



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

SOSTENIBILIDAD DE LA GANADERÍA BOVINA EN LA ORINOQUÍA: CASO MUNICIPIO DE PAZ DE ARIPORO, CASANARE

Ana María Romero Hernández

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Desarrollo Rural y Agroalimentario
Bogotá D.C., Colombia
2022

SOSTENIBILIDAD DE LA GANADERÍA BOVINA EN LA ORINOQUÍA: CASO MUNICIPIO DE PAZ DE ARIPORO, CASANARE

Ana María Romero Hernández

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título
de:

Magíster en Gestión y Desarrollo Rural

Director (a):

Ph.D. Juan Carlos Barrientos Fuentes
Profesor Asociado

Codirector (a):

(Ph.D.) Oscar Mauricio Vélez Terranova
Profesor Asociado

Línea de Investigación:

Desarrollo rural

Grupo de Investigación:

Grupo de investigación en Ciencias de la Orinoquia

Universidad Nacional de Colombia

Facultad De Ciencias Agrarias, Departamento Desarrollo Rural y Agroalimentario

Bogotá D.C., Colombia

2022

A mis abuelos

Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

He obtenido el permiso del autor o editor para incluir cualquier material con derechos de autor (por ejemplo, tablas, figuras, instrumentos de encuesta o grandes porciones de texto).

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.

Nombre

Fecha DD/MM/AAAA

Fecha

Agradecimientos

A Dios y a la vida, por brindarme la oportunidad de alcanzar esta meta.

A mis padres, pareja y familia, por apoyarme incondicionalmente; a mis compañeros de trabajo por ayudarme, cubriendo mis obligaciones para asistir a clases.

A todos los que creyeron en mí cuando pensaba que todo estaba perdido: Julio, familia, amigos y, en especial, don Ferdi.

A mi director de tesis, profesor Juan Carlos Barrientos, por guiarme en el desarrollo de la propuesta e investigación, por su acompañamiento permanente a lo largo de los últimos años.

A la Universidad Nacional de Colombia, mi *alma máter*, por brindarme la oportunidad de estudiar y trabajar para esta gran institución.

A los ganaderos que hicieron posible esta investigación; a la Gobernación de Casanare y la Fundación CEIBA, por el apoyo económico en el programa de posgrado.

Resumen

Título en español: Sostenibilidad de la Ganadería Bovina en la Orinoquía: caso municipio de Paz de Ariporo, Casanare

La presente investigación tuvo como propósito analizar la sostenibilidad de la ganadería del municipio de Paz de Ariporo, Casanare, a través de una herramienta desarrollada para este fin mediante el uso de indicadores de sostenibilidad en las dimensiones ambiental, social y económica. El estudio se realizó sobre 130 productores del municipio Paz de Ariporo, empleando encuestas semiestructuradas y visitas a fincas para la realización del diagnóstico de la actividad productiva. La investigación abordó la combinación metodológica cualitativa y cuantitativa. Para el análisis de resultados se empleó análisis factorial de datos mixtos y posterior construcción en componentes principales donde se identificaron las variables que más aportan a la sostenibilidad del sistema. A partir de los resultados obtenidos se realizó un análisis de clúster jerárquico con 4 grupos que determinaron el nivel de sostenibilidad de las fincas evaluadas, categorizando en sostenibilidad baja (51 de las fincas evaluadas), sostenibilidad media (29), sostenibilidad alta (37) y sostenibilidad muy alta (13). Los indicadores de sostenibilidad, muestran que la dimensión ambiental fue la que más aportó al análisis siendo los indicadores: uso de agroquímicos, conservación de suelos y protección de fuentes de agua los que determinaron en mayor medida la categorización de las fincas evaluadas; seguidamente la dimensión social con los indicadores nivel de escolaridad y acceso a servicios públicos, vías y condiciones de habitabilidad.

La metodología propuesta para el estudio fue construida conjuntamente con productores, técnicos y líderes del gremio ganadero, constituyendo una herramienta para evaluar la sostenibilidad de los sistemas productivos, así como para la toma de decisiones o establecimiento de políticas de desarrollo del sector agropecuario para el municipio de Paz de Ariporo.

Palabras clave: ganadería extensiva, sabana inundable, productividad

Abstract

Título en inglés: Sustainability of Bovine Livestock in the Orinoquía: Case of the municipality of Paz de Ariporo, Casanare. The purpose of this research was to analyze the sustainability of livestock farming in the municipality of Paz de Ariporo, Casanare, through a tool developed for this purpose by using sustainability indicators in the environmental, social and economic dimensions. The study was carried out with 130 producers, using semi-structured surveys and visits to farms for the diagnosis of the productive activity. The research approached the qualitative and quantitative methodological combination. For the analysis of results, a factorial analysis of mixed data was used, followed by the construction of principal components where the variables that contribute most to the sustainability of the system were identified. Based on the results obtained, a hierarchical cluster analysis was carried out with 4 groups that determined the level of sustainability of the farms evaluated, categorizing them into low sustainability (51% of the farms evaluated), medium sustainability (29%), high sustainability (37%) and very high sustainability (13%). The sustainability indicators show that the environmental dimension was the one that contributed most to the analysis, being the indicators: use of agrochemicals, soil conservation and protection of water sources the ones that determined to a greater extent the categorization of the farms evaluated; followed by the social dimension with the indicators level of schooling and accessibility.

The methodology proposed for the study was built jointly with producers, technicians and leaders of the livestock guild, constituting a useful tool to evaluate the sustainability of the productive systems, in order to make decisions or establish policies for the development of the agricultural sector in the municipality of Paz de Ariporo.

Keywords: extensive livestock, flooded savanna, productivity

Contenido

	Pág.
Resumen	IX
Lista de figuras	XIII
Lista de tablas	XIV
Introducción	17
Planteamiento del problema	19
1. Objetivos	21
1.1 Objetivo general	21
1.2 Objetivos específicos	21
2. Marco teórico	21
2.1 Producción ganadera bovina	21
2.2 Ganadería bovina en la Orinoquia Colombiana	23
2.2.1 Ecosistemas de la Orinoquia	23
2.2.2 Ecosistema de Sabana en el departamento de Casanare	24
2.2.3 El Agroecosistema ganadero de Paz de Ariporo.....	26
2.3 Concepto de sostenibilidad	27
2.4 Sostenibilidad de los sistemas de producción ganadera.....	28
2.5 Metodología de evaluación de la sostenibilidad en ganadería	30
2.6 Evaluación de la sostenibilidad en la dimensión ambiental de los sistemas de producción ganadera	32
2.7 Evaluación de la sostenibilidad en la dimensión económica de los sistemas de producción ganadera	33
2.8 Evaluación de la sostenibilidad social de los sistemas de producción ganadera 34	
3. Metodología	35
3.1 Área de estudio	35
3.2 Diseño metodológico	36
3.3 Fases del estudio	37
3.4 Primera fase.....	37
3.4.1 Construcción de indicadores de sostenibilidad	39
3.4.2 Indicadores de Sostenibilidad Ambiental	40

3.4.3	Indicadores de sostenibilidad económica	43
3.4.4	Indicadores sociales	44
3.5	Segunda fase.....	45
3.6	Tercera fase.....	46
4.	Resultados y discusión	47
4.1	Resultados de los indicadores ambientales	49
4.2	Resultados de los indicadores económicos.....	52
4.3	Resultados de los indicadores sociales.....	53
4.4	Análisis de la varianza explicada	55
4.5	Análisis factorial y construcción de clústeres	56
5.	Discusión.....	59
6.	Conclusiones y recomendaciones	66
6.1	Conclusiones	66
6.2	Recomendaciones	67
A.	Anexo 1: Encuesta Sostenibilidad de predios ganaderos del municipio de Paz de Ariporo.....	73
	Bibliografía	81

Lista de figuras

	Pág
Figura 3-1: Esquema metodológico de la investigación.....	37
Figura 4-1: Factores/dimensiones obtenidos a través del análisis factorial.....	55

Lista de tablas

Pág.

