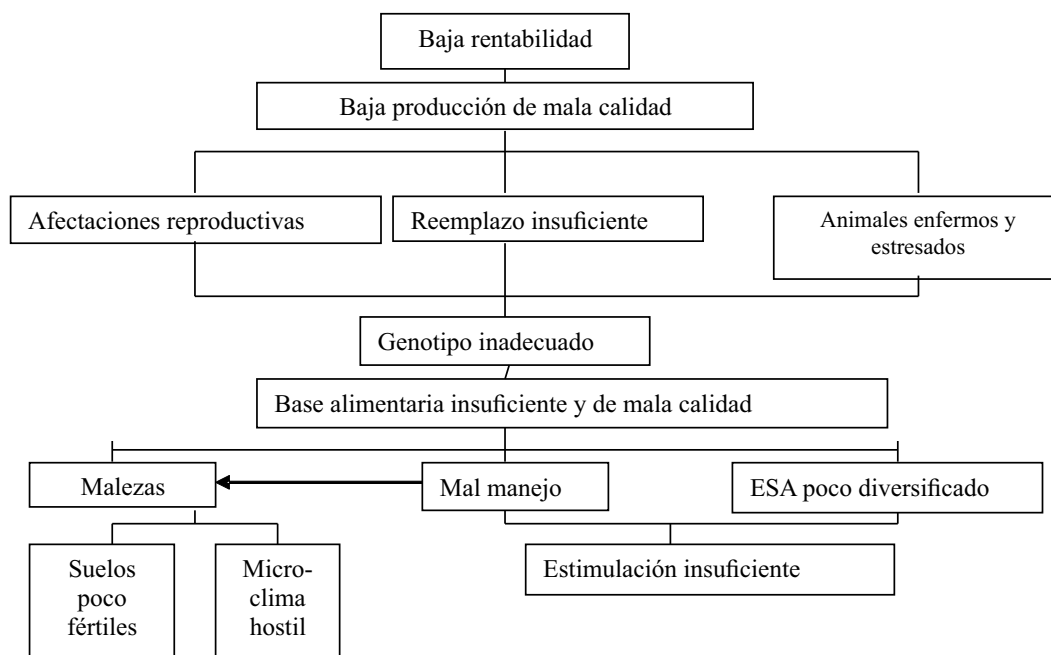


Figura 1. Árbol de problemas en los ecosistemas ganaderos estudiados. ESA (Ecosistema agropecuario).

Socorro (2004) resaltó la utilidad de los indicadores en el monitoreo de impactos ambientales, sociales y económicos entre otros. En la tabla 1 se evidencia los criterios de clasificación de los indicadores valorados para los subsistemas seleccionados que no pretenden agotar todos los

componentes del sistema ni sus interacciones, e incluso por dificultades coyunturales, no se incluyeron algunos tan importantes como los económicos. Son, por tanto, tan sólo un paso en el proceso de definición de esta tarea.

Tabla 1. Ponderación de los indicadores para la evaluación de la sostenibilidad en las vaquerías A y B.

SUBSISTEMA	Indicadores	Valores alcanzados				
		(1) 20	(2) 40	(3) 60	(4) 80	(5) 100
SUELOS	(1) Por ciento de pérdida de cobertura vegetativa	Muy alto >80	Alto 60- 80	Mediano 40-60	Bajo 20-40	Muy Bajo < 20
	(2) Uso abonos orgánicos (t/ha)	Muy bajo <1	Bajo 1-2	Media 2- 4	Alta 4 -6	Meta >6
SOCIALES	(3) Por ciento de mujeres de la fuerza laboral	Muy Bajo <10%	Bajo 10 –20%	Mediano 20 –30%	Alto 30-40%	Deseable 40-50%
	(4) Participación trabajadores en las decisiones	Muy Bajo	Bajo	Mediano	Alto	Deseable
	(5) Estabilidad fuerza de trabajo	Muy Baja <20%	Baja 20-40%	Median 40-60%	Alta 60-80%	Deseable 80-100%
ANIMALES	(6) Adaptabilidad	No adaptado	Poco adaptado	Medianament e adaptado	Adaptado	Muy adaptado
	(7) Rendimiento. Producción de leche (t/ha)	Muy baja <500	Baja 501-1000	Media 1001-2000	Alta 2501-3000	Deseado >3000
	(8) Situaciones estresantes	Muy bajo	Bajo	Mediano	Alto	Muy alto
BIODIVERSIDAD	(9) Nivel de reforestación (N° de árboles/ha)	Muy bajo <20	Bajo 20-100	Medio 100-200	Alto 200-400	Deseado >400
	(10) N° de especies totales	Muy bajo <15	Bajo 15-30	Medio 30-50	Alto 50-100	Meta >100
	(11) Cantidad de productos totales	Muy baja <5	Bajo 5-8	Media 8-15	Alta 15-30	Deseado >30
	(12) Diversidad genética (sp. fundamental)	Inexistente	Baja	Mediana	Alto	Muy alto
	(13) Integración agricultura - ganadería	Inexistente	Baja <10%	Media 10-<20%	Alta 20-40%	Muy alta 40-50%

