

INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD APLICADOS A LA GANADERÍA DE DOBLE PROPÓSITO DE SANTIAGO RODRÍGUEZ, REPÚBLICA DOMINICANA

Sustainability indicators applied to dual-purpose livestock farming in Santiago Rodríguez, Dominican Republic

Pedro Antonio Núñez Ramos¹, Birmania Wagner², Victor Camilo Pulido-Blanco³

RESUMEN

Las actividades agropecuarias generan cerca del 6% del PIB de la República Dominicana. A pesar de ello, los cerca de dos millones de cabezas de ganado bovino no satisfacen la demanda nacional. Lo anterior se debe a que el subsector enfrenta altos costos de los insumos y obsoletos sistemas de producción. Además, el país no cuenta con estadísticas precisas y actualizadas del sector lácteo ni cárnico, y menos aún de estimaciones puntuales de la sostenibilidad. Así, el presente estudio se propuso medir la sostenibilidad de la ganadería de doble propósito de la provincia Santiago Rodríguez, República Dominicana a través de la aplicación de indicadores productivos, sociales, ambientales y de gobernanza. Para ello se seleccionó la herramienta SAFA con sus 116 indicadores, fusionada con las mediciones cíclicas de MESMIS. Se adaptaron 34 indicadores. Con estos, se analizaron 12 fincas, cuatro por municipio, por medio de una encuesta con 54 preguntas, 30 cerradas y 24 abiertas. Se halló que la sostenibilidad del sistema es media: se deben superar desafíos de baja productividad lechera, alta vulnerabilidad climática, poco conocimiento de la cadena, baja intervención de mujeres y jóvenes, alta dependencia de personal no calificado, poco aprovechamiento de los recursos silvopastoriles, incumplimiento de la normativa ambiental, daño a los recursos suelo, agua y aire, para no decaer en la sostenibilidad. El punto medio de sostenibilidad es apalancado por los precios justos de carne y leche, bajos costos y número de jornales, frecuencia de preñez y altos valores culturales, lo que se traduce en una rentabilidad apenas positiva.

Palabras clave: caracterización, carne, ganado bovino, leche, sustentabilidad.

ABSTRACT

Agricultural activities generate nearly 6% of the Dominican Republic's GDP. Despite this, the approximately two million head of cattle do not meet national demand. This is due to the fact that the subsector faces high input costs and obsolete production systems. Furthermore, the country lacks accurate and up-to-date statistics for the dairy and meat sectors, let alone timely estimates of sustainability. Thus, this study aimed to measure the sustainability of dual-purpose livestock farming in the province of Santiago Rodríguez, Dominican Republic through the application of productive, social, environmental, and governance indicators. To this end, the SAFA tool with its 116 indicators was selected, combined with the cyclical measurements of MESMIS. Thirty-four indicators were adapted. With this, 12 farms were analyzed, four per municipality, using a survey with 54 questions: 30 closed and 24 opened. The system's sustainability was found to be medium: challenges such as low dairy productivity, high climate vulnerability, limited knowledge of the chain, low involvement of women and youth, high dependence on unskilled personnel, poor use of silvopastoral resources, non-compliance with environmental regulations, and damage to soil, water, and air resources must be overcome to maintain sustainability. The midpoint of sustainability is leveraged by fair prices for meat and milk, low costs and number of workdays, pregnancy frequency, and high cultural values, which translate into a barely positive profitability.

Keywords: cattle, characterization, meat, milk, sustainability.

¹ ✉Docente e Investigador, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Facultad de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, Universidad Autónoma de Santo Domingo. Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales. República Dominicana. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7580-7931>. pnunez25@uasd.edu.do, pnunez@idiaf.gov.do, pnunez58@gmail.com

² Docente e Investigadora, Instituto Nacional de Investigaciones, Facultad de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, Universidad Autónoma de Santo Domingo. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2810-5926>. birmaniawagner@yahoo.com

³ Investigador máster, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Colombia. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1217-6877>. vpulido@agrosavia.co

INTRODUCCIÓN

Las actividades agropecuarias generan cerca del 6% de PIB de la República Dominicana, representando hasta el 15% de su fuerza laboral (MEPyD, 2025). Estos valores suben dramáticamente en las áreas rurales, donde el ganado bovino genera los mayores aportes del PIB agropecuario: hasta el 55% del total, lo que se traduce en más de 220 000 personas involucradas en la actividad de manera directa, con especial énfasis en la producción de leche (FAO, 2018). A pesar de esto, los cerca de dos millones de cabezas de ganado bovino no satisfacen la demanda nacional (DGCP, 2013). Lo anterior se debe a que el subsector enfrenta una serie de retos que se han agudizado en los últimos años. Entre estos, se citan: los altos costos de los insumos, en su mayoría importados, y los obsoletos sistemas de producción que imperan en las fincas ganaderas del país son algunos de los escollos que han dificultado mejorar la competitividad en la producción de leche y carne (Ferreras, 2015). La cría de ganado en la República Dominicana requiere, entonces, tecnología avanzada tanto en insumos como en procesos productivos, lo cual es un gran desafío en materia de mejoramiento genético y de extensionismo tecnológico (Mosquera, 2017).

Un ejemplo de lo anterior es la línea noroeste de la República Dominicana, conformada por las provincias Santiago Rodríguez y Dajabón, que es una de las regiones históricamente ganaderas del país: una parte importante de los ingresos de las familias dependen de este subsector, el cual es manejado como un sistema de doble propósito (leche y carne). El doble propósito es usado para satisfacer la demanda de ambos productos en regiones de clima cálido como los trópicos, o las zonas áridas y semi áridas (INIFAP, 2009), siendo de las actividades agropecuarias más diseminadas en el medio rural con climas tropicales de Latinoamérica (Urdaneta, 2009).

A pesar de que la línea noroeste de la República Dominicana presenta condiciones favorables para la ganadería, existen zonas dentro de ella donde se presentan periódicamente sequías extremas, que en ocasiones han superado los 12 meses, dando como resultado la muerte de cientos de cabezas de ganado, pérdida de producción y medios de vida de las familias de estas comunidades (Tejada, 2021). Las condiciones agroclimáticas predominantes, indican que esta es una zona característica de bosque seco subtropical, con precipitación media anual de 654 mm,

días de lluvia por año de 54.8, evaporación anual de 1 858 mm, temperatura media anual de 27.2 °C, humedad relativa de 77%, suelo areno-limoso, con pH neutro-ligeramente alcalino (FAO, 2018).

De esta línea noroeste, la provincia Santiago Rodríguez puede servir como un modelo de la problemática productiva y su solución. En ese sentido, la actividad ganadera sirve de sustento económico a miles de familias, representando cerca del 70% de la economía de la provincia, generando cerca de 120 millones de pesos dominicanos en el sector lechero mensualmente, sin valorar la producción de carne; pero a la vez ostenta importantes limitantes para dar respuesta a los efectos negativos de la sequía, tales como: sistemas de producción tradicionales con bajo nivel tecnológico, escasa programación de la alimentación del ganado, escaso uso de especies forrajeras con potencial para zona seca, poco uso de técnicas de conservación de forrajes, falta de sistemas eficientes para conservación y manejo de agua, entre otras (FAO, 2018). Esta provincia está conformada por tres municipios: San Ignacio de Sabaneta, Monción y Villa Los Almácigos. Por estas razones, puede fungir como un modelo a escala de la problemática productiva de la ganadería de doble propósito a nivel nacional (Tejada, 2021). Esta problemática productiva provoca el temor que la ganadería de doble propósito de República Dominicana no sea sostenible.

Este estudio contribuye a la medición de la sostenibilidad de la ganadería de doble propósito de la provincia Santiago Rodríguez, de República Dominicana, a través de la aplicación de indicadores productivos, sociales, ambientales y de gobernanza, como un modelo para conocer el grado y tendencia de la sostenibilidad de los sistemas productivos de leche y carne de bovinos en el país, que orienten esfuerzos para desarrollar acciones que permitan superar los problemas de productividad que amenazan el sistema.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de la zona de estudio

Esta investigación se realizó de noviembre de 2024 a febrero de 2025, en fincas ganaderas de doble propósito ubicadas en la provincia de Santiago Rodríguez de República Dominicana, en los municipios de Monción, Sabaneta y Villa Los Almácigos, donde DIGEGA (2024) reporta estadísticas de productores de doble propósito en esos municipios. A través de recorridos guiados, se escogieron las fincas productivas

del análisis del tamaño muestral, del recorrido, y del diseño no experimental planteado en este estudio.

Metodología

Tamaño muestral

Se utilizó la fórmula propuesta por Fisher et al. (1941), para poblaciones finitas, a un nivel de confianza del 95 % (Ecuación 1):

$$n = \frac{p(1-p)}{\left(\frac{E}{Z}\right)^2 + \frac{p(1-p)}{N}} \quad (1)$$

Dónde: N = población (60 ganaderos); Z = 1.96 (α = 0.05); P = frecuencia esperada del parámetro (0.5); E = error que se prevé cometer (0.05 = 5%).

Las 12 fincas ganaderas de doble propósito fueron estratégicamente ubicadas en la provincia de Santiago Rodríguez de República Dominicana (Figura 1A) durante los recorridos. Para tener una distribución homogénea, en cada municipio se analizaron cuatro sistemas productivos previamente notificados como de doble propósito: Monción = 4, Sabaneta = 4 y Villa Los Almácigos = 4 (Figura 1B).