Tabla 3-1: Escala ordinal para determinar estado de cobertura vegetal en potreros.	40
Tabla 3-2: Escala ordinal para determinar grado de protección de las fuentes de agua.	41
Tabla 3-3: Escala ordinal para evaluar la disposición final de las aguas residuales.....	41
Tabla 3-4: Escala ordinal para evaluar el nivel de uso de agroquímicos.....	42
Tabla 3-5: Escala ordinal para evaluar las prácticas de conservación de suelos.....	43
Tabla 3-6: Escala ordinal para evaluar los sistemas de pastoreo.	43
Tabla 3-7: Escala ordinal para evaluar las condiciones de vida.....	45
Tabla 4-8: Resultados de los indicadores ambientales.....	49
Tabla 4-9: Resultados de los parámetros ambientales por tamaño de las fincas de estudio.....	51
Tabla 4-10: Resultados parámetros económicos.....	52
Tabla 4-11: Resultados parámetros sociales.....	53
Tabla 4-12: Resultados indicadores de sostenibilidad compuesto por clúster.....	56

Introducción

Uno de los principales retos a los cuales se enfrenta la humanidad es producir de manera sostenible y esto involucra las dimensiones ambiental, social y económica. En el sector agropecuario, el enfoque de producción sostenible parte de la implementación de herramientas para la toma de decisiones en el sector rural, con la aplicación de indicadores de medición de planes, proyectos y programas encaminados hacia la sostenibilidad y así, conocer los factores determinantes que influyen en el comportamiento de los sistemas agropecuarios. En cuanto a estos sistemas productivos, la ganadería bovina es un poderoso sector impulsor de los principales cambios económicos, sociales y ambientales en los sistemas alimentarios de todo el mundo (Lebacqz et al., 2013). En Colombia, la ganadería bovina es una de las cadenas más importantes del sector agropecuario del país, siendo la región de la Orinoquía la de mayor producción nacional y el departamento de Casanare el segundo productor en la región (Toro et al., 2020).

De acuerdo con el Plan Estratégico Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación del departamento de Casanare (Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCyT, 2012), la producción ganadera es un eje estratégico de la economía departamental; cuenta con ventajas competitivas como el acceso a mercados, producción libre de aftosa con vacunación y áreas potenciales para el desarrollo de la actividad productiva. Además, este importante renglón de la economía del departamento está fuertemente ligado a la tradición de la cultura llanera, sus costumbres y dinámicas sociales que han evolucionado en conjunto con el sistema productivo (Peñuela & Fernández, 2010). Esta relación ha permitido la continuación de hábitats naturales únicos, donde los paisajes de sabana inundable aportan una amplia diversidad de especies de fauna y flora; brinda múltiples bienes y servicios ambientales que constituyen la fuente más importante que garantiza la seguridad alimentaria de las comunidades, proporcionando alimentos, agua, vivienda, madera, cercas entre otros elementos imprescindibles para la sostenibilidad de los pobladores (Lavado, 2009). Sin embargo, el cambio productivo que se está dando en esta región pone en riesgo la cultura y tradiciones llaneras (Bustamante Zamudio & Rojas-Salazar, 2018), como las manifestaciones culturales de Cantos de Trabajo de Llano,

melodías a capela sobre temas relacionados con el arreo y ordeño del ganado, que son el fruto de la estrecha relación existente entre las poblaciones llaneras con el pastoreo de bovinos y los caballos, en medio del sistema tradicional de crianza de ganado de los Llanos, la dinámica de la naturaleza y el medio ambiente de esta región (Norgrove & Hauser, 2014) (Ministerio de cultura, 2017). En el año 2017, el ministerio de Cultura declaró los cantos de trabajo de llano como “Patrimonio cultural inmaterial de la nación” y a su vez (UNESCO, 2017) los incluyó en la lista de “Patrimonio cultural inmaterial de la humanidad” y declaró iniciar medidas de salvaguardia a esta manifestación, incluyendo el entorno, la interacción con la naturaleza e historia, que condiciona la identidad y continuidad dentro de la comunidad.

En el departamento de Casanare se han venido presentando cambios en el manejo de uso del suelo, donde las extensiones de sabanas y pasturas nativas se han venido reemplazando por monocultivos de arroz, maíz, palma y pasturas para la ganadería, desencadenando tensiones entre productores, autoridades locales y comunidad en general (Corrales & Nieto, 2017). Estos cambios están ocasionando problemas ambientales como la pérdida de biodiversidad, la homogeneización del paisaje y el aumento del riesgo de incendios forestales (Prüssmann et al., 2020). Según lo reporta (Ortiz-Muñoz, 2017): “el uso indiscriminado de la labranza en los monocultivos en el departamento de Casanare conlleva a la degradación de los suelos afectando las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo; se evidencia con una disminución gradual de macroporos y contenido de materia orgánica”. Ante estos cambios en el uso del suelo y la relevancia de la ganadería en la región, la investigación a desarrollar plantea la construcción de una metodología que permita estudiar la sostenibilidad de los sistemas de ganadería extensiva tradicional. Se propone, para su desarrollo, un modelo analítico a partir de metodologías existentes y con la colaboración de productores y expertos para identificar los factores determinantes de la sostenibilidad y aportar al desarrollo de proyectos, tecnologías y políticas para el desarrollo ganadero bovino sostenible en la región.

Planteamiento del problema

La producción bovina en el departamento de Casanare está fuertemente ligada a la tradición de la cultura llanera, sus costumbres y dinámicas sociales que han evolucionado en conjunto con el sistema productivo. Esta relación ha permitido la continuación de hábitats naturales únicos, siendo el paisaje de sabana inundable un anfibioma particular que aporta una amplia diversidad de especies de fauna y flora; brinda múltiples bienes y servicios ambientales que constituyen la fuente más importante que garantiza la seguridad alimentaria de las comunidades (Buriticá-Mejía, 2016). Sin embargo, en la región se vienen presentando cambios en el uso y manejo del suelo, desplazando los sistemas de ganadería tradicionales basados en la oferta natural de forrajes y de baja interacción en el agroecosistema, para dar cabida a los monocultivos de pastos, arroz y maíz; estos últimos se orientan a la suplementación animal (Prüssmann et al., 2020).

En la zona de estudio, municipio de Paz de Ariporo, Casanare, la principal actividad económica se centra en la producción ganadera bovina, actividad que se ha venido desarrollando de manera tradicional en las sabanas inundables y zonas de pie de montaña (Peñuela et al., 2014). Así, la ganadería se desarrolla de manera tradicional donde se aprovechan las praderas, en su mayoría pastos nativos en asocio a bosques de galería y riparios (Humboldt & IGAC, 2004) y se cuenta con policultivos de pan coger y otros sistemas pecuarios de especies menores (Jaramillo-Restrepo, 2014). Este sistema constituye aproximadamente el 90% de todas las explotaciones ganaderas del país (DNP, 2015) y en el municipio es el sistema predominante, sin embargo, se viene incentivando el modelo convencional, el cual utiliza pastos introducidos, incluyendo mecanización y drenaje de esteros para el establecimiento de las praderas, manejo con división de potreros, baja densidad y diversidad de especies arbóreas, existe un alto control de malezas principalmente con manejo químico, se realiza fertilización de los suelos y se utiliza sales y suplementos alimenticios.

En este municipio, la producción ganadera tiene una fuerte dependencia de la estacionalidad hídrica monomodal que define dos temporadas de sequía y una de invierno (lluvia) a lo largo de cada año. Esta condición agroecológica hace que el paisaje del municipio sea único y muy vulnerable a los cambios de uso y manejo del suelo, ya que la biodiversidad existente se ha adaptado a las características climáticas, edáficas,

geomorfológicas y bióticas de la producción ganadera extensiva, incluyendo a las personas que allí habitan donde se ha creado una sinergia socio cultural entre el paisaje y sus habitantes (Sánchez-Zamora et al., 2016).

Ante este contexto, es necesario que la ganadería se oriente hacia el desarrollo de sistemas de manejo que sean sustentables y amigables con el ambiente, y que, al mismo tiempo, reduzcan la vulnerabilidad económica y social de los productores de la región. Como punto de partida, se deben realizar evaluaciones de sostenibilidad en las explotaciones ganaderas, es decir, desarrollar metodologías para caracterizar predios y definir las políticas, proyectos e inclusión de tecnologías que busquen mejorar la cantidad y calidad del sistema productivo ganadero garantizando la sostenibilidad en todas sus dimensiones: ambiental, económica y social.

La mayoría de las metodologías empleadas para evaluación de la sostenibilidad se basan en el diseño de listas de indicadores y recolección de información, pero existe gran divergencia entre la aplicación de las herramientas en campo y los enfoques de análisis, ya que su direccionamiento generalmente es sólo hacia una de las dimensiones (ambiental, social y económica) (Arnés & Astier, 2018). Así, diversos autores presentan enfoques multicriterio basados en la combinación de métodos cualitativos y cuantitativos que permiten realizar análisis integrales, proporcionando su vez información de condiciones locales y adaptables a su viabilidad económica (Acevedo-Osorio & Angarita-Leiton, 2013).

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Analizar la sostenibilidad en sistemas productivos ganaderos bovinos de Paz de Ariporo, Casanare, a través de una herramienta desarrollada para este fin durante el estudio. Esta herramienta evalúa indicadores con el fin de determinar sus niveles actuales, sus relaciones e identifica algunos procesos que contribuyen a su administración y manejo.

1.2 Objetivos específicos

- Determinar los indicadores que permiten medir la sostenibilidad de los sistemas productivos ganaderos del municipio de Paz de Ariporo, Casanare.
- Medir el nivel de sostenibilidad del sistema productivo ganadero del municipio de Paz de Ariporo, Casanare.
- Identificar los factores (indicadores) que determinan la sostenibilidad de los sistemas productivos de estudio.