Los resultados del estudio comparativo entre las vaquerías A y B que se observan en la tabla 2 y la figura 2, evidenciándose lo beneficioso de la aplicación de medidas agroecológicas en la transformación de ecosistemas ganaderos hacia

sistemas de producción sostenibles, lo cual concuerda con resultados obtenidos por otros autores en diferentes países (Bánkuti & Caldas, 2018; CASAE, 2019; Defante *et al.*, 2019; Bánkuti *et al.*, 2020; Masi *et al.*, 2021).

Tabla 2. Valores alcanzados por los indicadores de sostenibilidad en las vaquerías estudiadas (% de lo deseado).

Vaquerías	Estimación del valor de los indicadores de sostenibilidad												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
A (%)	60	60	40	60	60	40	60	60	80	60	40	40	40
B (%)	20	40	40	20	20	40	20	40	20	40	40	60	40

Leyenda: 1.- Porcentaje de cobertura vegetativa (protección de los suelos). 2.-Uso de abonos orgánicos (t/ha) (disminución del empleo de agroquímicos) 3.-% mujeres de la fuerza laboral (equidad de género). 4.- Participación de trabajadores en decisiones (proceso participativo). 5.- Estabilidad (social). 6.- Adaptabilidad del genotipo (plasticidad ecológica). 7.- Producción de leche por ha (rendimientos productivos). 8.- Bienestar animal (ausencia de estrés, maltrato, hacinamiento). 9.- Nivel de reforestación (biodiversidad, leñosas perennes). 10.- Adaptabilidad de nivel de forestación. Biodiversidad productiva (especies de plantas cultivadas o con otros usos y animales domésticos). 11.- Cantidad de productos totales (diversificación). 12.- No. de especies totales (biodiversidad). 13.-Integración agrícola - ganadería.

En dicha tabla se aprecia que el por ciento de pérdida de cobertura vegetativa en la vaquería A alcanza valores que van de un 40 a 60 %. Respecto a este resultado Rodríguez *et al.* (2005) expresaron que las cubiertas vegetales pueden resultar de utilidad en la reducción de la dispersión de contaminantes en disolución, pues disminuyen el flujo total de escorrentía; además refieren que en un sistema ecológico se hace muy recomendable la implantación de una cubierta vegetal que minimice las pérdidas de nutrientes. Por otra parte, se demostró que una adecuada cobertura vegetal resulta importante en la estabilidad y el funcionamiento del ecosistema, ya que constituye la principal fuente de circulación de materia orgánica, energía y nutrientes entre las plantas y el suelo. Además, actúa como mejoradora de las propiedades físico-químicas del suelo (Robaina *et al.*, 2010; Epanchin *et al.*, 2021; Hulme, 2021).

La optimización del uso del estiércol animal es un objetivo importante en la gestión de nutrientes en los sistemas integrados ganadería-agricultura, especialmente si el objetivo final es la correcta utilización de los recursos que se disponen (Vera, 2011). En este trabajo los resultados relacionados con el uso de abonos orgánicos no son muy satisfactorios, lógicamente la vaquería A presentó valores mayores de fertilización respecto a la B. Sin embargo, la pobre o nula utilización de abonos orgánicos puede afectar la productividad del suelo

y plantas que atentan contra el rendimiento productivo de los animales. Al respecto, Ramos & Terry (2014) plantearon que, en dependencia del nivel de abono orgánico aplicado, este origina un aumento en los contenidos de materia orgánica del suelo, en la capacidad de retención de humedad y en el pH. Mejoran la infiltración de agua, la estructura del suelo y la conductividad hidráulica; disminuyen la densidad aparente y la tasa de evaporación, así como promueven un mejor estado fitosanitario de las plantas. De acuerdo con Boudet *et al.* (2015) la aplicación de materia orgánica al suelo influyó positivamente sobre el rendimiento del cultivo de la habichuela.