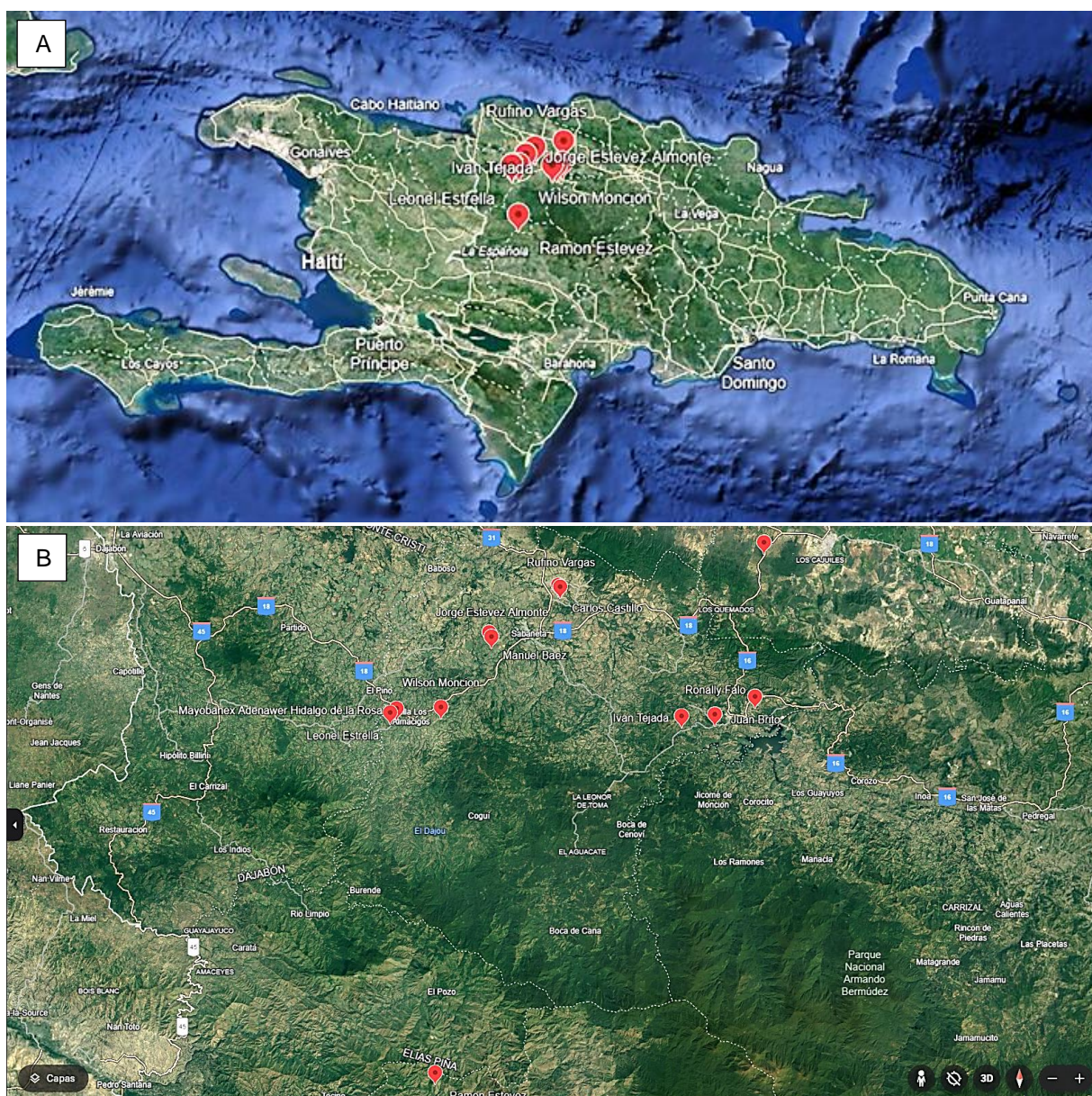


Figura 1. Ubicación de las 12 fincas sobre el mapa de La Española (Screenshots de Google Earth, 2025). Es posible apreciar el borde limítrofe entre República Dominicana y Haití, y la proximidad de las fincas entre los países (A). Ubicación de las fincas con vista de 95 km sobre el suelo (B). Es posible apreciar que las fincas se distribuyen entre los municipios señalados, y a lo largo de las rutas vehiculares primarias y algunas secundarias. La muestra de 12 fincas ganaderas de doble se distribuye en un gradiente de los 124 a los 410 m s.n.m., y de los 19° 06' N a los 71° 27' W (Tabla 1).

Tabla 1. Ubicación de las 12 fincas con ganadería de doble propósito abordadas en el estudio.

Municipio	Nombre productor /Encargado	Sección	Paraje	Coordenadas latitud	Coordenadas longitud	Altitud m s.n.m.
Villa Los Almácigos	Digno Percio Gómez Reyes	El Fundo	El Fundo	19° 24' 18"	71° 25' 00"	260
	Elmer Jimenez	La Lana	La Lana	19° 24' 21"	71° 27' 21"	230
	Felix Gil	La Lana	La Lana	19° 24' 09"	71° 27' 42"	230
	Nelson Peña (Difu)	El Caimital	El Caimital	19° 06' 24"	71° 25' 19"	220
Sabaneta	Sócrates Tejada	Los Posos	Los Posos	19° 27' 57"	71° 22' 20"	140
	Pedro Caba	Los Posos	Cercadillo	19° 28' 9"	71° 22' 28"	124
	Marcos Jhovany Jiménez	Zamba	Zamba	19° 30' 25"	71° 18' 42"	178
	Alexis David	Zamba	Zamba	19° 30' 30"	71° 18' 49"	131
Monción	Huáscar Fernández	Mamoncito	Monción	19° 24' 56"	71° 08' 26"	365
	Huáscar Fernández	Mamoncito	Monción	19° 32' 38"	71° 07' 55"	366
	Andres Ten Fernandez	Dunan	Dunan	19° 24' 3"	71° 10' 34"	379
	Anibal Carrasco (Wilfrido)	Mazeta abajo	Monción	19° 23' 58"	71° 12' 20"	410

Determinación de los indicadores de sostenibilidad en las dimensiones productiva, ambiental, social y de gobernanza

Identificación de la herramienta de evaluación

Se realizó una revisión de documentos en revistas indexadas internacionalmente que tienen influencia en la República Dominicana, utilizando bases de datos como Web of Science, Scimago, SciELO, Latindex, CABI, Pubindex y DOAJ, empleando una búsqueda con operadores booleanos (Pulido-Blanco, 2020). Para construir esta búsqueda, se utilizaron combinaciones simples de términos en inglés, como [(sustainability) AND (measurement) AND [(livestock) OR (agriculture)]]. Se priorizaron los registros que aparecían en las primeras diez posiciones, y se analizó con mayor atención la frecuencia con la que se mencionaban las herramientas en los resúmenes y las secciones de metodología de los documentos.

Identificación de los indicadores de sostenibilidad

Luego de escoger la herramienta de medición, se llevaron a cabo dos etapas de filtrado de los indicadores:

a) primera selección de indicadores basada en la herramienta de evaluación de sostenibilidad en

sistemas de producción pecuaria: se eligieron inicialmente 41 indicadores de la herramienta SAFA, distribuidos en 10 sociales, 8 de gobernanza y 23 ambientales, además de 19 indicadores técnico-económicos relacionados con aspectos productivos, sumando un total de 60 indicadores preseleccionados. Posteriormente, se reevaluaron seis de estos indicadores (como producción y calidad de forraje, capacidad de carga, productividad de carne y leche, manejo de praderas, ingresos, costos, jornales, rentabilidad, transporte y acceso a financiamiento), lo que permitió reducir la lista final a 54 indicadores.

b) Selección final: mediante el método de consulta a expertos (Herrera-Masó et al., 2022), se eligieron de manera participativa los indicadores más relevantes para evaluar el estado de sostenibilidad de la ganadería de doble propósito en Santiago Rodríguez, República Dominicana: a partir de los 54 indicadores preseleccionados, se seleccionaron y elaboraron 34 indicadores. Con estos indicadores, utilizando de nuevo el método de consulta a expertos, se definió el rango y la cantidad de niveles en la escala de sostenibilidad para cada uno de los indicadores en las diferentes dimensiones a evaluar: cinco niveles, donde uno representa la peor situación de sostenibilidad, dos indica sostenibilidad baja, tres sostenibilidad media, cuatro sostenibilidad alta y cinco la situación ideal (Tabla 2).

Tabla 2. Indicadores de sostenibilidad adaptados de SAFA, con la propuesta de las escalas de medición determinadas en este estudio.

Dimensión	Nombre del indicador ajustado	Descripción	Escala para la recolección de datos	Escala de valoración
Social	1. Nivel salarial	Ingreso promedio anual familiar que incluye el ingreso de las diferentes actividades económicas en las que participa el hogar	Unidad familiar	1. El ingreso promedio anual familiar es menor o igual a 150 000 DOP 2. El ingreso promedio anual familiar es mayor a 150 000 y menor a 250 000 DOP 3. El ingreso promedio anual familiar es mayor a 250 000 y menor a 400 000 DOP 4. El ingreso promedio anual familiar es mayor a 400 000 y menor a 600 000 DOP 5. El ingreso promedio anual familiar es mayor a 600 000 DOP
	2. Desarrollo de capacidades y extensionismo	Acceso a información, capacitaciones y extensionismo en torno a la sostenibilidad de los medios de vida	Unidad familiar	1. Ninguna (0) capacitación anual 2. Entre 1 y 2 anuales 3. Entre 3 y 4 anuales 4. Más de 4 anuales 5. Capacitación continua
	3. Precios justos	Acceso a mercados con precios justos, estables, negociados y basados en los costos reales	Hato	1. El productor considera que no recibe el precio justo (por debajo de 20 DOP/litro de leche - menor a 90 DOP de kilo de carne en pie) 2. El productor considera que no recibe el precio justo (entre 20 y 24 DOP/litro de leche - mayor a 90 y menor a 100 DOP de kilo de carne en pie) 3. El productor considera que a veces recibe el precio justo (entre 25 y 29 DOP/litro de leche - entre 100 y 120 DOP de kilo de carne en pie) 4. El productor considera que frecuentemente recibe el precio justo (entre 30 y 34 DOP/litro de leche - mayor a 120 y menor a 135 DOP de kilo de carne en pie) 5. El productor considera que si recibe el precio justo (por encima de 35 DOP/litro de leche - mayor a 135 DOP de kilo de carne en pie)
	4. Inclusión familiar	Nivel de inclusión de mujeres y jóvenes. Equidad en contratación, remuneración, oportunidades, entre otros	Todo el sistema productivo ganadero	1. No hay participación de mujeres y jóvenes en el sistema 2. Si hay participación de mujeres o jóvenes, pero ellos perciben que es inequitativa 3. Si hay participación de mujeres o jóvenes, pero su participación es limitada 4. Tanto mujeres, como jóvenes del núcleo participan activamente en el sistema 5. Tanto mujeres como jóvenes participan y toman decisiones en relación al sistema
	5. Valores culturales*	Reconocimiento de los diversos valores del territorio asociados a la presencia de bosque, servicios hídricos y valores culturales	Unidad familiar	1. No se reconoce ningún servicio ecosistémico 2. Se reconocen menos de 5 servicios ecosistémicos 3. Se reconocen entre 6 y 9 servicios ecosistémicos 4. Se reconocen entre 10 y 12 servicios ecosistémicos 5. Se reconocen los 13 servicios ecosistémicos
Gobernanza	6. Actores materiales involucrados	El productor reconoce los diferentes actores que hacen parte del sistema productivo pecuario y trabaja en red con algunos de ellos	Unidad familiar	1. No puede identificar los actores con los que interactúa la unidad familiar en el marco del sistema productivo 2. Puede identificar los actores con los que interactúa la unidad familiar en el marco del sistema productivo, pero no describir las interacciones 3. Puede identificar los actores con los que interactúa la unidad familiar en el marco del sistema productivo, describir algunas de las interacciones 4. Puede identificar los actores con los que interactúa la unidad familiar en el marco del sistema productivo, y describir varias de las interacciones 5. Puede identificar los actores con los que interactúa la unidad familiar en el marco del sistema productivo y describir claramente las interacciones acaecidas
	7. Participación e interacción del sistema ganadero	En el sistema ganadero todos los miembros están informados, participan en la toma de decisiones críticas y sus aportes son debidamente considerados	Todo el sistema ganadero	1. Menos del 10% de los miembros participan de las reuniones de socialización 2. Entre el 11 y el 25% de los miembros participan de las reuniones de socialización 3. Entre el 26 y el 50% de los miembros participan de las reuniones de socialización 4. Entre el 51 y el 75% de los miembros participan de las reuniones de socialización 5. Entre el 76 y el 100% de los miembros participan de las reuniones de socialización
	8. Conflictos socioambientales	El productor reconoce los conflictos socioambientales presentes en el territorio y está interesado en aportar a su resolución	Ganadero	1. No reconoce los conflictos socioambientales en el territorio ni tiene interés en conocerlos para su resolución 2. Reconoce los conflictos socioambientales en el territorio, y no tiene interés en su resolución (es indiferente) 3. Reconoce los conflictos socioambientales en el territorio, tiene algún interés en su resolución (algunos le importan) 4. Reconoce los conflictos socioambientales en el territorio, y tiene interés en su resolución 5. Reconoce los conflictos socioambientales en el territorio, tiene interés y participa en su resolución