2. Marco teórico

2.1 Producción ganadera bovina

En cuanto al sector productivo rural, el sector ganadero bovino es un poderoso impulsor de los principales cambios económicos, sociales y ambientales en los sistemas alimentarios de todo el mundo (Ortega Salinas, 2019). De acuerdo con (Steinfeld *et al.*, 2009), a nivel mundial, la ganadería representa el 40 por ciento del producto interno bruto (PIB) del sector agropecuario, a su vez, los derivados de la ganadería suministran un tercio del consumo mundial de proteínas, de manera que mejorar la sostenibilidad de la

producción ganadera y de alimentos de origen animal es esencial para cumplir los objetivos de desarrollo sostenible.

A escala global, el incremento en la demanda de productos de origen animal antepone al sector ganadero como el impulsor clave del cambio ambiental en el planeta. Es el sector productivo con mayor demanda de recursos terrestres (Steinfeld et al., 2009). Las pasturas permanentes representan el 26% de la superficie terrestre mundial y los cultivos de piensos representan un tercio de la tierra cultivable mundial. En esta misma escala, el estiércol suministra hasta un 12% de nitrógeno para cultivos y hasta un 23% en sistemas mixtos de cultivos y ganado en países en desarrollo. Así mismo, el sector ganadero es responsable directa e indirectamente del 14,5% de las emisiones de gases de efecto invernadero (Campanhola & Pandey, 2019).

En el futuro, se estima que el consumo de alimentos de origen animal aumente hasta 2050, siendo más rápido en los países en desarrollo, de manera que se necesita una mayor eficiencia de recursos en la producción ganadera para garantizar la sostenibilidad del sistema productivo preservando los servicios ecosistémicos, prácticas de reducción de la degradación de los suelos, la pérdida de biodiversidad y la presión sobre el uso y la calidad del agua. Dada la importancia de garantizar la sostenibilidad en el sistema productivo, actualmente en los países desarrollados se viene impulsando la formulación de políticas que buscan controlar la expansión de la agricultura para evitar cambios en el uso de la tierra dado por la conversión de áreas forestales a nuevas tierras agrícolas y de pastos (Garnett et al., 2013). Desafortunadamente en los países tropicales en desarrollo, donde se presentan las mayores tasas de deforestación de bosques para dar paso a tierras agrícolas y de pastos, estas políticas no se vienen incentivando (Nadal-Romero et al., 2018).

En Colombia, la ganadería es una de las cadenas más importantes del sector agropecuario del país, de acuerdo al último censo pecuario, publicado por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), consolidado a partir de la información proporcionada del registro de vacunaciones, la población bovina en el país está distribuida en 633.841 predios y totaliza 29.301.392 animales, el total de ganado bovino se concentra en diez departamentos, Antioquia (11,2%), Córdoba (7,8%), Meta (7,8%), Caquetá (7,5%), Casanare (7,5%), Santander (5,7%), Magdalena (5,5%), Cesar (5,5%), Bolívar (4,9%) y Cundinamarca (5,0%) (ICA, 2022). La producción nacional, se estima que genera 810.000 empleos

directos, lo que representa el 6% del total nacional y el 19% del total del sector agropecuario (MinAgricultura, 2018).

De acuerdo con las cifras oficiales, Colombia cuenta con 7.946.878 hectáreas (ha) (7% de los suelos agropecuarios) aptas para ganadería y se están usando 38.000.000 ha en pastos y herbazales que corresponden al 33% del territorio nacional, muchos de los cuales son suelos para actividades agrícolas, forestales o de conservación (Lozano, 2019). Es así que en Colombia, el 77,3% de los territorios ganaderos presentan algún grado de erosión (DNP, 2015), además la ganadería extensiva se asocia con el 60% de la deforestación en el país, siendo la transición Orinoquía-Amazonia la región más afectada “entre 2000 y 2005, 278.111 hectáreas de bosque fueron transformadas a pastos (49% de las hectáreas transformadas” (Lozano, 2019).

2.2 Ganadería bovina en la Orinoquia Colombiana

La región Orinoquía colombiana posee características climáticas, físicas, políticas y culturales que la han convertido en una zona históricamente ganadera (Ruden *et al.*, 2020). Actualmente, su territorio correspondiente a 25.292.147 hectáreas (22% de la superficie del país), se ve ocupada mayoritariamente por coberturas asociadas a la ganadería (55%) (UPRA - Minagricultura, 2020). Según la información del Censo Bovino (ICA, 2022), la región Orinoquia alberga 20.3% de la población bovina nacional, siendo el departamento del Meta el departamento con mayor número de animales, seguido por el departamento de Casanare. La orientación principal de esta actividad en la región es la cría de ganado para carne (Toro *et al.*, 2020). No obstante, aporta una importante cantidad a la producción nacional de leche, principalmente en la zona de piedemonte y las transiciones andinas a partir de la orientación doble propósito (carne y leche) (Díaz *et al.*, 2020).

2.2.1 Ecosistemas de la Orinoquia

Los departamentos de Arauca, Casanare, Meta y Vichada, que conforman la región de la Orinoquia, se caracterizan por sus paisajes únicos, que incluye sabanas inundables, altillanuras planas, altillanuras disectadas y piedemonte; en menor proporción, por transiciones selváticas, áreas protegidas y cordillera (Ruden *et al.*, 2020). Las sabanas y bosques son los principales ecosistemas naturales en la región de la Orinoquia

colombiana, de acuerdo con el Mapa Nacional de Ecosistemas (IDEAM *et al.*, 2017), en conjunto estos ecosistemas participan con el 79,1 % del área de la región. Las sabanas ocupan 11,7 millones de hectáreas y se encuentran en los departamentos de Arauca, Casanare y el norte de Meta y Vichada, se clasifican de acuerdo con (Prüssmann *et al.*, 2020) en estacionales con un área de 6,8 millones de hectáreas e inundables con 4,8 millones de hectáreas, respectivamente. Las sabanas inundables se encuentran principalmente en los departamentos de Arauca y Casanare; las estacionales en Vichada y Meta (IDEAM *et al.*, 2017). En cuanto a los bosques, se categorizan en basal húmedo, bosque de galería/ripario, bosques andinos y subandinos húmedos (IDEAM *et al.*, 2017).

2.2.2 Ecosistema de Sabana en el departamento de Casanare

En la clasificación de ecosistemas de la cuenca del río Orinoco (Humboldt & IGAC, 2004), los diversos ecosistemas presentes en el departamento de Casanare se clasifican a partir de tres niveles tipo general de bioma, bioma y ecosistema. De acuerdo con esta clasificación, el departamento integra 8 biomas y 36 ecosistemas naturales.

El anfibioma más representativo corresponde a la asociación de las sabanas del Arauca-Casanare, con un área de 2'792.481 hectáreas (ha). De acuerdo a esta clasificación, se denomina fisiográficamente la Orinoquia mal drenada y presenta en su interior cuatro tipos principales de formaciones vegetales condicionadas hídricamente:

1. Sabanas inundables o sabanas hiperestacionales (Sarmiento, 1983) determinadas principalmente por las condiciones hídricas presentes y el clima. Estas a su vez se subdividen de acuerdo con su paisaje en dos tipos: 1). sabana inundable, o de la llanura eólica la cual permanece inundada durante la mayor parte del año (8- 12 meses) con 30-100 cm de agua, se pueden encontrar en el extremo suroriental del departamento con límites con el río Meta y representa una extensión total de 1'550.855 ha; 2). Sabana inundable estacionalmente o de la llanura aluvial de desborde, la cual mantiene una lámina de agua superficial por un periodo de tiempo más corto (6- 8 meses) y se ubica en la parte media del departamento del Casanare con un área estimada de 1'033.352 ha.

2. Sabanas de médanos. No acumulan agua sobre la superficie y se caracterizan por su formación en condiciones de extrema aridez dentro de las áreas inundables y se ubican en los alrededores de la desembocadura del río Ariporo, Caño Agua Clara y Caño del Perro

en Casanare y en el Cravo Norte y Caño Agua de Limón en Arauca. Presentan una extensión de 88.290 ha.

3. *Sabanas arboladas*: asociadas a una formación vegetal herbácea con un porcentaje mayor de cobertura de plantas leñosas que en la sabana abierta. Se ubican principalmente entre el interfluvio del Casanare y el Pauto con una extensión de 30.212 ha.

4. *Sabanas de piedemonte*. Se ubican en la zona de piedemonte de Arauca, Casanare y Meta donde las condiciones hídricas no son determinantes para su presencia; son las que actualmente están más transformadas, quedando únicamente un área de 89.771 ha. Este bioma contiene ocho ecosistemas siendo la sabana inundable en terraza baja con influencia eólica mejor representada, seguida de la sabana inundable estacionalmente en terraza aluvial de río andinense y la sabana inundable en plano de inundación e llanura aluvial con influencia eólica (Humboldt & IGAC, 2004).