El por ciento de mujeres como parte de la fuerza laboral se encontró bajo para ambas vaquerías (40 %, tabla 2). Respecto a esto, la FAO (2017) informó que muchos países en desarrollo están experimentando una mayor feminización de la agricultura como resultado de una mayor urbanización, la migración de muchos hombres jóvenes a las ciudades, el aumento de la agricultura comercial, los conflictos y el cambio climático. Desafortunadamente, en muchos entornos rurales, la creciente participación de las mujeres en la fuerza de trabajo no se traduce necesariamente en una mejora de su situación laboral en relación a los hombres, o de su bienestar. A menudo resulta en un aumento en su carga de trabajo y su pobreza de tiempo. No obstante, las mujeres rurales desempeñan funciones variadas y decisivas en las

producciones agropecuarias en la economía rural de los países en desarrollo como trabajadoras y familiares no retribuidas, agricultoras por cuenta propia y asalariadas en horario completo o parcial en grandes explotaciones y plantaciones. En muchas regiones del mundo producen la parte principal de los alimentos que se cultivan y realizan una importante contribución a la seguridad alimentaria (DESA, 2008). Uyttewaal (2015) plantea que, en la lucha por la soberanía alimentaria y la incorporación de la agroecología, la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres también son prioridad. El empoderamiento de las mujeres en las comunidades campesinas, al igual que los procesos de la agroecología, debe ser localmente adecuado e impulsado por la propia comunidad.

A pesar de que la vaquería A resultó tener mayor participación de sus trabajadores en la toma de decisiones respecto a la B, en ambos casos la participación no es elevada. En este sentido, Quiroa (2014) expone que por lo general los administradores enfrentan una cuestión fundamental, hasta qué grado deben permitir que los colaboradores que forman el grupo de trabajo participen en la toma de decisiones que afectan sus actividades, es necesario que se cambie el nivel de participación en las decisiones que se tengan, de esta manera se podrán tener muchas más ideas para solucionar el conflicto que se esté dando. Según Becerra & Ogando (2010) lo primero que se debe desterrar es el concepto estrecho de ver al trabajador únicamente como un elemento del proceso de trabajo, como un recurso cuyo fin es producir o prestar un servicio eficaz y eficiente.

La estabilidad de la fuerza del trabajo, fue inferior en la vaquería B, lo cual compromete el funcionamiento armónico de la finca y tiene una repercusión directa o indirecta en ciertos indicadores de sostenibilidad. Estos resultados pueden tener relación con lo planteado por Valdizón (2015) en un estudio de los factores que conllevan a la estabilidad laboral donde refiere que el recurso humano representa un componente indispensable para un país, por tal motivo hay que saber aprovechar sus cualidades y potencializarlas al máximo, es importante conocer que tan motivados y satisfechos se encuentran, lo cual no es del todo complicado, porque si bien es cierto que no se pueden notar a simple vista en muchas

ocasiones, se refleja en los resultados mensuales, asimismo en la estabilidad de la fuerza de trabajo y el nivel de compromiso.

Cabe destacar que la adaptación de un animal no se mide solo por su capacidad genética de supervivencia o de producción en medios naturales. Es necesario que produzcan bajo otras condiciones relacionadas por ejemplo con los diferentes sistemas de manejo, tenencia y alimentación. La poca adaptabilidad de los animales incluidos en ambos sistemas de manejo, constituye un factor predisponente para la aparición de situaciones estresantes que pueden atentar contra el bienestar animal. El mismo está relacionado con los indicadores anteriormente analizados en ambos sistemas. Pues un bajo porcentaje de cobertura vegetal, así como el poco uso de abonos orgánicos tendrá un efecto negativo en el crecimiento y rendimiento de los pastizales. Esto a su vez provocará situaciones de estrés alimentario en el ganado, desnutrición, retardo en el crecimiento, disminución de la producción. Estos resultados no coinciden con lo recomendado por Urquiza *et al.* (2011) quienes se basan en el uso de variedades de plantas y especies de ganado resistentes a las condiciones de estrés biótico y abiótico. La inestabilidad laboral corrompe la armonía de la vaquería, el relevo de personal por distintos motivos y razones aunado a la falta de capacitación tiene consecuencias negativas para el manejo animal. Aspecto sobre el cual Bossman (2006) plantea que, en la ecología animal, el hombre es el eslabón más importante en la cadena ambiental. Él es el responsable de criar un animal adaptado al ambiente de su zona, por lo que la interacción entre el hombre y su ganado es de suma importancia.