	9. Conocimiento de la norma ambiental**	El productor conoce y cumple la normatividad ambiental	Ganadero	1. No reconoce ni cumple leyes ni normativa ambiental 2. Reconoce leyes y normativa ambiental, aunque no la cumple 3. No reconoce leyes y normativa ambiental, aunque en la práctica cumple algunas leyes o normas 4. Reconoce leyes y normativa ambiental, y cumple algunas leyes o normas 5. Reconoce y cumple leyes y normativa ambiental
Ambiental	10. Prácticas de prevención de la contaminación del aire	Actividades y prácticas que evitan el aumento de contaminantes del aire como: concentración de dióxido de azufre, óxidos nitrosos, compuestos orgánicos volátiles, y otros	Todo el sistema ganadero	1. No cumple con ninguna práctica 2. Cumple hasta con 4 prácticas (36%) 3. Cumple hasta con 8 prácticas (72%) 4. Cumple hasta con 10 prácticas (91%) 5. Cumple con todas las prácticas
	11. Prácticas de conservación del agua	Prácticas de conservación de agua (balance hídrico como criterio para el riego) que mejoran la eficiencia o reducen la cantidad de agua dulce empleada en la producción de leche	Todo el sistema ganadero	1. No cumple con ninguna práctica 2. Cumple hasta con 4 prácticas (36%) 3. Cumple hasta con 8 prácticas (72%) 4. Cumple hasta con 10 prácticas (91%) 5. Cumple con todas las prácticas
	12. Prácticas de ganadería sostenible en suelo	Número de prácticas de ganadería sostenible para suelos realizadas por el ganadero	Todo el sistema ganadero	1. No cumple con ninguna práctica 2. Cumple hasta con 3 prácticas (30%) 3. Cumple hasta con 6 prácticas (60%) 4. Cumple hasta con 9 prácticas (90%) 5. Cumple con todas las prácticas
	13. Calidad de las aguas residuales	Altas concentraciones de contaminantes malogran la calidad del agua Analizar DBO, DQO Coliformes totales	Todo el sistema ganadero	1. Excede todos los niveles de contaminantes permitidos: coliformes muy por encima de la norma, DBO y DQO altísimos 2. DBO y DQO altos, coliformes altos 3. DBO y DQO medios, coliformes medios: cerca de la norma 4. Presenta coliformes totales bajos 5. No excede los niveles de contaminantes del agua permitidos (agua limpia, sin metales pesados, sin coliformes)
	14. Calidad físico-química y biológica del suelo		Todo el sistema ganadero	1. Muy baja calidad: Ninguna características físicas, químicas y biológicas del suelo son adecuadas (todas por debajo del valor límite) 2. Baja calidad: las características físicas, químicas y biológicas del suelo no son adecuadas (ligeramente por debajo o por encima del límite) 3. Moderada calidad: cumple con algunas características físicas, químicas y biológicas del suelo (valores sobre el límite) 4. Alta calidad: la mayoría de las características físicas, químicas y biológicas del suelo son adecuadas (valores sobre el límite) 5. Muy alta calidad: la mayoría de las características físicas, químicas y biológicas del suelo son óptimas (valores sobre el límite) (todas por encima del valor límite)
	15. Diversidad de especies silvestres	Identificación de especies silvestres asociadas al sistema ganadero	Todo el sistema ganadero	1. Identifica menos del 10% de las especies 2. Identifica entre 10 y 30% 3. Identifica entre 31 y 60% 4. Identifica entre 61 y 80% 5. Identifica entre 81 y el 100% de las especies
	16. Razas adaptadas localmente	Proporción de razas adaptadas localmente	Hato	1. Sólo una raza de ganado de doble propósito empleada, la cual no está adaptada localmente 2. Sólo una raza de ganado de doble propósito empleada, la cual es una raza adaptada localmente 3. Dos razas de ganado de doble propósito empleadas, la cuales son razas adaptada localmente 4. Tres razas de ganado de doble propósito empleadas, la cuales son razas adaptada localmente 5. Más de tres razas de ganado de doble propósito empleadas, la cuales son razas adaptada localmente
	17. Manejo de envases plásticos	Prácticas de buena disposición de empaques y residuos de plaguicidas empleados en la producción de leche y carne	Todo el sistema ganadero	1. No realiza una disposición final de los residuos plásticos y otros materiales (los bota en los lotes) 2. Incinera, entierra o traslada de su finca los empaques, envases y residuos plásticos y otros materiales 3. Dispone por recolección de basura doméstico sin segmentar (todo en la misma basura) 4. Dispone por recolección de basura doméstico-segmentada (reciclaje) 5. Dispone de recolección de empaques, envases y residuos plásticos y de otros materiales
	18. Buenas prácticas de reducción de residuos	Buenas prácticas realizadas por el productor para reducir los residuos sólidos de la finca durante la actividad ganadera	Praderas	1. No usa ninguna de las prácticas 2. Recoge los residuos, amontona, pero no los utiliza 3. Recoge, amontona y utiliza directamente los residuos, sin tratar (fertilización, alimento, relleno, venta, entierro) 4. Recoge, amontona y trata los residuos, pero no los utiliza (fertilización, alimento, relleno, venta, entierro) 5. Recoge, amontona, trata o transforma, y utiliza los residuos (fertilización, alimento, relleno, venta)

	19. Bienestar animal	Funcionamiento biológico (salud, producción), la naturalidad de su vida (comportamiento normal, ambiente natural) y el estado afectivo (dolor, sufrimiento) adecuados	Hato	<p>1. Animales sin bienestar (Que no tiene ninguno de los cinco principios de bienestar animal) (libre de hambre, libre de miedos y angustia, libre de incomodidades físicas o térmicas, libre de dolor, lesiones o enfermedades y libre para poder expresar las conductas y pautas de comportamiento propias de su especie)</p> <p>2. Animales con poco bienestar (que cumplen con al menos un principio de bienestar animal)</p> <p>3. Animales con moderado bienestar (que cumplen con al menos dos o tres principios de bienestar animal)</p> <p>4. Animales con alto bienestar (que cumplen con al menos tres o cuatro principios de bienestar animal)</p> <p>5. Animales con muy alto bienestar, animales con bienestar (que cumple con los cinco principios de bienestar animal)</p>
Productivos	20. Producción de forraje	kg/ha biomasa producida	Praderas	<p>Escala para pastura natural:</p> <p>1. Se producen 1000 kg/ha año materia seca</p> <p>2. Se producen 2000 kg/ha año materia seca</p> <p>3. Se producen 3000 kg/ha año materia seca</p> <p>4. Se producen 4000 kg/ha año materia seca</p> <p>5. Se producen 5000 kg/ha año materia seca</p> <p>Escala para pastura mejorada:</p> <p>1. Se producen menos de 5000 kg/ha año materia seca</p> <p>2. Se producen por encima de 5000 a 10000 kg/ha año materia seca</p> <p>3. Se producen por encima de 10000 a 15000 kg/ha año materia seca</p> <p>4. Se producen por encima de 15000 a 20000 kg/ha año materia seca</p> <p>5. Se producen más de 20000 kg/ha año materia seca</p>
	21. Calidad de forraje	Contenido nutricional del forraje	Praderas	<p>1. PB por debajo del 8%, FAD por encima del 45%, FND por encima del 65%, MS por debajo del 53%, y contenido de nutrientes muy bajo</p> <p>2. PB entre el 8% y el 10%, FAD entre el 43 y 45%, FND entre el 61 al 65%, MS entre el 53 y 55%, y contenido de nutrientes bajo</p> <p>3. PB entre el 11% y el 13%, FAD entre el 41 y 42%, FND entre el 54 al 60%, MS entre el 56 y 57%, y contenido de nutrientes moderado</p> <p>4. PB entre el 14% y el 16%, FAD entre el 36 y 40%, FND entre el 47 al 53%, MS entre el 58 y 61%, y contenido de nutrientes alto</p> <p>5. PB mayor al 17%, FAD menor al 35%, FND menor al 46%, MS mayor al 61%, y contenido de nutrientes muy alto</p>
	22. Capacidad de carga	Número de animales/ha	Hato	<p>Escala para pastura natural:</p> <p>1. Menos de un animal por ha</p> <p>2. Entre y dos animales por ha</p> <p>3. Entre 2 y 3 animales por ha</p> <p>4. Entre 3 y 4 animales por ha</p> <p>5. Más de cuatro animales por ha</p> <p>Escala para pastura mejorada:</p> <p>1. Menos de cinco animales por ha</p> <p>2. Entre 5 y 7 animales por ha</p> <p>3. Entre 8 y 10 animales por ha</p> <p>4. Entre 11 y 12 animales por ha</p> <p>5. Más de 12 animales por ha</p>
	23. Productividad-carne	kg producto/animal/día kg producto/ha Coeficiente de variación	Individuo Hato	<p>1. Machos de 200 kg; Hembras de descarte de 300 Kg</p> <p>2. Machos de 250 kg; Hembras de descarte de 350 Kg</p> <p>3. Machos de 300 kg; Hembras de descarte de 400 Kg</p> <p>4. Machos de 350 kg; Hembras de descarte de 450 Kg</p> <p>5. Machos de 400 kg; Hembras de descarte de 500 Kg</p>
	24. Productividad-leche	Litros leche/animal/día Litros leche/ha Coeficiente de variación	Individuo Hato	<p>1. Producción tecnificada, estación lluviosa: 18 L; sequía: 12 L. Producción con baja tecnología: lluviosa: 3 L; sequía: 1 L.</p> <p>2. Producción tecnificada, estación lluviosa: 20 L; sequía: 13-14 L. Producción con baja tecnología: lluviosa: 4 L; sequía: 2 L.</p> <p>3. Producción tecnificada, estación lluviosa: 23 L; sequía: 15 L. Producción con baja tecnología: lluviosa: 5 L; sequía: 3 L.</p> <p>4. Producción tecnificada, estación lluviosa: 24 L; sequía: 16 L. Producción con baja tecnología: lluviosa: 6 L; sequía: 4 L.</p> <p>5. Producción tecnificada, estación lluviosa: 25 L o más; sequía: 17 L o más. Producción con baja tecnología: lluviosa: 7 L o más; sequía: 5 L o más.</p>
	25. Rotación de praderas, días de ocupación y descanso	Rotación de praderas, días de ocupación y descanso	Finca	<p>1. Pastoreo de 3 días por época: Seca: 40-41 días entre pastoreo; lluviosa: 20-21 días entre pastoreo.</p> <p>2. Pastoreo de 3 días por época: Seca: 42-43 días entre pastoreo; lluviosa: 22-23 días entre pastoreo.</p> <p>3. Pastoreo de 3 días por época: Seca: 44 días entre pastoreo; lluviosa: 24 días entre pastoreo.</p> <p>4. Pastoreo de 3 días por época: Seca: 45 días entre pastoreo; lluviosa: 25 días entre pastoreo.</p> <p>5. Pastoreo de 3 días por época: Seca: más de 45 días entre pastoreo; lluviosa: más de 25 días entre pastoreo.</p>