Los ecosistemas de sabanas, responden a una serie de condiciones edáficas e hidrológicas que se reflejan en la composición, estructura y procesos ecológicos que allí se desarrollan e interactúan (Sarmiento, 1983). De acuerdo con (Humboldt & IGAC, 2004), “la dinámica de las sabanas está determinada por la estacionalidad climática y el efecto que ésta tiene en la disponibilidad de agua y la recurrencia de las quemadas; la diferenciación de los tipos de paisaje de sabana está establecida por las condiciones de substrato, resultantes de las condiciones específica de relieve, materia parental de los suelos y la hidrología superficial y subterránea”. Por lo anterior estos ecosistemas son el resultado de las condiciones geomorfológicas y bioclimáticas y otras asociaciones biofísicas que han evolucionado en conjunto con el ecosistema.

En cuanto a la vegetación presente en las sabanas inundables, la cobertura vegetal dominante son herbazales densos donde pueden estar presentes solo hierbas en asociación con árboles y arbustos dispersos (Buriticá-Mejía, 2016). Las familias más representativas son: Poaceae, donde se incluyen diversas especies del género *Axonopus* sp., *Schizachyrium sanguineum*, *Paspalum pectinatum* y *Trachypogon spicatus* (Rangel-Ch. & Andrade-C., 2019) (Giraldo, 2014).

De acuerdo con (Mora-Fernández *et al.*, 2015), el predominio de las familias Poaceae, Cyperaceae y Fabaceae sobre las demás familias, caracteriza las sabanas inundables del departamento y permite reconocer el tipo de ecosistema que impera en la zona. Si bien en este ecosistema abundan las plantas de hábito herbáceo, incluyendo el pasto guaratara (*Axonopus purpusi*), rabo de vaca (*Andropogon bicornis*), cola de venado (*Andropogon*

selloanus y *A.leucostachys*), gramas (*Paspalum notatum* y *P. conjugatum*), paja (*Paspalum plicatum*), lambedora (*Leersia hexandra*) y la paja carretera (*Reimarochloa acuta*) principales fuente de alimento del ganado bovino (Cifuentes-Sarmiento & Ruiz-Guerra, 2022). En el estrato arbóreo se encuentran especímenes de Areaceae, como *Acrocomia aculeata*, familia Dilleniaceae con *Davilla sp.*, familia Rubiaceae con *Genipa americana* y Lamiaceae con *Vitex sp.* (Humboldt & IGAC, 2004). Otras especies características como los yarumos (*Cecropia peltata*), guásimo (*Guazuma ulmifolia*), chaparro (*Curatella americana*) y flor amarillo (*Senna silvestris*) (Cifuentes-Sarmiento & Ruiz-Guerra, 2022). Otro aspecto de gran relevancia es el clima, el cual se caracteriza por ser cálido tropical, con una temperatura promedio anual que oscila entre los 27 y 30°C (Humboldt & IGAC, 2004), la precipitación anual puede presentar valores entre los 3000 a 5000 mm en periodicidad monomodal en el régimen de lluvias, mostrando una temporalidad marcada con una época seca que va de noviembre a marzo y una época húmeda de abril a octubre, esta última la que determina en gran medida el contenido de agua en las sabanas inundables (Prüssmann *et al.*, 2020).

2.2.3 El Agroecosistema ganadero de Paz de Ariporo

En el municipio de Paz de Ariporo, la ganadería bovina se ha desarrollado a partir de la oferta natural del medio favoreciendo la conservación de la biodiversidad de la sabana en condiciones naturales y bajo pocas presiones de transformación por parte del ganadero. Sin embargo, esta ocupación del territorio está cambiando rápidamente por su baja productividad y rentabilidad económica como reportan los bajos indicadores productivos de la ganadería de cría en este ecosistema (Parra-Cortés *et al.*, 2019). La tasa de natalidad no supera el 45% y los intervalos entre partos oscilan entre 600 y 800 días (Gobernación de Casanare, 2015). Adicionalmente, la tasa de mortalidad de los terneros alcanza el 10 % y su peso al destete es bajo (160kg) (Peñuela *et al.*, 2017). De acuerdo con el último Boletín estadístico, el municipio presenta una distribución por ciclo de vida que corresponde al 15,4% de terneros menores a un año, 21,5% bovino de 1-2 años, 23,3% de bovino entre 2 y 3 años y 39,8% de bovinos mayores de 3 años (Gobernación de Casanare, 2019), lo que podría indicar un mayor tiempo en finca para su venta final. En el municipio se presentan dos modelos productivos: el modelo tradicional donde se aprovechan las praderas, en su mayoría pastos nativos en asocio a bosques de galería y riparios, las fincas cuentan con policultivos de pan coger y otros sistemas pecuarios de

especies menores (Peñuela *et al.*, 2019). Este sistema constituye aproximadamente el 90% de todas las explotaciones ganaderas del país (UPRA - Minagricultura, 2020) y en el municipio es el sistema predominante. Por otro lado, el modelo convencional, el cual utiliza pastos introducidos, manejo con división de potreros, baja densidad y diversidad de especies arbóreas, existe un alto control de malezas principalmente con manejo químico, se realiza fertilización de los suelos y se utiliza sales y suplementos alimenticios.

Recientemente en el marco del Proyecto Biocarbono se desarrolló la Carta del paisaje ganadero de sabana inundable de Paz de Ariporo, de acuerdo con los autores, el paisaje ganadero de sabana inundable de Paz de Ariporo, se define como: *“un paisaje cultural patrimonial reconocido por su población, donde la producción ganadera es eje de su identidad, de su legado y de su economía; es un paisaje en transformación, contenido en áreas de frontera agrícola y otras del territorio rural de la sabana inundable de Paz de Ariporo; su apropiación simbólica ha conllevado a su ordenamiento. Su carácter ha sido definido por la interacción de sus habitantes con el medio natural a lo largo del tiempo, en el que la producción ganadera, está adaptada al comportamiento climático de las sabanas inundables y se evidencia un buen estado de conservación del medio natural, por su gran diversidad biológica y riqueza hídrica”* (Combariza *et al.*, 2022).

En síntesis, el agroecosistema ganadero del municipio no es solo un sistema productivo, sino una forma de vida que se ha forjado a partir de la relación estrecha entre los pobladores, el entorno natural y la producción ganadera bovina

2.3 Concepto de sostenibilidad

El concepto de sostenibilidad ha venido incorporando bases éticas, sociales y herramientas para su asequibilidad y medición. Una primera definición es la expuesta en el informe Brundtland (Brundtland, 1987): *“satisfacer nuestras necesidades actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer las suyas”*. Sin embargo, se han planteado otras definiciones o teorías que varían notablemente desde el área de su formulación, encontrado adaptaciones para la producción agropecuaria, la región y el ambiente. Así pues, (Gomez, J. y Rodríguez, 2020), citado por (Ortiz-Muñoz, 2017), proponen que la sostenibilidad debe ser entendida principalmente como *“una construcción social que cambia según las necesidades de los individuos, por tanto, debe ser formulada específicamente dadas las condiciones geográficas y temporales”*. Adicional

a esto, (Carrillo-Ortiz & Celis-Martinez, 2017) sugiere que la implementación de herramientas para la toma de decisiones en el sector rural debe ir de la mano con la aplicación de indicadores de medición de planes, proyectos y programas encaminados hacia la sostenibilidad y así, conocer los factores determinantes que influyen los cambios en el comportamiento del sistema. Por su parte, (Bermejo, 2014) indica que el concepto de sostenibilidad y su medición ha llevado al desarrollo de conjuntos de indicadores para *“medir de una forma integrada las sostenibilidades ecológica o ambiental, económica y social”*.

Aunque la transformación de las áreas rurales ha cobrado mayor atención por parte de los tomadores de decisiones políticas y administrativas en las regiones, son los productores agropecuarios, al fin y al cabo, los administradores de los recursos naturales y los que toman las decisiones finales sobre la implementación de cualquier herramienta o metodología derivada de los indicadores para el manejo sostenible de los recursos. De acuerdo con (Fawaz, J. & Vallejos, 2011), la sostenibilidad de los espacios rurales hace referencia a la permanencia en el tiempo de los logros de desarrollo que se van alcanzando en un territorio determinado. Ello requiere una serie de condicionantes que determinen los indicadores medibles de sostenibilidad, ya sea de carácter cuantitativo, o de carácter cualitativo, más aún en situaciones tan dinámicas como las actuales, donde permanentemente los territorios tienen influencias externas que generan desequilibrios y desigualdades. Así, un sistema de indicadores de sostenibilidad sería un conjunto ordenado y cohesionado de indicadores que permite la evaluación, el seguimiento y el control de la sostenibilidad económica, social y ambiental de los procesos de desarrollo en una o varias áreas geográficas el estudio de la sostenibilidad en el sector rural.