Los resultados relacionados con los rendimientos productivos fueron muy bajos para la vaquería B, a la cual le corresponde un manejo convencional. Según Del Pozo & Sánchez (2014) la obtención de bajos índices productivos es causada por una baja disponibilidad en cantidad y calidad de pastos, esto trae como consecuencia una producción ganadera no sostenida y la reducción de ingresos para la familia.

Los indicadores analizados dentro de la biodiversidad tuvieron una calificación baja y media para ambas vaquerías. Al respecto, Blanco *et*

al. (2009) explicaron que la utilización de altas proporciones de tierra para sostener la producción de leche es causa de la simplificación que han sufrido los agroecosistemas por sus efectos en la reducción de la biodiversidad. De igual forma, Álvarez *et al.* (2012) refirieron que las fincas menos sostenibles resultan en las de menor diversidad y las de menor integración agricultura-ganadería. La conversión de las granjas ganaderas convencionales en sistemas silvopastoriles permite recuperar la diversidad biológica y mantener la integridad de varios procesos ecológicos esenciales para el funcionamiento de las áreas que se usan para la ganadería, lo cual trae consigo beneficios ambientales, el incremento de la productividad y los retornos financieros para los granjeros (López *et al.*, 2017).

El N⁰ de especies totales resultó ser menor en la vaquería B, similar a los resultados alcanzados por Blanco *et al.* (2009) en fincas ganaderas del municipio Cotorro, quienes consideran que los sistemas predominantemente ganaderos dependen de una variabilidad vegetal representada por un escaso número de especies, a diferencia de los sistemas con prioridad agrícola o forestal. Del Pozo & Sánchez (2014) refirieron que una limitada diversidad de especies se debe a un manejo monocultivo de especies forrajeras y a una pobre tendencia a la integración ganadería – agricultura, lo que conlleva a una pérdida de la biodiversidad del pastizal. Por otra parte, Cordero *et al.* (2017) encontraron que la cantidad de especies inventariadas en el agroecosistema fue aceptable, y la diversidad agrícola ganada estuvo dominada por las especies asociadas directas o indirectamente a la alimentación humana debido al desarrollo de una agricultura de subsistencia, en el estudio de la evaluación de la efectividad del manejo agroecológico en la finca San Lorenzo, Artemisa. En todo caso, Urquiza *et al.* (2011) recomendaron el uso de especies autóctonas y adaptadas al entorno. Zaldivar (2017) tiene una opinión similar al sugerir mantener un alto número de especie y la diversidad genética, en el tiempo y el espacio, y una estructura compleja del ecosistema agrícola, con el fin de facilitar un amplio número de servicios ecológicos y aumentar la resistencia del ecosistema agrícola y la flexibilidad ante los cambios.

La cantidad de productos totales se caracterizó por ser baja en ambas vaquerías. En un estudio

realizado por Vera (2011) se halló que los valores fueron mayores en el número de productos y su rendimiento cuando la distribución de especies e individuos fue más equitativa. El sistema evaluado alcanzó índices mayores de diversidad de la producción por años estudiados de forma ascendente (1,8; 2,1; 2,3), lo que sugiere que la diversidad de cultivos y animales contribuye al incremento de la productividad, la eficacia y los indicadores financieros de los sistemas integrados.

La diversidad genética en la vaquería A, a pesar de poseer el manejo de una ganadería sostenible se clasificó como baja. Según Domínguez *et al.* (2019) se espera que entre mayor diversidad genética tenga una población sus integrantes tendrán mayor capacidad de adecuarse a un medio ambiente determinado, sobrevivir y dejar descendencia. Valverde *et al.* (2018) mencionan que los métodos de selección comúnmente usados, como los basados en las predicciones de los valores genéticos obtenidos mediante el modelo animal, pueden incrementar los niveles de consanguinidad y disminuir la variabilidad genética de las poblaciones.