26. Ingresos-carne	Valor (\$) carne – valor (\$) costos Valor (\$) carne/ha Ingresos neto carne/ha/año	Finca	1. Menor a 90 DOP de kilo de carne en pie. 2. 100 DOP de kilo de carne en pie. 3. 120 DOP de kilo de carne en pie. 4. 135 DOP de kilo de carne en pie. 5. Mayor a 135 DOP de kilo de carne en pie.
27. Ingresos-leche	Valor (\$) leche – valor (\$) costos Valor (\$) leche/ha Ingresos neto leche/ha/año	Finca	1. Por debajo de 20 DOP/litro de leche. 2. Entre 20 y 24 DOP/litro de leche. 3. Entre 25 y 29 DOP/litro de leche. 4. Entre 30 y 34 DOP/litro de leche. 5. Por encima de 35 DOP/litro de leche.
28. Costos	Costo de producción de materia seca (kg)	Finca	1. Costo de producción de un kilogramo de materia seca, con bajo valor nutricional, es menor de 2 DOP; y un precio de venta de 10 DOP. Costo de producción de un kilogramo de materia seca, con alto valor nutricional, es menor de 4 DOP; y un precio de venta es de 16 DOP. 2. Costo de producción de un kilogramo de materia seca, con bajo valor nutricional, es de 2 DOP; y un precio de venta de 10 DOP. Costo de producción de un kilogramo de materia seca, con alto valor nutricional, es hasta 5 DOP; y un precio de venta es de 18 DOP. 3. Costo de producción de un kilogramo de materia seca, con bajo valor nutricional, es menor de 3 DOP; y un precio de venta de 10 DOP. Costo de producción de un kilogramo de materia seca, con alto valor nutricional, es hasta 6 DOP; y un precio de venta es de 20 DOP. 4. Costo de producción de un kilogramo de materia seca, con bajo valor nutricional, es igual o menor de 4 DOP; y un precio de venta de 10 DOP. Costo de producción de un kilogramo de materia seca, con alto valor nutricional, es hasta 7 DOP; y un precio de venta es de 22 DOP. 5. Costo de producción de un kilogramo de materia seca, con bajo valor nutricional, es mayor de 4 DOP; y un precio de venta de 10 DOP. Costo de producción de un kilogramo de materia seca, con alto valor nutricional, es hasta o superior a 8 DOP; y un precio de venta es de 24 DOP.
29. Valor del jornal	Costo de un jornal de 8 horas en DOP Costo de una actividad puntual en DOP	Finca	1. El costo de un jornal de 8 horas es de 1000 DOP o más 2. El costo de un jornal de 8 horas es de 900 DOP 3. El costo de un jornal de 8 horas es de 800 DOP 4. El costo de un jornal de 8 horas es de 700 DOP 5. El costo de un jornal de 8 horas es menos de 700 DOP
30. Número de jornales	Para producir carne (al año por el total de carne producida); para producir leche (diario por volumen producido)	Finca	1. Más de cuatro jornales y ninguna mano de obra familiar 2. Cuatro jornales y ninguna mano de obra familiar 3. Tres jornales y un jornal de mano de obra familiar 4. Dos jornales y dos jornales de mano de obra familiar 5. Un jornal y tres jornales de mano de obra familiar
31. Rentabilidad (carne y leche)	B/C	Finca	1. Relación C/B entre 0.1 y 0.5 2. Relación C/B entre 0.6 y menor que 1 3. Relación C/B igual a 1 4. Relación C/B mayor que 1 y menor que 1.5 5. Relación mayor que 1.5
32. Acceso a financiamiento	Líneas de financiamiento disponibles	Finca	1. No tiene acceso a financiamiento 2. Tiene acceso a una fuente de financiamiento pública o privada sin incentivos por la actividad ganadera (como cualquier crédito) 3. Tiene acceso a una fuente de financiamiento pública o privada con incentivos por la actividad ganadera (crédito verde o diferencial) 4. Tiene acceso a dos fuentes de financiamiento pública o privada con incentivos por la actividad ganadera (crédito verde o diferencial) 5. Tiene acceso a más de dos fuentes de financiamiento pública o privada con incentivos por la actividad ganadera (crédito verde o diferencial)
33. Calidad de leche	Contenido nutricional y organoléptico de la leche, por la cual es jerarquizada en una escala de calidad	Finca	1. Con residuos, sedimentos, sabor desagradable, color crema, olor fétido, contenido de bacterias alto (recuento), con presencia de sustancias químicas (antibióticos, detergentes), y composición química anormal según la tabla FAO 2. Con residuos, sedimentos, insípida, color crema claro, inolora, contenido de bacterias bajo (recuento), con trazas de sustancias químicas (antibióticos, detergentes), y composición química normal según la tabla FAO 3. Con pocos residuos, sedimentos, sabor, color, y olor normal, contenido de bacterias (recuento), sin presencia de sustancias químicas (antibióticos, detergentes), y composición química anormal según la tabla FAO 4. Sin residuos, ni sedimentos, buen sabor, color blanco, olor agradable, bajo contenido de bacterias, sin presencia de sustancias químicas (antibióticos, detergentes), y excelente composición química según la tabla FAO 5. Sin residuos, ni sedimentos, buen sabor, color blanco, olor agradable, muy bajo contenido de bacterias, sin presencia de sustancias químicas (antibióticos, detergentes), y excelente composición química según la tabla FAO
34. Frecuencia promedio de preñez	Cantidad promedio de veces que las vacas del hato quedan preñadas en cinco años	Hato	1. En promedio las vacas quedan preñadas una vez cada cinco años 2. En promedio las vacas quedan preñadas dos veces cada cinco años 3. En promedio las vacas quedan preñadas tres veces cada cinco años 4. En promedio las vacas quedan preñadas cuatro veces cada cinco años 5. En promedio las vacas quedan preñadas cinco veces cada cinco años

* 1. Ofrece agua para uso doméstico y cultivos; 2. Ofrece agua para recreación; 3. Ofrece alimento silvestre (frutos, captura de animales); 4. Ofrece aire limpio – Oxígeno; 5. Es importante para la regulación del agua: ayuda a controlar inundaciones, permite la retención de agua, favorece

la disponibilidad permanente de agua; 7. Es importante para regular el clima, temperatura y humedad en el ambiente favorables para el sistema doble propósito; 8. Ofrece un hermoso paisaje; 9. Ofrece espacios para recreación y turismo; 10. Es un espacio para la investigación y trabajo de estudiantes; 11. Es un símbolo de identidad cultural; 12. Es un recurso que ha unido a la comunidad; y 13. Es un espacio que fortalece la salud mental, física y espiritual. **: Ley 64 00-2000, Ley de ordenamiento territorial, Ley de plaguicidas 311 y Normativa de alimentos (leche y carne).

Determinación del nivel de sostenibilidad

Con la batería de los indicadores seleccionados y sus escalas, y con la encuesta semiestructurada (preguntas abiertas y cerradas), a productores de fincas ganaderas de los municipios de Monción, Sabaneta y Villa Los Almácigos, provincia Santiago Rodríguez de la República Dominicana, se estableció el valor hallado en la escala determinada para cada indicador de cada dimensión, así como la sostenibilidad general, propósito de este estudio.

Indicadores de muestreo directo: suelo, forraje y agua, con análisis en laboratorio

Se realizó un muestreo superficial de suelos en 12 fincas seleccionadas, a una profundidad de 0 a 30 cm, dependiendo de la capa superficial del suelo. El muestreo se llevó a cabo caminando en zigzag por toda la finca. Para cada finca, se recolectaron ocho submuestras representativas, que posteriormente se mezclaron en una sola muestra para el análisis químico del suelo.

Para la recolección de las muestras, se limpió la superficie del suelo eliminando restos de rastros, malezas y otras impurezas. Luego, se introdujo un barreno hasta la profundidad de 0 a 30 cm. Las submuestras se colocaron en recipientes adecuados para su mezcla y, posteriormente, se empacaron en bolsas de polietileno identificadas previamente para su envío al laboratorio, siguiendo las indicaciones de Núñez et al. (2011). Cada muestra representativa de suelo estuvo compuesta por ocho submuestras, con un peso aproximado de entre 0.5 y 1 kg. A estas muestras se les determinaron tanto características físicas (como textura) como químicas.

El análisis químico se realizó siguiendo la metodología de Page (1982). Las muestras se secaron a temperatura ambiente antes de los análisis. El pH se midió en extracto con una proporción de 1:2 suelo-agua mediante potenciometría. La materia orgánica (MO) se cuantificó usando el método de Walkey y Black, mediante oxidación con dicromato de potasio. La conductividad eléctrica se determinó en relación 1:2 por conductimetría. El fósforo disponible, según Mehlich III, y las bases intercambiables, mediante extracción con NH_4OAC , se analizaron por absorción

atómica. Los micronutrientes hierro (Fe), cobre (Cu), manganeso (Mn) y zinc (Zn) se determinaron mediante digestión en ácido nítrico-perclórico y también por absorción atómica.

Se calculó la capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE) sumando las bases intercambiables. Además, se determinaron las relaciones Ca/Mg, Mg/K, Ca+Mg/K, así como los porcentajes de saturación de calcio (PSCa), magnesio (PSMg), potasio (PSK) y sodio (PSNa). Todos los análisis se realizaron siguiendo las Normas y Procedimientos del Laboratorio de Análisis de Suelo del CENTA-IDIAF (Núñez y Almonte, 2022).

Para el análisis del forraje, se tomó una muestra compuesta por ocho submuestras, que se secó en horno durante 24 horas a 70 °C. Posteriormente, se determinó el contenido de materia fresca y seca, así como el porcentaje de materia seca del material. También se analizaron los niveles de nitratos y proteína cruda.

Para el análisis de agua, se tomaron dos puntos de agua por municipio: entrada de agua a las fincas, representada por el agua de la llave del acueducto municipal de donde se surten todas las fincas por municipio, y salida de agua de las fincas, representada por los efluentes de agua del sistema ganadero. En cada punto se colectó un litro de agua en recipientes plásticos sin uso previo, rotulados y enviados al laboratorio UASD Engombe para análisis físico químico (pH, conductividad eléctrica, calcio, magnesio, potasio, sodio, la Relación de Absorción de Sodio (RAS), dureza y clasificación de agua por la metodología de Absorción Atómica sin digestión, potenciómetro y conductímetro) y al DGA Laboratorio Aduanas para el análisis de demanda biológica de oxígeno (DBO) por oximetría (UV-VIS), demanda química de oxígeno (DQO) por UV-VIS usando el equipo Hach 8000, coliformes totales por filtración de membrana y *Escherichia coli* por la técnica de fermentación de tubos múltiples (González-González y Chiroles, 2011).

Para el análisis de leche, se tomó información del estudio de calidad integral de la leche cruda de vacas de la región noroeste en la República Dominicana, de Arias et al. (2022), llevado a cabo en las centrales de acopio de la leche producida en los municipios de estudio. Se analizaron los resultados de grasa (%),

proteína (%), lactosa (%), sólidos totales (%), sólidos no grasos (%), acidez titulable (°Dornic), pH, células somáticas (Cs/ml), recuento total de microorganismos formadores de colonias (UFC mL⁻¹), recuento de coliformes, (UFC/mL), recuento de *E. coli* (UFC mL⁻¹), *Staphylococcus aureus* (% presencia/ausencia), *Listeria monocytogenes* (% presencia/ausencia), inhibidores: cloro (% presencia/ausencia), inhibidores: peróxido (% presencia/ausencia), inhibidores: antibióticos (% presencia/ausencia), brucelosis (% muestras positivas), y mastitis (% muestras positivas). Para determinar el valor de la escala para cada indicador de calidad la leche, se tomaron todos los parámetros medidos y se compararon con los límites permitidos y los valores en rangos validados como normales según Reyes y Cedeño (2008), Jurado-Gámez et al. (2020) y Arrieta et al. (2019), en ese sentido, similar metodología se aplicó para los indicadores de calidad de suelo, forraje y agua.