2.4 Sostenibilidad de los sistemas de producción ganadera

En Colombia, el Ministerio de agricultura y desarrollo rural (Minagricultura, 2020) diseñó un plan de acción donde se han trazado las políticas, programas y acciones, direccionados a tres líneas estratégicas: Implementación e intensificación sostenible; innovación y desarrollo; e incentivos e instrumentos financieros. Según el plan se espera trabajar estas estrategias con la generación de políticas públicas enfocadas a extensión agropecuaria que involucra asistencia técnica, transferencia de tecnologías y proyectos de investigación.

Estos lineamientos llevaron, entre otras iniciativas e instituciones, a consolidar la Mesa de Ganadería sostenible y formular conjuntamente la Resolución 000126 cuyo objeto es adoptar los lineamientos de Política de Ganadería Bovina Sostenible-GBS 2022-2050. Los lineamientos están basados en las tres dimensiones de la sostenibilidad: la dimensión económica, la dimensión social y la dimensión ambiental, incluyendo una cuarta dimensión referida a la institucionalidad.

La Política de Ganadería Bovina Sostenible-GBS 2022-2050 contiene tres ejes estructurales, los cuales son: I. Sostenibilidad, Productividad y Mercados, II. Gobernanza e Institucionalidad y III. Financiamiento. El primer eje, busca generar procesos de reconversión de la ganadería convencional, haciendo alusión a la ganadería extensiva, hacia sistemas que involucren un manejo rotativo de las praderas, manejo de fertilizantes en pasturas, incorporación de árboles en potreros o modelos silvopastoriles que además conecten bosques y a su vez sean corredores ecosistémicos que salvaguarden la fauna silvestre; otros aspectos que se incluyen son la inclusión de construcciones agropecuarias que mejoren las condiciones de bienestar animal como acueductos ganaderos. Todo lo anterior buscando minimizar los impactos sobre el suelo, fuentes hídricas y la biodiversidad. Otro componente consiste en establecer sistemas de análisis que contribuyan al monitoreo de los sistemas productivos aunado con las estrategias de control de la movilización de ganado en ecosistemas estratégicos. También dentro de este objetivo se pretende generar productos diferenciados, especialmente cárnicos y lácteos de calidad, procedentes de sistemas ganaderos sostenibles. Finalmente el objetivo se fundamenta sobre la generación de estrategias de extensión rural y formación para los ganaderos permitiendo la adopción de los lineamientos. El segundo eje busca crear y consolidar diversas acciones que permitan incentivar el fortalecimiento de la institucionalidad tanto del orden nacional como regional, entidades públicas y privadas, incluyendo el seguimiento de directrices de control sanitario y de manejo ambiental. Por último, el tercer eje busca articular acciones institucionales del orden nacional y gestión de recursos del orden nacional e internacional para apalancar y cumplir los lineamientos descritos (MADR, 2022). Según (Lau *et al.*, 2011), el gobierno colombiano debe definir herramientas o metodologías para evaluar los sistemas productivos a nivel regional y así direccionar las políticas para la adopción de estrategias de manejo sostenible a los productores agropecuarios con capacitación y transferencia de tecnología, construyendo conjuntamente estrategias que fortalezcan y mantengan el estatus competitivo en producción ganadera (Ruden *et al.*,

2020). Para lograr estas iniciativas y a su vez la adopción de las políticas del GBS 2022-2050, las herramientas administrativas de control para la toma de decisiones en sostenibilidad permiten caracterizar predios de ganadería bovina, para a su vez definir las políticas regionales, proyectos e inclusión de tecnologías que busquen mejorar la cantidad y calidad del sistema productivo garantizando la sostenibilidad en todos sus ámbitos: ambiental, económico y social.

2.5 Metodología de evaluación de la sostenibilidad en ganadería

Para la evaluación de la sostenibilidad en sistemas de ganadería bovina, se parte de la definición del modelo de ganadería sostenible, el cual se basa en la búsqueda de un equilibrio entre la naturaleza, la productividad del sistema y la calidad de vida de los productores, surgiendo como alternativa para minimizar los efectos sociales, económicos y ambientales causados por el modelo productivo (Nieto *et al.*, 2012). De acuerdo con (Angón *et al.*, 2016) los sistemas de producción ganadera bovina se consideran sostenibles si cumplen los siguientes criterios: la explotación debe ser económicamente viable y generar los suficientes recursos para las personas que dependen de esta. Además, se resalta que dicha viabilidad económica está directamente relacionada con la eficiencia productiva incluyendo otras fuentes de ingresos que mejore la renta de la familia o productores asociados a una unidad productiva. Otro aspecto a considerar es la garantía del bienestar social de las personas que forman el sistema productivo y a su vez que se permita una transmisión de saberes en modelos de ganadería familia. Por último, dentro de una explotación se debe mantener los recursos naturales de la zona de producción y que estos sean imperturbables en el tiempo.

Los marcos de evaluación de la sostenibilidad han venido construyendo herramientas en base a unos indicadores que representan las tres dimensiones de la sostenibilidad: económica, social y medioambiental, pero que estos resultados se traduzcan en una base para la toma de decisiones a nivel local, regional o global. Un marco de referencia para el análisis de la sostenibilidad, lo plantea (FAO, 2016) con la herramienta Marco de Evaluación de la Sostenibilidad para la Agricultura y la Alimentación (SAFA). Este marco de evaluación de la sostenibilidad es una referencia internacional para el desarrollo sostenible en el ámbito de la agricultura y la alimentación, basa la evaluación en indicadores los cuales se les asigna una calificación de acuerdo a unos niveles deseables.

Esta herramienta es dinámica y adaptable a las condiciones de cada caso a evaluar, de manera que el proceso de selección de indicadores depende del contexto geográfico, ambiental, político y social, permitiendo seleccionarlos, modificarlos y/o eliminar, según sea el caso con el fin de adaptar la evaluación, para lograr que los resultados sean precisos y fiables para el contexto de estudio.

Otro método de evaluación ampliamente validado es el marco MESMIS, el cual propone cuatro premisas metodológicas básicas y una evaluación cíclica hecha a partir de seis pasos. Las premisas son: 1) la sustentabilidad de los sistemas de manejo de los recursos naturales (SMRN) se define a partir de por lo menos siete atributos sistémicos que son: productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, equidad, adaptabilidad y autogestión; 2) se realiza en un contexto específico y que se restringe a una escala espacial y temporal determinada; 3) la evaluación se piensa como un proceso participativo de los diferentes actores involucrados y requiere, por lo tanto, de un equipo interdisciplinario; y 4) la sustentabilidad no se determina per se, sino, que sea en términos relativos: a través de una comparación de uno o más SMRN (evaluación transversal) o monitoreando un SMRN a lo largo del tiempo (evaluación longitudinal) (Arnés & Astier, 2018)

En este proceso es muy importante recopilar los resultados de cada indicador en una sola matriz, determinar valores de referencia para cada indicador y construir índices para estos (para que se pueda comparar indicadores con unidades disímiles). Para la presentación e integración existen varias posibilidades de análisis: multicriterio; técnicas cuantitativas, cualitativas o gráficas mixtas (Acevedo-Osorio & Angarita-Leiton, 2013).

Para el estudio se empleó el Análisis de Componentes Principales (ACP) para los indicadores de estudios, ya que este permite explicar la mayor parte de la variabilidad total observada en un conjunto de variables con el menor número de componentes posibles (Schuschny & Soto, 2009). Esto se logra transformando el conjunto de variables originales que generalmente tienen correlación entre sí, en otro conjunto de variables no correlacionadas, denominadas factores o componentes principales, relacionadas con las primeras a través de una transformación lineal, y que están ordenadas de acuerdo con el porcentaje de variabilidad total que explican. Se escoge de entre las componentes principales a las que explican la mayor variabilidad acumulada, reduciendo así la dimensión total del conjunto de información. Lo anterior permitiendo ser más objetivo en el análisis del estudio.

2.6 Evaluación de la sostenibilidad en la dimensión ambiental de los sistemas de producción ganadera

La ganadería tradicional es una de las actividades de mayor impacto ambiental a nivel mundial y se ha asociado a diversos deterioros en los ecosistemas tales como deforestación, erosión del suelo, pérdida de biodiversidad, eutrofización y emisiones de gases (CSA, 2017). La ganadería es una de las fuentes de emisión continua y acumulativa de gases de efecto invernadero (GEI), mismos que son responsables en cierta medida del cambio climático y el calentamiento global contribuyendo entre el 14,5 y 15% de las emisiones totales de GEI (Steinfeld *et al.*, 2006). Mientras tanto, el cambio climático ocasiona en la actividad ganadera problemas de escasez de recursos naturales, pérdida de la biodiversidad y deterioro en la salud de los animales, estos últimos relacionados con la disminución de alimentos, la incidencia de plagas, reaparición de enfermedades y estrés calórico (Parra-Cortés *et al.*, 2019).