Ambas vaquerías presentaron una baja integración agricultura – ganadería, resultados que no coinciden con lo planteado por Rodríguez *et al.* (2017) al exponer que la combinación de la producción agrícola con la ganadera resulta beneficioso ya que se realiza un mayor aprovechamiento del área productiva y se establece una mejor integración entre las diferentes especies presentes.

Los valores que se muestran en la figura 2, muestran una representación del comportamiento del sistema en función de los indicadores evaluados que permite apreciar sus diferencias en el comportamiento de los indicadores seleccionados para estimar la sostenibilidad y hacen evidente su utilidad para alcanzar este objetivo acorde a lo planteado por Monzote & Funes-Monzote (2003).

Se concluye que, la identificación y jerarquización de problemas a partir de un análisis sistémico fue una herramienta importante para el diagnóstico, caracterización y análisis real de las unidades de producción estudiadas, donde la evaluación de la

sostenibilidad a partir de indicadores y criterios participativos resultó ser un medio eficaz para medir su evolución y alcance, dado en gran medida por el enfoque en sistema, el cual facilitó la identificación de las interacciones y el análisis de los procesos productivos y socioeconómicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altieri, M.A. 1997. *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*. CLAADES-ACAO. 5^{ed}.
- Álvarez, H.E.; Castellanos, L. & Soto, R. 2012. Indicadores de sostenibilidad en cinco fincas agroecológicas con diferentes condiciones de manejo, en el territorio de Trinidad, Cuba. *Centro Agrícola*, 39: 85-92.
- Angulo, E.; Diagne, C.; Ballesteros, M.L.; Adamjy, T.; Ahmed, D.A.; Akulov, E.; Banerjee, A.K.; Capinha, C.; Dia, C.A.K.; Dobigny, G.; Dubosq, C.V.; Golinet, M.; Haubrock, P.J.; Heringer, G.; Kirichenko, N.; Kourantidou, M.; Liu, C.; Nuñez, M.A.; Renault, D.; Roiz, D.; Taheri, A.; Verbrugge, L.N.; Watari, Y.; Xiong, W. & Courchamp, F. 2021. Non-English languages enrich Scientific knowledge: The example of economic costs of biological invasions. *Science of the Total Environment*, 775: 144441.
- Bánkuti, F.I. & Caldas, M.M. 2018. Geographical milk redistribution in Paraná State, Brazil: consequences of institutional and market changes. *Journal of Rural Studies*, 64: 63-72.
- Bánkuti, F.I.; Damasceno, J.C.; Schiavi, S.M.; Kuwaraha, K.C. & Prizon, R.C. 2018. Structural features, labor conditions and family succession in dairy production systems in Paraná State, Brazil. *Cahiers Agriculture*, 27: 1-11.
- Bánkuti, F.I.; Prizon, R.C.; Damasceno, J.C.; De Brito, M.M.; Pozza, M.S.S. & Lima, P.G.L. 2020. Farmers' actions toward Sustainability: a typology of dairy farms according to Sustainability indicators. *Animal*, pp. 7.
- Blanco, J.; Monzote, M.; Ruíz, R. & García-Soldevillam, F.A.I. 2009. Factores que limitan la sostenibilidad en fincas ganaderas del municipio Cotorro. *Ciencia y Tecnología Ganadera*, 3: 70-75.
- Becerra, M.J. & Ogando, R. 2010. La participación de los trabajadores en la toma de decisiones de sus empresas. *Realidades y regulaciones. Ingeniería Industrial*, 31: 1-5.
- Bosman, D. 2006. *Selección para la adaptabilidad del ganado vacuno. Congreso Ganadero del Norte Argentino, Temas de Río Hondo, Stgo. del Estero*. AACREA. Boudet, A.; Fabre, B. & Meriño, Y. 2015. Efecto de la aplicación de abonos orgánicos en la respuesta agroproductiva del cultivo de la habichuela (*Vigna unguiculata* L.). *Centro Agrícola*, 42: 1-13.
- Center for Advanced Studies on Applied Economics (CASAE). 2019. PIB do agronegócio brasileiro. Retrieved on 15 July 2019, from <https://www.cepea.esalq.usp.br/br/pib-do-agronegocio-brasileiro.aspx>
- Conway, G.R. & Barbier, E.B. 1996. *After the green revolution sustainable agriculture for development*. Eartsan Publ.
- Cordero, J.C.; Hernández, F.; Zamora, J.L.; Baños, R.; Valdés, P.A. & Arzola, D. 2017. Efectividad del manejo agroecológico en la finca San Lorenzo de la Reserva de la Biosfera, Sierra del Rosario, provincia Artemisa, Cuba. *Ecovida*, 7: 108-110.
- Dalsgard, J.P.T. 1997. A quantitative approach for assessing the productive performance and Ecological Contributions of smalholder Farms. *Agricultural Systems*, 55: 503-533.
- Defante, L.; Damasceno, J.C.; Bánkuti, F.I. & Oliveira, R.C.E. 2019. Typology of dairy production systems that meet Brazilian standards for milk quality. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 49: 1-8.
- DHAMM. 2013. *Principios éticos para las investigaciones médicas en seres humanos*. 64^a Asamblea General, Fortaleza, Brazil, octubre. World Medical Association, Inc. – All Rights reserved. pp. 9.
- Del Pozo, R.P.P. & Sánchez, T.I. 2014. Funcionalidad tecnológica del sistema de producción de una granja lechera en la empresa ganadera Valle del Perú. *La Calera*, 14: 44-49.
- DESA. 2008. *La mujer en el 2000 y después*. Estados Unidos: NACIONES UNIDAS.