Indicadores de muestreo indirecto: encuesta a los productores o responsables de las fincas

La encuesta estuvo compuesta por 54 preguntas, de las cuales 30 fueron de opción cerrada y 24 abiertas. Además, incluía dos preguntas no visibles para el encuestado, relacionadas con el bienestar animal y el conocimiento del productor sobre las interacciones del sistema con actores externos, las cuales respondía el encuestador. La estructura de la encuesta se dividió en seis secciones principales:

I. Información básica: 10 preguntas sobre datos personales como nombre, cédula, edad, género, contacto, nombre del predio y coordenadas geográficas.

II. Dimensión social: 8 preguntas relacionadas con los ingresos, la participación del núcleo familiar y la percepción de precios justos.

III. Dimensión de gobernanza: 7 preguntas sobre los actores involucrados, las interacciones, posibles conflictos y el conocimiento de las normativas ambientales. Incluía una pregunta oculta sobre el entendimiento del productor respecto a las interacciones del sistema con actores externos.

IV. Dimensión ambiental: 7 preguntas que abordaban temas de contaminación, prácticas ambientales, razas de animales y disposición de residuos. También había una pregunta oculta relacionada con el bienestar animal.

V. Dimensión productiva: 22 preguntas que cubrían aspectos como las pasturas, productividad, saneamiento, rotación de potreros, venta o almacenamiento de forraje y aspectos de financiamiento.

VI. Otros aspectos: espacio destinado a que el encuestado, el encuestador o ambos puedan agregar observaciones adicionales.

Procesamiento y análisis de los datos

La información recopilada en campo se organizó en Microsoft Excel y se analizó mediante estadística descriptiva, incluyendo frecuencias simples y porcentajes, así como medidas de tendencia central como la media (promedio), moda y mediana. Además, se utilizó un gráfico de araña o radar, generado con la herramienta SAFA de la FAO (2014).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación de la herramienta de evaluación

La búsqueda identificó hasta 21 herramientas para medir la sostenibilidad, muchas de las cuales habían sido exploradas por Singh et al. (2009), incluyendo las 17 primeras, además de tres enfoques específicos para agroecosistemas. Entre estas herramientas se encuentran el Measure of Economic Welfare (MEW), Index of Social Progress (ISP), Physical Quality of Life Index (PQLI), Economic Aspects of Welfare (EAW), Sustainability Performance Index (SPI), Ecological Footprint, Material Input Per Service Unit (MIPS), Barómetro de Sostenibilidad, Environmental Pressure Indicators (EPI), Human Development Index (HDI), Índice para la Sostenibilidad Económica, Genuine Progress Indicator (GPI), Genuine Savings Indicator (GSI), Total Material Requirement, Eco-efficiency Indices, Compass of Sustainability, Environmental Sustainability Index (ESI), Índice de Sostenibilidad Ambiental (MESMUP), Marco para la Evaluación de Sistemas de Manejo de Recursos Naturales Incorporando Indicadores de Sostenibilidad (MESMIS) y el Marco Internacional para la Evaluación de la Sostenibilidad de los Sistemas Agrícolas y Alimentarios (SAFA).

Estas herramientas abarcan aspectos sociales, ambientales, económicos e institucionales en diferentes escalas espaciotemporales (Lagunas et al., 2017). Sin embargo, las primeras 17 herramientas son consideradas descartables porque abordan solo una o

dos dimensiones de la sostenibilidad, predominantemente la económica y en menor medida la social. Por ello, se compararon las últimas tres metodologías, optando por fusionar MESMIS, desarrollada por un consorcio de institutos mexicanos y franceses (Astier, 2018), debido a su evaluación cíclica de la sostenibilidad, que reconoce su carácter dinámico en el espacio y tiempo, y SAFA, de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2014).

Identificación de los indicadores de sostenibilidad

Para sistemas agrarios, se halló que normalmente se trabajan con entre 20 y 30 indicadores de SAFA: Rodríguez et al. (2022), en evaluaciones en cebolla larga en Colombia trabajaron con 25 indicadores, y Rodríguez et al. (2024), en reconversión productiva de un lago trabajaron con 26. Por esto, se decantaron los 54 indicadores preseleccionados hasta 34 indicadores para medición de la sostenibilidad en sistemas de doble propósito en Santiago Rodríguez (Figura 2).



Figura 2. Distribución de los 34 indicadores por dimensiones de la sostenibilidad que fueron finalmente seleccionados para medir la sostenibilidad de bovinos de doble propósito en la provincia de Santiago Rodríguez.

Indicadores sociales

Al comparar con otros estudios los indicadores sociales coinciden en el número y el elemento que indaga cada indicador: Hernández et al. (2006) investiga en esta dimensión el nivel de estudios, importancia de la actividad, tiempo en la actividad ganadera, total de cabezas, rentabilidad y mano de obra eventual contratada para valorar el grado de sostenibilidad social en sistemas con bovinos de doble propósito. Por su parte, Rodríguez et al. (2022) en Colombia consultaron la escolaridad, organización, área total de los predios, las principales actividades económicas, el ingreso promedio mensual y la seguridad alimentaria (especies de autoconsumo) del cultivo de cebolla larga en la cuenca de un lago. Como es patente, usaron una combinación de indicadores sociales con económicos. Para el 2024, este mismo equipo pasó de seis indicadores a cuatro, reforzando como adecuado el número de cinco indicadores de este estudio: desarrollo de capacidades y extensionismo, seguridad y salud en el trabajo, participación de los asociados en las asambleas,

capacidad organizativa (Rodríguez et al., 2024). Así, es frecuente que la dimensión social se integre a la económica o de gobernanza.

Indicadores de gobernanza

Rodríguez et al. (2024), coincide con cuatro indicadores de gobernanza, que termina por integrar a la dimensión social dado la baja cantidad de ambos indicadores, trabajándola como una sola dimensión. En los últimos años, la FAO (2014) y otras instituciones del agro y la seguridad alimentaria a nivel mundial, reconocen que el quehacer político, y las decisiones que en torno a él se toman, son tanto o incluso a veces más importantes que las mismas condiciones intrínsecas del agronegocio. No es solamente a nivel de comercio global, que no logra ser justo ni predecible, sino que escala desde las mismas bases del negocio: la familia (7 Participación e interacción del sistema ganadero), pasa por la asociatividad (6 Actores materiales involucrados), y llega hasta los intereses políticos de la producción (8 Conflictos socioambientales y 9 Conocimiento de la norma ambiental). Dado esto, SAFA acierta en poner a

disposición en su batería de 116 indicadores, una dimensión aparte de gobernanza, lo que la hace una herramienta tan atractiva.

Indicadores ambientales

Se constata que la dimensión ambiental suele ser la segunda que más indicadores aporta a las mediciones de la sostenibilidad en sistemas agropecuarios. Así mismo sucedió con los estudios de Hernández et al. (2006), Rodríguez et al. (2022), Rodríguez et al. (2024), Urdaneta de Galué y Materán (2006) (Figura 2). Lo anterior porque existe una mayor conciencia de la corresponsabilidad que tenemos todos los seres humanos con el cuidado y promoción del medio ambiente. Gracias a los movimientos sociales y políticos de mediados de los 90 y principios del 2000, el discurso de la conservación, de la no contaminación, y de la promoción y uso responsable de la biodiversidad ya no solo circula en ámbitos académicos especializados, sino que se ha hecho parte del argot popular. Por ello, ningún estudio de sostenibilidad puede prescindir de indicadores de esta dimensión, y más cuando se trata de una de las problemáticas más agudas de zonas como la provincia de Santiago Rodríguez: Tejada (2021) menciona para esta zona una disminución del hato y la calidad de vida de los ganaderos por las fuertes sequías exacerbadas por el cambio climático. Por otro lado, las preocupaciones ambientales incluyen el bienestar animal. Para este estudio fue medido bajo la metodología de los cinco principios del bienestar animal (AGROSAVIA, 2024) (Tabla 2), a través de una prudente observación del encuestador que anotaba según estos principios como avizoró el ganado.

Indicadores productivos

Las actividades agropecuarias existen para generar lucro, y con los dividendos, adquirir bienes y servicios para la mejora de la calidad de vida de los productores. Bajo ese entendido, el agronegocio impone que la mayor cantidad de indicadores para valorar sostenibilidad siempre sean los relacionados a los aspectos técnicos-productivos o económico-productivos (Hernández et al., 2006, Rodríguez et al., 2022, Rodríguez et al., 2024, Urdaneta de Galué y Materán, 2006). Dado que este estudio es ambicioso en la cantidad de indicadores que evaluó, esta dimensión así mismo tiene mayor número de indicadores que los reportados usualmente en la literatura: de ocho a doce, contra los quince que aquí se estudiaron. Respecto a ello, se coincide con

Hernández et al. (2006), Rodríguez et al. (2022), Rodríguez et al. (2024) y Urdaneta (2009) y Urdaneta de Galué y Materán (2006) en los indicadores de productividad leche y carne, precio litro de leche, precio kilogramo de carne, rentabilidad, ingresos, costos jornales, mano de obra, e insumos.

Determinación del nivel de sostenibilidad

Los indicadores aplicados a la ganadería de doble propósito de la provincia Santiago Rodríguez, República Dominicana, arrojaron que esta provincia para ese sistema productivo pecuario tiene una media de sostenibilidad y una moda de tres, es decir, una sostenibilidad apenas media. Son los indicadores de productividad, valor del jornal, precios de carne y leche, y costos apenas suficientes, lo que hace que el agronegocio subsista con lo justo. Es decir, está en un punto de inflexión donde admite mejora, pero también es muy vulnerable a eventos como el cambio climático con las sequías.

Dimensión social

Con un promedio de tres y una moda de dos, se determinó que en la dimensión social los sistemas ganaderos de bovino de doble propósito en Santiago Rodríguez fluctúan entre baja sostenibilidad social y media (Figura 3).

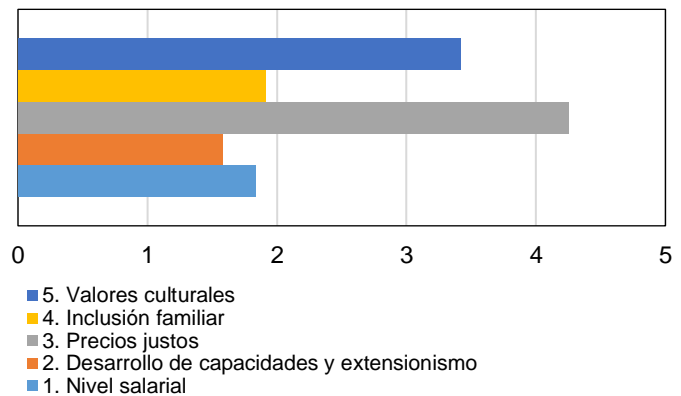


Figura 3. Sostenibilidad de la dimensión social de los sistemas ganaderos de bovino de doble propósito en Santiago Rodríguez.