El ganado necesita grandes extensiones de tierra que lleva a la búsqueda de más espacio para su desarrollo, lo que termina generando procesos de degradación de los suelos, pérdida de biodiversidad, contaminación y disminución de las fuentes hídricas (Rivera, 2016). La ganadería también contribuye de manera directa o indirecta a la pérdida de la diversidad, modificando el hábitat de muchas otras especies. En América Latina, en los últimos años cerca del 70% de tierras de la Amazonia que antes eran bosques hoy han sido convertido en pastizales acompañados de procesos de degradación de suelos y fragmentación de paisajes (Nieto *et al.*, 2012). Este impacto genera una disminución en la regulación de los flujos hídricos y a su vez afectan la calidad fisicoquímica del agua, la estabilidad del cauce y de los organismos acuáticos presentes, un ejemplo en este aspecto está relacionado con el libre acceso del ganado a las fuentes agua, generando mayores porcentajes de sedimentación y aumento de la contaminación producido por las excretas de los animales (Rodríguez, 2020).

Para la evaluación de la sostenibilidad ambiental, la literatura reporta una serie de indicadores de tipo ambiental. Entre los indicadores, se puede clasificar los siguientes:

Suelos: pérdida de suelo, influencia de la pendiente, cobertura vegetal, cambio de pH, salinización, superficie de suelo con riesgo a desertificación, tasa de infiltración, resistencia a penetración, desarrollo del sistema radicular, indicadores biológicos (No de lombrices), capacidad de carga, periodo de descanso de potreros.

Agua: disponibilidad de agua, calidad de agua, presencia de contaminantes, protección zonas de reserva, disposición aguas residuales.

Biodiversidad: especies vegetales, especies animales (biodiversidad planificada y la biodiversidad asociada).

Técnicas agroecológicas: uso de agroquímicos, uso de antibióticos, uso de abonos orgánicos, prácticas agrícolas sostenibles.

Otros autores, refieren algunos indicadores que determinan las afectaciones o carga contaminante, incluyendo la emisión de gases de efecto invernadero, dentro de estos se encuentra: contenido de nitratos fijados en suelos, lixiviación de nitrógeno y concentración de nitritos y/o nitratos en aguas subterráneas (Lebacqz *et al.*, 2013). Este tipo de indicadores tiene dificultades de implementación, toda vez que la evaluación y toma de datos puede resultar un desafío para las investigaciones.

2.7 Evaluación de la sostenibilidad en la dimensión económica de los sistemas de producción ganadera

La ganadería para mantenerse como actividad económica importante en el país, obligatoriamente tiene que operar bajo buenos índices de rentabilidad, esto se puede lograr con la incorporación de nuevas tecnologías que ayuden a mejorar la eficiencia productiva de los sistemas. Otro aspecto que hay que mencionar es que la producción debe realizarse con parámetros de calidad e inocuidad, según las demandas del mercado, contar con canales de comercialización fijos que aseguren a los productores un precio justo y estable (Bautista, 2017). Sin embargo, siendo la actividad ganadera predominantemente de pequeños y medianos productores, la sostenibilidad económica de la ganadería se apoya en los procesos de diversificación que debe haber en sus unidades productivas, lo cual mejoraría los ingresos y flujos de caja de la finca a través de actividades como el turismo rural y la generación de servicios ambientales como un medio para obtener ingresos adicionales (Angón *et al.*, 2016). Otro parámetro a tener en cuenta, es la maximización de la mano de obra familiar y la minimización de los costos de producción.

Para la evaluación de la sostenibilidad económica se plantean diversos indicadores para los sistemas de producción ganadera (Rivera, 2016):

Tierra: distribución de la tierra (área total, área en pastos, área en cultivos, áreas en bosque, área en construcciones) y productividad de la tierra.

Tecnología: área en pastos mejorados, uso de leguminosas, usos de biotecnologías reproductivas, uso de registros.

Económico: costos de producción, diversidad de la producción en finca, acceso de créditos, valor agregado a los productos, innovación de la comercialización, grado de endeudamiento y ahorro, nivel de ingreso de la actividad productiva.

2.8 Evaluación de la sostenibilidad social de los sistemas de producción ganadera

Desde la perspectiva social, la ganadería debe generar bienestar a la familia, a través de la generación de un empleo digno y suficientes ingresos a las familias productoras, pero para ello es importante que las familias tengan acceso a la educación, asistencia técnica, capacitaciones, servicios públicos, asociatividad y que se garantice la participación de la mujer en el desarrollo del sector. La parte social de los productores es una de las variables que más afecta a la hora de buscar la sostenibilidad de los sistemas productivos y debe buscar el fortalecimiento organizacional de los productores con miras al mejoramiento de la comercialización de sus productos y obtener mayores beneficios, en este caso los grupos con mayor capital social son los que mejor podrán afrontar los cambios y los embates de la economía y de la naturaleza (FAO, 2016).

Algunos indicadores que pueden ser usados en la evaluación de la sostenibilidad social en los sistemas ganaderos:

Educación: Grado de escolaridad, capacitación y disponibilidad y acceso a centros de educación, nivel de adopción de tecnologías.

Salud: acceso a servicios de salud.

Condiciones de vida: disponibilidad de servicios públicos, conservación de la cultura y tecnologías tradicionales, seguridad alimentaria y equidad de género.

Empleo: Cantidad de empleos generados y familias beneficiarias, cumplimiento de la ley laboral (Angón *et al.*, 2016).

3. Metodología

La presente investigación tiene un enfoque metodológico cuantitativo y cualitativo. Para la investigación cuantitativa, el instrumento de recolección de información es la encuesta (anexo 1) aplicada a una muestra representativa de ganaderos (130) del municipio de Paz de Ariporo seleccionada al azar. Para ello se tuvo en cuenta la base de datos de la Secretaría de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del municipio. Además, se realizaron visitas en cada uno de los predios con reconocimiento en campo de las condiciones y atributos de sostenibilidad evaluados en el cuestionario.

3.1 Área de estudio

El estudio se desarrolló en el municipio de Paz de Ariporo, departamento de Casanare. La cabecera municipal está localizada a los 05°52'53" de latitud norte y 71°53'39" de longitud oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 275 m (Peñuela *et al.*, 2017). Dista de Yopal la capital departamental 90 km por vía terrestre. El área municipal es de 12.114 km² y limita al norte con Hato Corozal (Casanare), al este con La Primavera (Vichada), al sur con Trinidad y Pore (Casanare) y al oeste con Támara (Casanare). *“Cuenta con el corregimiento de Bocas de La Hermosa y las inspecciones de policía de Caño Chiquito, Centro Gaitán, La Aguada y Montaña del Totumo. El municipio registra 6.455 predios rurales. En el municipio se identifican dos unidades morfológicas, una al oeste de topografía montañosa que hace parte del flanco oriental de la cordillera Oriental, en donde se destacan los cerros Zamaricote y Careperro; y otra plana en la mayor parte del municipio y corresponde a los llanos Orientales de la Orinoquia formada por llanuras aluviales y eólicas. Recorren el territorio los ríos Ariporo, Guachiría y Muese, al igual que numerosas corrientes menores. Sus tierras se encuentran en el clima cálido, la humedad relativa promedio anual es de 76% y la temperatura promedio anual es de 26,7 °C, siendo marzo el mes de mayor temperatura y julio el de menor. La precipitación media anual es de 3.007 mm, está asociada a la Zona de Convergencia Intertropical (ZCIT) y se distribuye en un régimen monomodal que se extiende entre los meses de abril a noviembre, siendo junio el mes más lluvioso”* (Gobernación de Casanare, 2019).

3.2 Diseño Metodológico

Para alcanzar el objetivo general de esta investigación, fue preciso diseñar la metodología de la investigación en tres fases, cada una de ellas pretendía alcanzar los objetivos específicos que en suma permitieran el logro del objetivo general. Así, el estudio se subdividió en tres fases del estudio:

- Construcción de indicadores para medir la sostenibilidad de los sistemas productivos ganaderos del municipio de Paz de Ariporo, Casanare.
- Evaluar el nivel de sostenibilidad de acuerdo al número de grupos determinados para los sistemas productivos ganaderos del municipio de Paz de Ariporo, Casanare.
- Identificar los indicadores que determinan la sostenibilidad del sistema productivo de estudio.

La propuesta a desarrollar integra investigación aplicada, donde los sistemas productivos serán evaluados de acuerdo a los criterios ambientales, económicos y sociales y además se valoriza el saber local de los productores, considerando que son los actores que toman las decisiones de manejo de los sistemas (Corrales & Nieto, 2017). Según (Eufemia et al., 2019) incorporar metodologías que promuevan la participación y el empoderamiento de los productores involucrados en el proceso de evaluación, le permite a los productores obtener una percepción más amplia de los problemas y de las soluciones potenciales.