- División para el Adelanto de la Mujer (DESA). Departamento de Asuntos Económicos y Sociales.
- Domínguez, O.D.; Rodríguez, A.G.; García de León, F.J. & Fernández, A.C. 2019. Diversidad genética. En: *La biodiversidad en Michoacán. Estudio de Estado 2. Vol III*. CONABIO. México. 22 p.
- Epanchin, N.R.; McAusland, C.; Liebhold, A.; Mwebaze, P. & Springborn, M.R. 2021. Biological Invasions and International Trade: Managing a Moving Target. *Review of Environmental Economics and Policy*, 15: 180-190.
- FAO. 2017. *Mujeres rurales: luchando por lograr impactos transformadores de géneros*. En: *Foro Global sobre Seguridad Alimentaria y Nutrición*. FAO, PMA, FIDA, ONU-Mujeres.
- Funes-Monzote F.; Monzote M.; Serrano. D. & Suárez J.J. 2000. *Indicadores de sostenibilidad para fincas agroecológicas ganaderas*. Ponencia XIII Forum de Ciencia y Técnica. IIPF.
- Galloway, C.; Conradie, B.; Prozesky, H. & Esler, K. 2018. Opportunities to improve Sustainability on commercial pasture-based dairy farms by assessing environmental impact. *Agricultural Systems*, 166: 1-9.
- García, L. 1999. *Agroecología y agricultura sostenible; Modulo 1*. Curso para diplomado de post grado. CEAS-ACTAF. La Habana. 122 p.
- Hulme, P.E. 2021. Unwelcome Exchange: International trade as a direct and indirect driver of biological invasions worldwide. *One Earth*, 4: 666-679.
- Lipsman, A. 2019. *Global Ecommerce 2019: Ecommerce continues strong gains amid global economic uncertainty*. Report, Insider Intelligence, June 27.
- Lockwood, J.L.; Welbourne, D.J.; Romagosa, C.M.; Cassey, P.; Mandrak, N.E.; Strecker, A.; Leung, B.; Stringham, O.C.; Udell, B.; Episcopio, S.D.; Tlusty, M.F.; Sinclair, J.; Springborn, M.R.; Pienaar, E.F.; Rhyne, A.L. & Keller, R. 2019. When pets become pests: The role of the exotic pet trade in producing invasive vertebrate animals. *Frontiers in Ecology and Environment*, 17: 323-330.
- López, O.; Sánchez, T.; Iglesias, J.M.; Lamela, L.; Soca, M.; Arece, J. & Milera, M.C. 2017. Los sistemas silvopastoriles como alternativa para la producción animal sostenible. *Pastos y Forrajes*, 40: 83-95.
- Masi, M.; Vecchio, Y.; Pauselli, G.; Pasquale, J. & Adinolfi, F. 2021. A Typological Classification for assessing Farm sustainability in the Italian bovine dairy sector. *Sustainability*, 13: 7097.
- Monzote, M & Funes-Monzote F. 2003. *Experiencias Metodológicas para evaluar la conversión de la producción bovina hacia una ganadería integrada agroecológica*. En *Curso Internacional Ganadería, Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente. Metodologías. Módulo 4*. IIPF-ICA-NCTR. p.40-55.
- Oviedo, M. & Cruz, P. 2018. Evaluación de la sostenibilidad del sistema de producción de la vaquería 29 de la Empresa Agropecuaria Nazareno. *Ciencia Universitaria*, 16: 1-7.
- Porter, M.M. & Niksiar, P. 2018. Multidimensional mechanics: Performance mapping of natural biological systems using permutated radar charts. *PLoS ONE* 13(9), e0204309.
- Quiroa, C.I. 2014. *Toma de decisiones y productividad laboral. Estudio realizado con el área de salud de Quetzaltenango* [tesis de diploma]. Guatemala: Servicio de Publicación e Intercambio Científico, Universidad Rafael Landívar.
- Ramos, D. & Terry, E. 2014. Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. *Cultivos tropicales* [en línea]. 35 http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007
- Rivera, B.; Chaparro, O. & Duarte, O. 1999. *Gestión de proyectos de investigación agropecuaria*. Universidad de Caldas.
- Robaina, N.; Socarrás, A.A. & Pérez, D. 2010. Importancia de la cobertura vegetal para el mejoramiento de la diversidad biológica del suelo. *Agricultura Orgánica* [en línea]: 2. http://www.actaf.co.cu/revistas/revista_ao_95-2010/Rev%202010-2/19%20coberturavegetal.pdf
- Rodríguez, A.; Ordoñez, R.J.A.; González, P. & Giraldez, J.V. 2005. *Estudio de la influencia de la cobertura vegetal viva en olivar en la contaminación de las aguas de escorrentía por nitratos*. Estudios de la zona no saturada