Tres de cinco indicadores son bajos: nivel salarial, desarrollo de capacidades y extensionismo, e inclusión familiar. Los dos últimos indicadores mencionados, de corte social, muestran que en la provincia persisten valores conservadores donde las funciones dentro del sistema productivo están determinadas por el género de los miembros del hogar: las labores de liderazgo, y las actividades operativas en el campo son hechas por

hombres, en tanto que las actividades del hogar se dejan a las mujeres. Así, todos los productores encuestados, y a su vez todos los dueños del sistema, son varones que heredaron el negocio pecuario por línea paterna. Esta situación es un común denominador en sistema pecuarios latinoamericanos: en la literatura se encuentran registros como los de Torres et al. (2015), que en fincas de doble propósito enfocadas a la producción de leche en Ecuador halló la misma tendencia. Así mismo, Pérez-Torres et al. (2021) mencionan que existen una serie de valores patriarcales fuertemente afincados en la ruralidad que impidieron en décadas pasadas un cambio de paradigma respecto del rol de la mujer. Sobre esto, autores como León et al. (2006), reflexionan que si bien esa es la realidad en las unidades de producción ganadera americanas, es palpable un cambio de actitud de la ciudadanía en general, que incluye las personas del campo, que hacen prever que la mujer tendrá roles más protagónicos en los sistemas de producción pecuarios en los próximos años.

Con respecto al desarrollo de capacidades y extensionismo, entidades como AGROSAVIA (2024) sostienen que la falta de asistencia y acompañamiento técnico, a la par con la falta de capacitación continúa

de los productores, son los principales cuellos de botella que impiden el necesario cambio técnico de las unidades productivas del campo, cuya principal falencia es el atraso tecnológico. Hay una corresponsabilidad para que esto sea así: tanto de las autoridades que no tienen el suficiente músculo financiero y logístico para asegurar una cobertura que desencadene cambios, como de los productores apáticos con su propia actividad.

Sobre esto último, se explica porque el productor valora su negocio casi netamente en términos económicos. Se halló que, si bien el nivel salarial declarado por los productores es sosteniblemente bajo, la rentabilidad que actualmente se obtiene basta para mantener la actividad (Figuras 3 y 4). Esto se explica porque los productores reciben un pago adecuado por kilogramo de carne, apenas justo por litro de leche, con jornales de bajo costo (incluso por debajo de 700 DOP día, equivalentes a 11.24 USD), con asistencia de mano de obra familiar, y unos fuertes valores abocados al trabajo. No obstante, la realidad es que al igual que el resto de la línea ganadera Noroeste, los productores están a una calamidad ambiental, política o económica para que su negocio caiga; es decir, son altamente vulnerables.

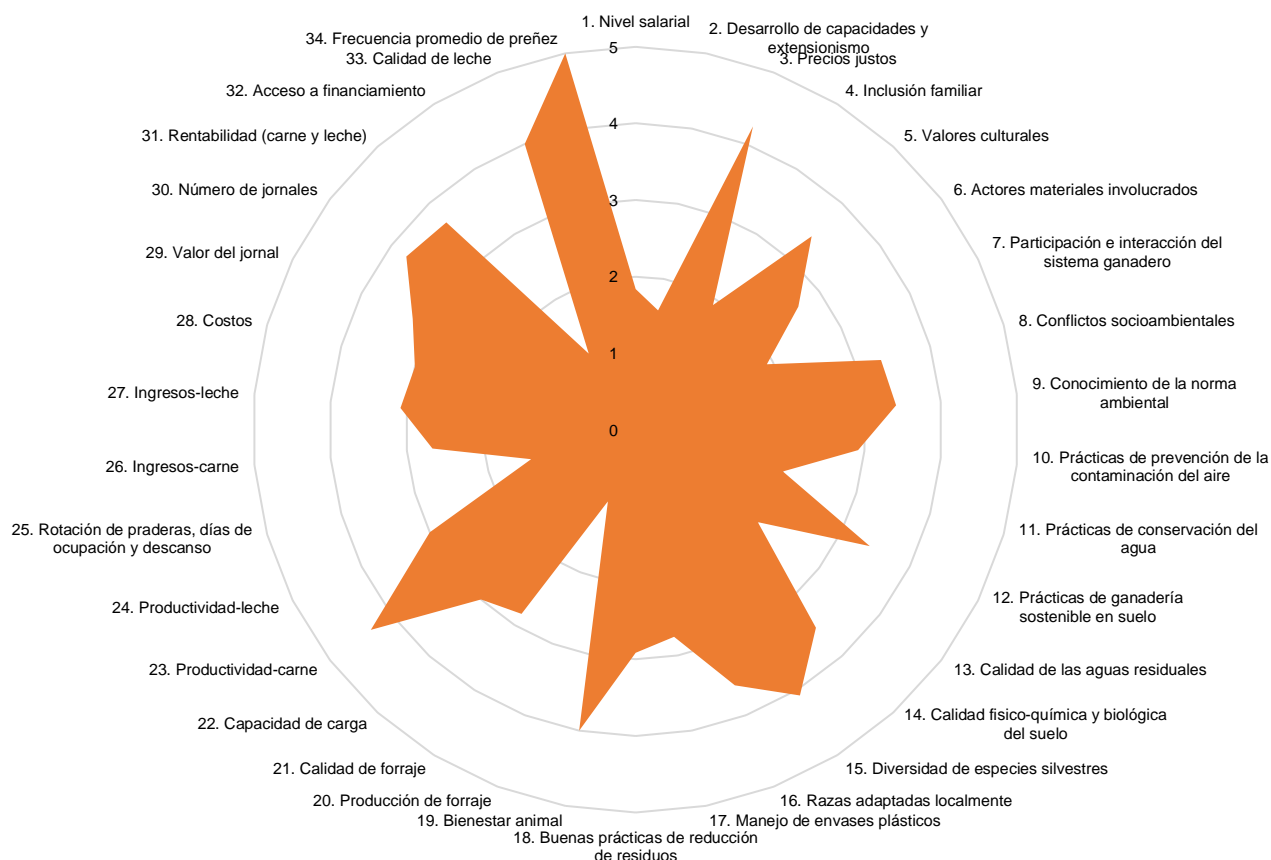


Figura 4. Sostenibilidad con indicadores aplicados a la ganadería de doble propósito de la provincia Santiago Rodríguez.

Dimensión gobernanza

Con moda y media de tres, se determinó que en la dimensión de gobernanza los sistemas ganaderos de bovino de doble propósito en Santiago Rodríguez tienen una sostenibilidad media (Figura 4 y 5), aunque ninguno tuvo alta sostenibilidad.

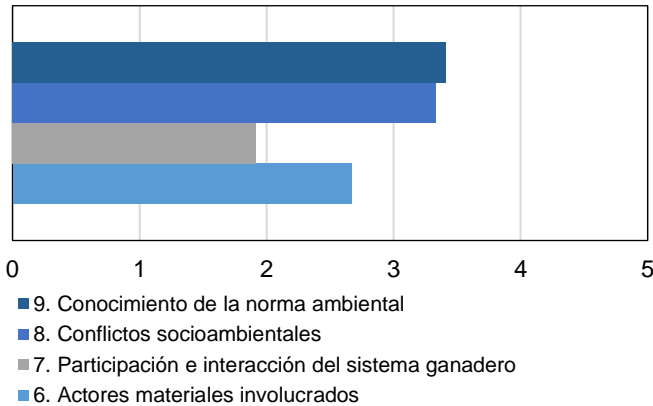


Figura 5. Sostenibilidad de la dimensión gobernanza de los sistemas ganaderos de bovino de doble propósito en Santiago Rodríguez.

Solo un indicador de esta dimensión presentó valores de sostenibilidad bajos: la participación e interacción del sistema ganadero. Este indicador refleja una realidad de la zona: los dueños de los sistemas productivos actúan como financiadores de los sistemas, pero no como productores. Toda la actividad de manejo de la finca la delegan a nacionales haitianos, que muchas veces sin los conocimientos adecuados toman decisiones en tiempo real basados en la intuición. Es más, se constató en las visitas a campo que los dueños de la producción no viven ni en las fincas, ni en los municipios, y muchas veces ni en el país. Esto hace que no se lleven a cabo actividades mínimas de buenas prácticas documentales (no hay registros), y que el interés, nuevamente, pase exclusivamente por los dividendos de la actividad sin conocimiento de la operatividad. Además, las personas que manejan en campo el negocio, la mayoría haitianos, solo conocen en el indicador de participación e interacción del sistema ganadero, a los compradores de la leche a puerta de finca; es decir, a los primeros intermediarios. Finalmente, si bien no se acusan conflictos ambientales, y se declara que se conoce la normativa ambiental, fue palpable que existen problemáticas de manejo de residuos orgánicos (heces, orinas, animales muertos) y sintéticos (basura del hogar y de la finca, muchas veces mezcladas).

Dimensión ambiental

Con moda y media de tres, se determinó que en la dimensión ambiental los sistemas ganaderos de bovino de doble propósito en Santiago Rodríguez tienen una sostenibilidad media (Figura 4 y 6).

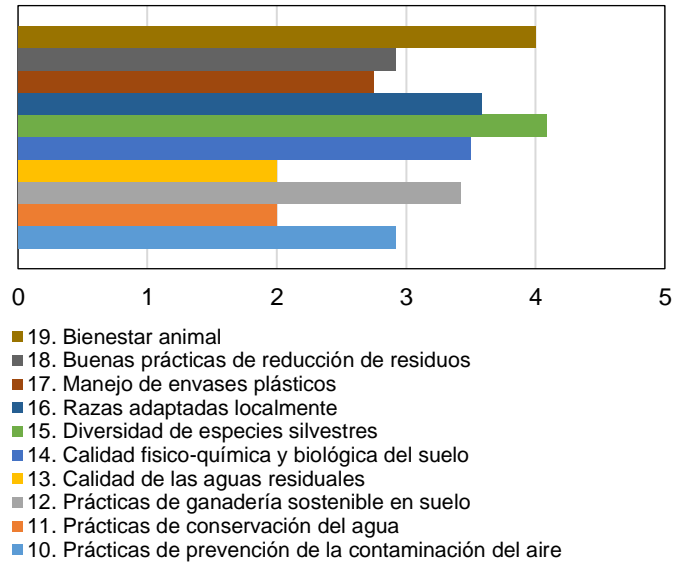


Figura 6. Sostenibilidad de la dimensión ambiental de los sistemas ganaderos de bovino de doble propósito en Santiago Rodríguez.

De siete indicadores finales, tres tienen sostenibilidad baja: prácticas de prevención de la contaminación del aire, manejo de envases plásticos y buenas prácticas de reducción de residuos; y dos son altos: diversidad de especies arbóreas y bienestar animal.

El hecho que no haya un buen manejo de envases plásticos y buenas prácticas de reducción de residuos reafirma la sospecha que el conocimiento de la norma ambiental o bien no se aplica conociéndola, o se desconoce y se dio una respuesta errada. Se halló que los manejadores de las fincas suelen mezclar la basura de los agroquímicos y los residuos del hogar, y practicar la quema a puerta de finca, con los riesgos y daños que ello conlleva. Además, el ganado defeca en las fuentes de agua, y no hay tratamiento de los efluentes, lo que explica los bajos valores del indicador de calidad de agua.