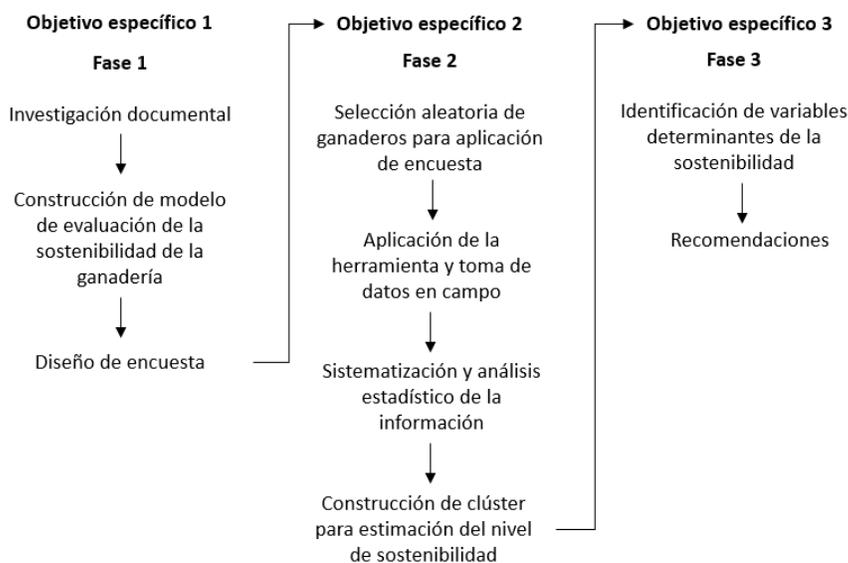
Los indicadores para la evaluación de la sostenibilidad económica, social y ambiental se seleccionaron teniendo en cuenta aspectos como: nivel productivo, condiciones observadas en terreno en cuanto a los sistemas de producción y con base a revisión bibliográfica y replicando la metodología descrita por (Rivera, 2016), empleando los indicadores evaluados con criterios diferenciales de acuerdo al contexto de la zona de estudio. Ante la existencia de valores locales de referencia se tomaron los promedios de la zona en estudio y valores de referencias bibliográficas de agroecosistemas similares, siguiendo la metodología de investigaciones similares (Nasca et al., 2006) (Rivera-Huerta et al., 2020).

El estudio se desarrolló en los meses de abril, mayo y junio del año 2021, coincidiendo con el inicio de la temporada de lluvias característica de la zona. Finalmente, para efectos de la practicidad y acotamiento el estudio incluyó predios con ganadería extensiva, considerando que es el sistema predominante y la diferencia entre ganadería convencional no es tangible ni diferenciable por los productores.

3.3 Fases del estudio

Figura 3-1 presenta el esquema metodológico de la investigación y el abordaje de los objetivos específicos establecidos para cada una de las fases a desarrollar en la investigación

Figura 3-1: Esquema metodológico de la investigación



3.4 Primera fase

La primera fase buscó alcanzar el objetivo 1. En primer lugar, para construir el modelo de evaluación de la sostenibilidad de la ganadería se realizó investigación documental a partir de la consulta de literatura para identificar los principales elementos que inciden en la sostenibilidad de la ganadería bovina. La búsqueda de información se centró en la disertación de 16 artículos científicos, 7 libros, 4 cartillas, 9 memorias de eventos académicos, 5 artículos gremiales y más de 12 boletines de estadísticas del sector. Para la construcción de indicadores se utilizó como base la metodología propuesta por (Angón et al., 2016) donde la construcción de indicadores se realiza a partir de un marco teórico que sitúa supuestos y se contrastan con la realidad, logrando una integración de la situación actual y la interoperabilidad propia de la herramienta de análisis. Así, partiendo

del concepto teórico de sostenibilidad descrito anteriormente, se establecen supuestos acerca de un sistema ganadero sostenible, estos supuestos se plantean a partir de bibliografía para cada una de las dimensiones de la sostenibilidad. Se entiende que una dimensión es cada uno de los aspectos generales considerados en la evaluación global de la sostenibilidad: ambiental, económico y social. Una variable es una propiedad que caracteriza un sistema en un momento dado y un indicador es una herramienta para medir esta variable que permite ver una tendencia que de otra forma no se detecta fácilmente (Lebacqz *et al.*, 2013). Un ejemplo para el caso de estudio, la variable uso de abonos orgánicos permite conocer el indicador conservación de suelos.

Además de lo anterior, la propuesta tuvo en cuenta la metodología MESMIS (Arnés & Astier, 2018), considerando para la validez de la evaluación de la sostenibilidad las siguientes premisas básicas:

1. El concepto de sostenibilidad empleado sugiere la satisfacción de las necesidades humanas, viabilidad económica, productividad ecológica y la fijación de objetivos a largo plazo, acciones que son enmarcadas por siete atributos presentes en los agroecosistemas: productividad, estabilidad, confiabilidad, resiliencia, adaptabilidad, equidad y autosuficiencia (autogestión) (Acevedo-Osorio & Angarita-Leiton, 2013).
2. La evaluación de sustentabilidad debe realizarse para un sistema de manejo específico, contexto sociopolítico equiparable, en determinada localización geográfica, similar escala espacial y un periodo de tiempo previamente definido.
3. El proceso participativo es esencial y requiere la perspectiva de un equipo de trabajo multidisciplinario, en el cual se involucren tanto actores externos como técnicos y profesionales, y actores internos como líderes comunitarios, productores y campesinos.
4. La sustentabilidad no puede evaluarse *per se*, por eso indica dos vías de análisis: comparación longitudinal (a través del tiempo) o comparación simultánea (uno o más sistemas de manejo).

Teniendo en cuenta lo anterior y dada la naturaleza de la producción ganadera y el tiempo definido para la investigación, no se cumplió con el inciso 4, considerando que la ganadería en la zona se realiza bajo un solo sistema de manejo (ganadería extensiva) aún a pesar de que algunas fincas tienen componentes diferenciales en las explotaciones productivas pero que no eran apreciables al momento de establecer la investigación, además, la

evaluación comparativa en el tiempo tomaría más de un ciclo productivo, lo cual no pudo efectuarse en la investigación.

3.4.1 Construcción de indicadores de sostenibilidad

Partiendo de una base conceptual sólida que consistió en los indicadores definidos, se hicieron entrevistas con profesionales, expertos y productores líderes del departamento de Casanare, quienes presentaron interés en participar de la investigación, estos acercamientos se hicieron en el marco de las mesas regionales de la cadena de ganadería y a través de la secretaría de agricultura y medio ambiente del municipio que referenció a 14 productores líderes del municipio, en cuanto a los profesionales participantes se entrevistó a 3 médicos veterinarios y dos técnicos agropecuarios vinculados al sector privado en el desarrollo de asistencias técnicas con casas comerciales. Durante los espacios de encuentro, se realizaron actividades encaminadas a la construcción colectiva de los indicadores, en primera instancia se realizó la contextualización sobre la importancia de una producción sostenible y su medición a través de indicadores. Posteriormente se presentaron diferentes indicadores propuestos y la posibilidad de anexar variables de interés para la producción ganadera ya sea que favorezcan o limiten la actividad en el lugar de evaluación.

Finalmente, se delimitó la batería de indicadores que permitieran evaluar la sostenibilidad de la ganadería en el municipio de Paz de Ariporo. Los indicadores de sostenibilidad formulados corresponden esencialmente a las necesidades detectadas por los productores locales, quienes estuvieron de acuerdo en priorizar los factores que intervienen para facilitar la medición de los impactos generados en el área ambiental, social y económica a través del tiempo.

Además se tuvo en cuenta lo propuesto por (Motta-Delgado et al., 2019), evaluando cada indicador de acuerdo a las siguientes condiciones:

- Integradores.
- De fácil entendimiento.
- Capaces de describir procesos en el agroecosistema.
- Significativos al concepto de sostenibilidad de los agroecosistemas analizados.
- Sensibles a los cambios del sistema (manejo, clima, plagas y perturbaciones).
- Analizables en relación con otros indicadores.

- La recolección de información no debe ser difícil ni costosa.
- Los productores, personal técnico y profesional deben participar en su diseño y medición.
- Las medidas deben poder repetirse a través del tiempo.

Asimismo, es de considerar que los indicadores no necesitan cubrir toda la base de recursos y todos los elementos de la operación de un sistema.

3.4.2 Indicadores de Sostenibilidad Ambiental

Para el estudio se definieron los siguientes indicadores para la evaluación de la sostenibilidad ambiental, seleccionados a partir de lo propuesto por Rivera (2016) y corroborado por Motta-Delgado et al. (2019). Las mediciones se realizaron mediante encuesta estructurada y monitoreo en campo.

Cobertura Vegetal: Para la evaluación de este parámetro se prevé evaluar dos potreros por finca realizando recorridos diagonales, tomando 5 puntos de observación por cada potrero y registro individual, evaluando visualmente el porcentaje de cobertura de pasto, maleza y suelo sin cobertura herbácea viva en un área aproximada de 0.5 x 0.5 m. los resultados se expresan en escala de 1 a 3 siendo buena (3), regular, (2) y mala (1).

Tabla 3-1: Escala ordinal para determinar estado de cobertura vegetal en potreros.