- del suelo [en línea]. VII. Disponible en: https://abe.ufl.edu/faculty/carpena/files/pdf/zona_no_saturada/estudios_de_la_zona_v7/c081-086.pdf
- Rodríguez I.L.; Rodríguez J.S.L.; Macías-Figueroa, O.L.; Benavides M.B.; Amaya-M.O.; Perdomo P.R.; Pardo M.R. & Miyares R.Y. 2017. Evaluación de la producción de alimentos y energía en fincas agropecuarias de la provincia Matanzas, Cuba. *Pastos y Forrajes*, 40: 222-229.
- Socorro A. 2004. *Las aristas de la sostenibilidad de la gestión agraria*. Memorias AGRONAT 2004. Encuentro Científico de Agricultura Urbana. Provincia de Cienfuegos, 11 al 16 de octubre.
- Urquiza, M.N.; Alemán, C.; Flores, L.; Paula, M. & Aguilar, Y. 2011. *Manual de procedimientos para manejo sostenible de tierras*. CIGEA. p. 22-24.
- Uyttewaal, K. 2015. Feminismos y agroecología: un entrelazamiento esencial. *LEISA - Revista de Agroecología*, 31: 1-5.
- Valdizón, K. M. 2015. *Estudio de los factores que conllevan a la estabilidad laboral del personal que trabaja en la distribuidora San Pablo, San Pedro Carchá, A.V.* Trabajo de Diploma. Guatemala, Universidad Rafael Landívar. p. 1.
- Valverde, R.R.; Zapata, A.R.D.; Viveros, J.D.; Moreno, J.A.H.; Domínguez, R.N.; Almeida, F.A.R.; Quiroz, C.R. & Muñiz, J.G.G. 2018. Análisis de pedigrí en la determinación de la diversidad genética de poblaciones bovinas para carnes mexicanas. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 9: 610-616.
- Vera, L.M. 2011. *Estudio de indicadores de diversidad y productividad en un proceso de conversión agroecológica* [tesis de maestría]. Matanzas, Cuba: Repositorio Científico, Universidad de Matanzas "Camilo Cienfuegos".
- Zaldivar, D. 2017. *Selección participativa de indicadores de sostenibilidad con usufructuarios de tierras en el municipio Báguano*. Estudio finca Rolando Ávila [trabajo de diploma]. Holguín: Repositorio Científico, Universidad de Holguín, Cuba.

Received November 10, 2021,
Accepted January 5, 2022.