Con respecto a los indicadores elevados, hay alta diversidad y conocimiento de la flora de la finca, si bien no se aprovechan del todo estos recursos. Al respecto, se documentaron 44 especies de sistemas silvopastoriles en las fincas del estudio (Tabla 3), lo que comparando con los estudios de Núñez et al. (2023) y

Núñez et al. (2024), quienes identificaron y cuantificaron las especies arbóreas y arbustivas de las fincas ganaderas de municipios de las provincias de Dajabón y Santiago Rodríguez, es un excelente número pues estos autores abocados exclusivamente a esa actividad registraron un listado de aproximadamente 70 especies. La más numerosa fue la caoba, reportada en el 66.60% de las fincas, seguida con el 58.00% por la cabrita, y el 50.00% del flamboyán (*Delonix regia*), neem (*Azadirachta indica*), campeche

(*Haematoxylum campechianum*), guazuma (*Guazuma ulmifolia*), caoba (*Swietenia mahagoni*) y samán (*Samanea saman*). Al respecto, Núñez et al. (2023) y Núñez et al. (2024) recomiendan a los ganaderos ampliar la cobertura arbórea de sus fincas, mediante la siembra y manejo de la regeneración natural de especies arbóreas multipropósito como *Prosopis juliflora* ((Sw.) DC.), *Guazuma ulmifolia* (Lam.), y *Gliricidia sepium*. ((Jacq.) Kunth ex Walp.).

Tabla 3. Relación de especies de árboles y arbustivas con nombres científicos y frecuencias por municipio.

Especies de árboles	Villa Los Almácigos	Sabaneta	Monción	Total	Porcentaje
Samán (<i>Samanea saman</i>)	3	2	1	6	50.00
Almácigo (<i>Bursera simaruba</i>)	2	1	2	5	41.67
Caoba (<i>Swietenia mahagoni</i>)	1	2	3	6	50.00
Guazuma (<i>Guazuma ulmifolia</i>)	1	1	0	4	50.00
Cajuil (<i>Anacardium occidentale</i>)	1	2	1	4	33.33
Sapote (<i>Pouteria sapota</i>)	1	0	1	2	16.67
Naranja (<i>Citrus aurantium</i>)	2	1	1	4	33.33
Guanabana (<i>Annona muricata</i>)	1	1	1	3	23.00
Guarano (<i>Cupania americana</i>)	1	1	0	2	16.67
Cedro (<i>Cedrela odorata</i>)	1	0	3	4	33.30
Limón (<i>Citrus limon</i>)	1	2	2	5	41.67
Joboban (<i>Trichilia hirta</i>)	1	3	2	6	50.00
Gina (<i>Pithecellobium dulce</i>)	2	2	1	5	41.60
Capas (<i>Petitia domingensis</i>)	1	1	0	2	16.60
Guano (<i>Coccothrinax barbadensis</i>)	1	2	1	4	16.60
Guabla (<i>Inga edulis</i>)	2	3	1	5	41.67
Bourrebia (<i>Bourreria</i> sp)	2	1	0	3	50.00
Jagua (<i>Genipa americana</i>)	1	2	1	4	16.60
Caimito (<i>Chrysophyllum cainito</i>)	3	1	1	4	16.60
Limoncillo (<i>Melicoccus bijugatus</i>)	1	2	3	6	50.00
Caoba hodureña (<i>Swietenia macrophylla</i>)	2	3	3	8	66.60
Piñón (<i>Gliricidia sepium</i>)	2	1	1	4	33.33
Caña Fístola (<i>Cassia fistula</i>)	2	1	1	4	33.33
Campeche (<i>Haematoxylum campechianum</i>)	3	3	2	6	50.00
Raqueta (<i>Euphorbia láctea</i>)	2	1	0	3	23.00
Cereza (<i>Malpighia emarginata</i>)	1	0	2	3	23.00
Uva de playa (<i>Coccoloba uvifera</i>)	2	0	0	2	16.60
Moringa (<i>Moringa oleífera</i>)	1	2	2	4	41.67
Palma caña (<i>Sabal domingensis</i>)	1	3	1	4	33.30
Maya (<i>Licania</i> spp.)	2	3	1	6	50.00
Aguacate (<i>Persea americana</i>)	2	1	1	4	33.33
Palma real (<i>Roystonea hispaniolana</i>)	2	2	1	5	41.67
Anon (<i>Annona squamosa</i>)	1	1	1	3	23.00
Ceiba (<i>Ceiba pentandra</i>)	1	1	0	2	16.67
Ficus (<i>Clusia rosea</i>)	2	0	0	2	16.60
Flamboyán (<i>Delonix regia</i>)	2	2	2	6	50.00
Neem (<i>Azadirachta indica</i>)	2	3	1	6	50.00
Mango (<i>Mangifera indica</i>)	2	2	1	3	23.00
Mamón (<i>Annona reticulata</i> L.)	1	2	3	6	50.00
Tamarindo (<i>Tamarindus indica</i>)	2	1	2	5	41.67
Almendra (<i>Terminalia catappa</i>)	1	2	3	6	50.00
Cabrita (<i>Bunchosia glandulosa</i>)	3	2	2	7	58.00
Guao (<i>Comocladia dentata</i>)	1	2	2	5	41.60
Juan primero (<i>Simarouba glauca</i>)	1	1	2	4	33.30

Las razas adaptadas localmente fueron principalmente cruces de Holstein (por su genética lechera) con Cebú, Brahman, Jersey, Girau, Pardo Suizo, Jirolando. Estos cruces responden de mejor forma a las condiciones de rusticidad de la zona, con escasa agua, altas temperaturas, y forrajes con valores medios de nutrientes (pasturas naturales principalmente de merita, y unas pocas mejoradas).

Dimensión productiva

Con moda y media de tres, se determinó que en la dimensión productiva de los sistemas ganaderos de bovino de doble propósito en Santiago Rodríguez tienen una sostenibilidad media (Figura 4 y 7).

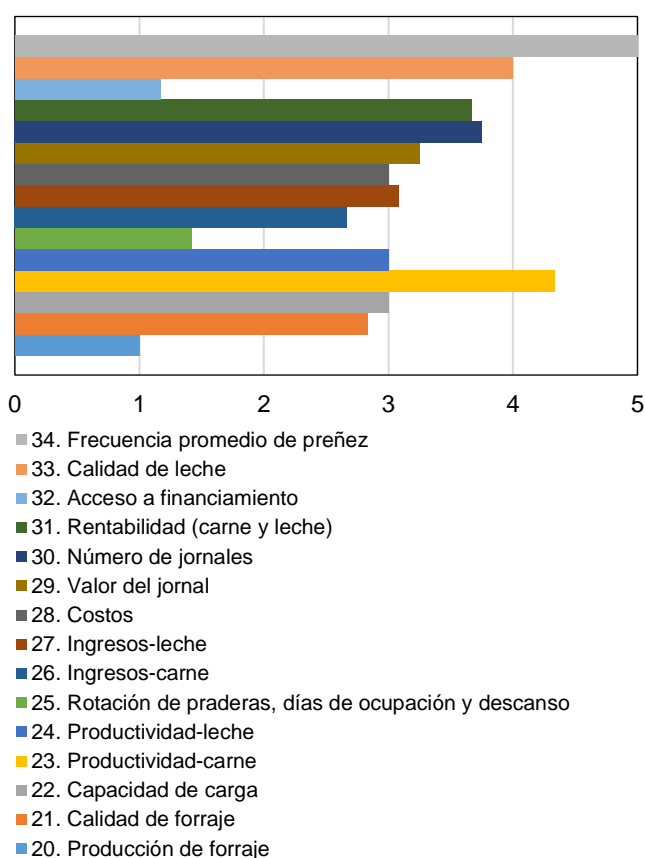


Figura 7. Sostenibilidad de la dimensión productiva de los sistemas ganaderos de bovino de doble propósito en Santiago Rodríguez.

A pesar de que año a año las sequías estacionales son más largas y fuertes (Tejada, 2021), los productores de Santiago Rodríguez no se autoabastecen de forraje, sino que prefieren comprarlo. Ningún encargado de la producción consultado produce forrajes en su sistema, por lo que hay una alta dependencia de fuentes externas, aumentando la vulnerabilidad de las unidades productivas pecuarias. No hay cálculo de la

capacidad de carga, ni se tiene en cuenta el tipo de pastura que consumen los animales para estimarla. Como menciona Urdaneta (2009), no se puede lograr un sistema eficiente si no se conocen las entradas y salidas reales del sistema. Así, se hace notorio que no hay un plan de finca. Por otro lado, si bien la actividad de doble propósito de la zona está más orientada a la producción de leche, se halló que la producción y precios de la carne son variables que explican cómo el agronegocio subsiste a pesar de sus múltiples desafíos, aun cuando la misma producción de leche es efímera respecto a otros países: 5 litros de leche por vaca al día, contra registros de 18 litros de leche por vaca al día en sistemas lecheros españoles, que en condiciones totalmente tecnificadas y con razas especializadas a llegado a valores medios de 30 litros de leche por vaca al día (CEVA, 2021). No hay rotación de praderas, y debido a la baja productividad los bajos ingresos de la leche son paliados con la venta de machos y vacas de descarte para carne. Así, los costos y la rentabilidad apenas se sitúan en una situación de sostenibilidad media, donde no hay acceso a financiamiento, si bien si existen créditos verdes o diferenciales, pero que son poco atractivos para los productores.

Cabe notar que cerca del 67% de los productores encuestados en este estudio reciben entre 100 y 120 DOP (entre 1.61 y 1.93 USD) por kilo de carne en pie, y el 92% entre 25 y 29 DOP (entre 0.40 y 0.47 USD) por litro de leche al día.

Por último, el único indicador que alcanzó una sostenibilidad ideal de cinco fue la frecuencia de preñez. Barceló (2023), alude que los propietarios deben promover una alta frecuencia de embarazo en su hato, pues la ganadería se basa en la multiplicación de una línea genética determinada para generar ingresos. Por ello, se deben dar preñeces todos los años, con el descarte de las vacas que no puedan sostener este requisito.

CONCLUSIONES

La sostenibilidad del sistema bovino de doble propósito en la provincia Santiago Rodríguez es media con un promedio y una moda iguales: se deben superar los desafíos de baja productividad lechera, alta vulnerabilidad climática a las sequías, poco conocimiento de los actores de la cadena, baja intervención de mujeres y jóvenes en toma de decisiones, alta dependencia de personal no calificado, nula documentación que posibilite un plan de finca, poco aprovechamiento de los recursos de los sistemas

silvopastoriles, incumplimiento de facto de la normativa ambiental, daño a los recursos suelo, agua y aire, para no decaer a un punto donde el sistema sea insostenible.

El punto medio de sostenibilidad hallado es apalancado por los precios justos de la carne y la leche, los bajos costos y el número de jornales, la productividad de carne, la frecuencia de preñez y altos valores culturales, lo que se traduce en una rentabilidad apenas positiva.

Agradecimientos

Se agradece al Proyecto Fondocyt 2022-2D7-034 “Indicadores de sostenibilidad en sistemas de producción ganadera de doble propósito y diseño de aplicaciones informáticas para aumentar su competitividad en la República Dominicana”, Ministerio de Educación Superior Ciencia y Tecnología (MESCYT). Ejecutado por la Universidad Autónoma de Santo Domingo, UASD. Se agradece además a los 12 productores de ganado de doble propósito de Santiago Rodríguez por la validación de la herramienta sobre indicadores de sostenibilidad en sus fincas. Se agradece además la colaboración de los estudiantes Eury José Alcántara Reyes, Fernelys Fortunato Báez, Misael Daniel Batista Mercedes, Wilvin Agramonte Romero, Ruth Esther Frías Muñoz y Joel Camilo Guzmán estudiantes involucrados en el proyecto. A la Confederación Nacional de Productores Agropecuarios (CONFENAGRO) y DIGEGA (Dirección General de Ganadería), por apadrinar al proyecto en la gestión del financiamiento. A Instituto Nacional de Investigaciones (INIA), Facultad de Ciencias Agronómicas y Veterinarias, Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD) por ser ejecutores del proyecto ante el MESCYT.

BIBLIOGRAFÍA

- AGROSAVIA. 2024. Software Más Bienestar SATD (en línea). Mosquera, Cundinamarca, Colombia. Disponible en <https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnol%C3%B3gica/l%C3%ADnea-pecuaria/ganader%C3%ADa-y-especies-menores/sistemas-de-informaci%C3%B3n/495-software-m%C3%A1s-bienestar-satd>
- Arias, Y; Santana-Guillen, SN; Lasen-Hernández, MT. 2022. Caracterización de la calidad integral de la leche cruda de vacas de la región noroeste en la República Dominicana. Tesis de licenciatura. UASD, Santo Domingo. 102 pp.

- Arrieta, G; Gomezcaceres, L; Albis, D; Calderón-Rangel, A; Rodríguez, V. 2019. Calidad de la leche cruda para consumo humano en dos localidades de Sucre (Colombia) (en línea). Revista MVZ Córdoba 24(3):7355-7361. Disponible en http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&id=S0122-02682019000307355
- Astier, ME. 2018. Sostenibilidad en sistemas de manejo de recursos naturales en países andinos. México: UNESCO-UNAM-CIGA (en línea). Disponible en <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366841.locale=en>
- Barceló, R. 2023. Modelo de finca en ganadería de carne, Expo IDIAF. 2023.
- CEVA. 2021. ¿Cuántos litros de leche da una vaca? Equipo Ceva Salud Animal (en línea). España. Disponible en <https://ruminants.ceva.pro/es/cuantos-litros-de-leche-da-una-vaca>
- DGCP (Dirección General de Contrataciones Públicas). 2013. Ganadería avanza con la tecnología (en línea). Disponible en <https://www.dgcp.gob.do/noticias/ganaderia-avanza-con-la-tecnologia/>
- DIGEGA (Dirección general de Ganadería RD). 2024. Proyecto de Mejoramiento de la Ganadería en República Dominicana (PROMEGAN) (en línea). Disponible en <https://www.ganaderia.gob.do/index.php/de-interes/item/548-promegan>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2018. Modelo Ganadero para zonas secas de la República Dominicana (en línea). Disponible en <https://www.fao.org/3/i9125es/I9125ES.pdf#:~:text=ganader%C3%ADa%20constituyen%20uno%20de%20los%20principales%20motores,sub%20sector%20pecuario%2C%20el%20ganado%20bovino%20se>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2014. Sustainability Assessment of Food and Agriculture systems indicators - SAFA FAO_SAFA_Guidelines_3.0 (en línea). Disponible en <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/I3957E>
- Ferreras, A. 2015. Competitividad: Reto de la ganadería dominicana (en línea). El dinero. Disponible en <https://eldinero.com.do/8918/competitividad-reto-de-la-ganaderia-de-republica-dominicana/>
- Fisher, A; Laing, J; Stoeckel, J. 1941. Manual para el diseño de investigaciones operacionales en planificación familiar (en línea). The Population Council. Disponible en http://catalogo.espm.mx/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=13780&shelfbrowse_itemnumber=56706
- González, MI; Chiroles, S. 2011. Uso seguro y riesgos microbiológicos del agua residual para la agricultura (en línea). Revista Cubana de Salud Pública 37(1). Disponible en http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662011000100007&lng=es&tlng=es

- Hernández, VD; Herrera, HJG; Pérez, PJ; Vázquez, AS. 2006. Índice de sustentabilidad para el sistema bovino de doble propósito, en Guerrero, México (en línea). REDVET. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/636/63612675002.pdf>
- Herrera-Masó, J; Calero, J; González, M; Collazo, M; Travieso, Y. 2022. El método de consulta a expertos en tres niveles de validación (en línea). Revista Habanera de Ciencias Médicas 21(1):e4711. Disponible en <https://revhabanera.sld.cu/index.php/rhab/article/view/4711/3037>
- INIFAP (Instituto nacional de investigaciones forestales, agrícolas y pecuarias). 2009. Producción de leche de bovino en el sistema de doble propósito (en línea). Disponible en https://www.researchgate.net/publication/308202518_MEJORAMIENTO_GENETICO_-_DOBLE_PROPOSITO
- Jurado-Gámez, HA; Solarte-Portilla, C; Burgos-Arcos, A; González-Rodríguez, A; Rosero-Galindo, C. 2020. Relación entre la calidad composicional y sanitaria de la leche de bovinos Holstein del trópico alto de Nariño (en línea). Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias 11(2):1-14. Disponible en https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-11242020000200421&script=sci_abstract
- Lagunas, VM; Almendárez, HMA; Beltrán, MLF; Ortega, RA. 2017. Propuesta metodológica para medir la sostenibilidad costera local en zonas áridas: su aplicación en la Reserva de la Biósfera El Vizcaíno (en línea). Estudios sociales (Hermosillo, Son.). 27(50). Disponible en http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-45572017000200012
- León, I; Gómez, M; Ríos, MJ. 2006. El papel de las mujeres en las organizaciones rurales y su influencia en el desarrollo rural (en línea). Jornada temática sobre políticas de relevo generacional e incorporación de la mujer al mundo rural. 01 de noviembre. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/39745630_El_papel_de_las_mujeres_en_las_organizaciones_rurales_y_su_influencia_en_el_desarrollo_rural
- MEPyD. 2025. El sector agropecuario aportó el 5.6% del PIB durante el período 2016 – 2023 (en línea). Gobierno de la República Dominicana. Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo. Disponible en <https://mepyd.gob.do/el-sector-agropecuaria-aporto-el-5-6-del-pib-durante-el-periodo-2016-2023/>
- Mosquera, J. 2017. Manual de buenas prácticas en ganadería lechera (en línea). Disponible en <https://www.nestle.do/sites/g/files/pydnoa256/files/nestle-en-la-sociedad/documents/nestle%20manual%20buenas%20practicas.pdf>
- Núñez, P; Pimentel, A; Almonte, I; Sotomayor, D; Martínez, N; Pérez, A; Céspedes, C. 2011. Soil fertility evaluation of coffee (*Coffea* spp.) production systems and management recommendations for the Barahona province, Dominican Republic (en línea). Journal Soil Science and Plant Nutrition 11(1):127-140. Disponible en http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-95162011000100010
- Núñez, PA; Almonte, I. 2022. Caracterización de los suelos de la finca Honduras (UASD), Las Guáranas, San Francisco de Macorís, República Dominicana (en línea). Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF). Disponible en <https://idiaf.gob.do/publicaciones/pdf/Suelos%20Finca%20Honduras%202022%20idiaf.pdf#page=>
- Núñez, RPA; Cepeda, RDJE; Jiménez, ANP; Gelpud, CG; Núñez, JAD; Detlefsen, G; Pulido-Blanco, VC. 2024. Arreglos silvopastoriles y diversidad de especies arbóreas en fincas lecheras de Monción, República Dominicana (en línea). Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales 11(1):89-97. Disponible en http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2409-16182024000100089
- Núñez, RPA; Núñez, JLR; Domingo, OP; Domínguez, RVE; Guatusmal, GC; Durán, NJA; Pulido-Blanco, VC. 2023. Identification of tree species present in silvopastoral dairy production systems of the Villa Los Almácigos municipality, Dominican Republic (en línea). Revista Cubana de Ciencias Forestales 11(3): 819. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9539620>
- Page, AL. 1982. Methods of soil analysis Part 1 Number 9. American Society of Agronomy, Inc. Soil Science Society of America, Inc. Segunda edición. Madison, Wisconsin. USA. 1159 p.
- Pérez-Tórres, O; Heredia, ND; Esparza, JS; Martínez, GCG; Albarrán, PB; García, MA. 2021. Factores que influyen en la toma de decisiones para el desarrollo de la ganadería de doble propósito en trópico seco (en línea). Tropical and Subtropical Agroecosystem, 24. Disponible en <https://www.revista.ccba.uady.mx/ojs/index.php/TSA/article/download/3764/1683>
- Pulido-Blanco, VC. 2020. Análisis del potencial de aprovechamiento de la bioeconomía en la cadena de café de la República Dominicana (en línea). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE. Turrialba, Costa Rica. Disponible en <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/10077>
- Reyes, JMH; Cedeño, JLCB. 2008. Importancia del conteo de células somáticas en la calidad de la leche (en línea). REDVET. Revista electrónica de Veterinaria 9(9):1-34. Disponible en <https://www.redalyc.org/pdf/636/63617329004.pdf>
- Rodríguez, RKJ; Pulido, BVC; Martínez, CFE; Meneses, BDH. 2024. Restructuring the agricultural production in the Tota Lake Basin (Colombia): pros and cons to achieve the change. Tropical and Subtropical Agroecosystems, 27(2).
- Rodríguez, RKJ; Pulido, BVC; Rojas, RDA; Martínez, C.FE. 2022. Buenas prácticas agrícolas y sostenibilidad del cultivo de cebolla de rama (*Allium fistulosum* L.) en la

- cuenca del lago de Tota (Boyacá, Colombia) (en línea). *Agroalimentaria Journal-Revista Agroalimentaria* 28(54):139-169. Disponible en <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8567565>
- Singh, RK; Murty, HR; Gupta, SK; Dikshit, AK. 2009. An overview of sustainability assessment methodologies (en línea). *Ecological indicators* 9(2):189-212. Disponible en <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1470160X11000240>
- Tejada, E. 2021. Percepción de los productores de ganado bovino sobre el impacto del cambio climático con énfasis en sequía prolongada en los sistemas de producción de leche de la provincia Santiago Rodríguez, República Dominicana (en línea). Disponible en <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/10349?locale-attribute=es>
- Torres, YG; García, A; Rivas, J; Perea, J; Angón, E; De Pablos-Heredero, C. 2015. Caracterización socioeconómica y productiva de las granjas de doble propósito orientadas a la producción de leche en una región tropical de Ecuador (en línea). Caso de la provincia de Manabí. *Revista Científica* 25(4):330-337. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95941173009>
- Urdaneta de Galué, F; Materán, M. 2006. Capítulo II. Indicadores de sostenibilidad para la ganadería bovina de doble propósito (en línea). En: *Desarrollo Sostenible de Ganadería Doble Propósito*. C. González-Stagnaro, N. Madrid-Bury, E. Soto-Belloso (Eds). Disponible en https://www.academia.edu/113279966/Eficiencia_t%C3%A9cnica_en_sistemas_de_producci%C3%B3n_con_ovinos_de_doble_prop%C3%B3sito
- Urdaneta, F. 2009. Mejoramiento de la eficiencia productiva de los sistemas de ganadería bovina de doble propósito (en línea). Researchgate. Disponible en https://www.researchgate.net/publication/277272871_Mejoramiento_de_la_eficiencia_productiva_de_los_sistemas_de_ganaderia_bovina_de_doble_proposito_Taurus-Indicus
- Artículo recibido en: 02 de junio del 2025
Aceptado en: 11 de diciembre del 2025