Condiciones de las praderas	Calificación
Porcentaje de forraje menor al 40% y suelo desnudo mayor al 20%	1
Porcentaje de forraje entre 40 al 75% y suelo desnudo entre 10 y 20%	2
Porcentaje de forraje mayor al 75% y suelo desnudo menor al 10%	3

Protección de fuentes de Agua: El monitoreo sobre el estado actual y el grado de protección de las fuentes de agua tales como: nacimientos de agua, humedales, quebradas y ríos se hicieron en cada una de las fincas objeto del estudio. La medición se hizo mediante escala de Likert donde se asigna un valor de 0 a 4 teniendo en cuenta variables como aislamiento y presencia de cobertura vegetal

Tabla 3-2: Escala ordinal para determinar grado de protección de las fuentes de agua.

Características	Calificación
Ausencia de bosque protector con libre entrada de animales	0
Aislamiento entrada de animales con ausencia de bosque protector	1
Aislamiento entrada de animales con bosque protector incipiente	2
Aislamiento entrada de animales con bosque protector medio	3
Aislamiento entrada de animales con bosque protector alto	4

Carga Animal: Se refiere al número de animales que pueden pastorear en un área determinada sin afectar la productividad de las pasturas. Este indicador se determina con el área total en praderas dividido sobre el número promedio de animales en producción expresando en Unidad de Gran Ganado (UGG).

Disposición de Aguas residuales: Este indicador está relacionado con la disposición final de las aguas residuales de la finca bien sea de uso doméstico o de actividades relacionados con la actividad productiva. Esta medición se realiza directamente en la finca mediante observación directa con el uso de una escala ordinal (Tabla 3).

Tabla 3-3: Escala ordinal para evaluar la disposición final de las aguas residuales.

Características	Calificación
A campo abierto	0
Disposición directa a fuentes de agua	1
Pozo Séptico	2
Alcantarillado	3

Biodiversidad: El concepto de biodiversidad en finca se relaciona con el número y variedad de especies animales y vegetales existentes, las fincas se consideran un tipo de ecosistemas conocidos como ecosistemas agropecuarios, donde las especies domesticas o programadas por el hombre y las especies silvestres se relacionan entre sí para un beneficio mutuo. En este sentido, en términos de sostenibilidad es importante su preservación ya que son un factor de equilibrio ecológico y conservación del paisaje, generación de ingresos adicionales y servicios ambientales y se garantiza que la actividad agropecuaria no afecte la calidad de vida de la familia y de las comunidades aledañas a

este tipo de ecosistemas. En el estudio el indicador se determinará mediante observación y cuantificación de número de especies animales programadas y número de especies silvestres asociadas a la finca.

Uso de agroquímicos: Uno de los problemas ambientales más extendidos en todo el mundo es el uso indiscriminado de agroquímicos en la actividad agropecuaria, con efectos negativos sobre el ambiente. En la ganadería es común la utilización de plaguicidas tanto para el ganado como en pasturas para el control de plagas y enfermedades, así como, el uso de fertilizantes y drogas de síntesis química para aumentar la productividad de las pasturas y el manejo sanitario de los animales. El uso inadecuado de estos productos puede traer problemas de contaminación en suelos, aguas y la atmosfera. Por tal razón, es necesario crear o incentivar estrategias para un uso adecuado de los agroquímicos. Para el estudio este indicador se busca obtener directamente de los productores, teniendo en cuenta parámetros como el tipo de fertilización y método de control de plagas, arvenses y enfermedades usadas en la finca bien sea química, orgánica o los dos. De ahí se estima el nivel de uso de los mismos mediante el uso de una escala ordinal teniendo en cuenta la frecuencia y cantidad de aplicaciones (Tabla 4).

Tabla 3-4: Escala ordinal para evaluar el nivel de uso de agroquímicos.

Características	Calificación
Nivel alto de uso de agroquímicos en finca	1
Nivel medio de uso de agroquímicos en finca	2
Nivel bajo de uso de agroquímicos en finca	3

Conservación de los suelos: en la actividad ganadera debe ser una prioridad con el fin de garantizar su productividad y preservación de las características fisicoquímicas de los suelos. En este sentido, en el estudio esta variable se medirá mediante escala ordinal teniendo en cuenta algunas prácticas de conservación de suelos usados en la región y la información suministrada por cada productor y monitoreada directamente en cada finca, de acuerdo a las prácticas solo se emplean abonos orgánicos e inserción de sistemas silvopastoriles, otros aspectos relevantes como enmiendas de tipo calizas no son empleadas para la zona, de manera que fueron excluidas del estudio.

Tabla 3-5: Escala ordinal para evaluar las prácticas de conservación de suelos.

Características	Calificación
Ausencia de prácticas de conservación de suelos	0
Uso de abonos orgánicos	1
Uso de biofertilizantes	2
Uso de abonos orgánicos y biofertilizantes	3
Uso de sistemas silvopastoriles (SSP)	4
Uso de abonos orgánicos, biofertilizantes mas SSP	5
Uso de abonos orgánicos más SSP	6
Uso de biofertilizantes mas SSP	7

Sistemas de Pastoreo: Se refiere a las alternativas para el uso eficiente de las pasturas por parte de los animales, la finalidad básica es el uso racional de los pastos lo que conduce a una mejor productividad del sistema productivo y un mejor manejo de las praderas. Este parámetro se establece mediante el uso de escala ordinal, las observaciones se realizan directamente en las fincas de los productores.

Tabla 3-6: Escala ordinal para evaluar los sistemas de pastoreo.

Características	Calificación
Alambre de púa con pastoreo continuo	1
Cerca eléctrica y a doble franja con delimitación de potreros	2
Pastoreo rotacional con potreros delimitados	3

3.4.3 Indicadores de sostenibilidad económica

Para la determinación de los indicadores de sostenibilidad económica se partió de una revisión bibliográfica referente y se seleccionaron los indicadores pertinentes teniendo en cuenta las condiciones de producción y manejo de los predios de estudio, información suministrada por los productores sobre el sistema productivo, dentro de estos indicadores se incluyeron aspectos asociados al precio de producción y venta, como punto de partida

para la evaluación final incluyendo los que mejor se adaptan al estudio teniendo en cuenta la temporalidad de la evaluación, la disponibilidad de registros por parte de los productores

Costos de producción por kilogramo de carne: Para este indicador se tuvieron en cuenta todos los costos incurridos en la producción de cárnica tales como: mano de obra, insumos, droga veterinaria, agroquímicos, transporte, inseminaciones, pago de maquinaria agrícola y servicios públicos como agua y luz. Esta información se obtiene con los datos de cada finca e información suministrada por el productor durante la entrevista. Los costos generados en el año se dividen por la cantidad de peso vivo producido en el mismo año.

$$\text{CPKg} = \text{CTP} / \text{TPKg}$$

Donde:

CPKg: Costos de producción por kg de carne producido

CTP: Costos total producido

TPKg: Total de la producción en kg.

Acceso a créditos: Los servicios financieros son importantes para el desarrollo de todo sector productivo, por tanto, el acceso a capital permite a las familias rurales el mejoramiento de los sistemas productivos. Para evaluar este indicador se tiene en cuenta variables como historial crediticio y cumplimiento de garantías. Para el estudio se determina el acceso a créditos por parte del productor, entidades crediticias que recurren y la calificación que dan los productores sobre los servicios bancarios en la zona.

3.4.4 Indicadores sociales

Las variables a evaluar se determinaron con base a revisión bibliográfica y estudios realizados sobre el tema. La medición de cada variable se realiza mediante el uso de una escala de percepción aplicada a cada productor mediante entrevista y observación en campo.

Calidad de vida: Según la calidad de vida se define como una oportunidad que tiene un individuo, una familia o una comunidad de satisfacer todas sus necesidades para alcanzar su propio bienestar bien sea material o espiritual. En este sentido, la calidad de vida está relacionado con las condiciones de vida. Entre algunos parámetros relacionados con las

condiciones de vida se puede mencionar la educación, la calidad de la vivienda, acceso a salud, servicios públicos, transporte, comunicaciones, etc. En el estudio, la medición de este indicador se hizo mediante la construcción de una escala de percepción construida con base en los criterios anteriormente mencionados.

Tabla 3-7: Escala ordinal para evaluar las condiciones de vida

Indicador	Variable	Calificación
Nivel Educativo	No tiene	0
	Primaria incompleta	1
	Primaria completa	2
	Básica secundaria	3
	Bachillerato	4
	Técnico	5
	Profesional	6
Calidad de la vivienda	Mala	1
	Regular	2
	Buena	3
Acceso a servicios públicos (agua, luz, teléfono, salud)	Malo	1
	Regular	2
	Bueno	3
Accesibilidad (transporte, vías de comunicación)	Malo 1	1
	Regular	2
	Bueno	3
Total		

Calificación: Bueno (12-15), Regular (7-11), Malo (3- 6).

3.5 Segunda fase

En esta fase se desarrolló el objetivo específico 2, medir el nivel de sostenibilidad del sistema productivo ganadero del municipio de Paz de Ariporo, Casanare. Para lograrlo se articuló con la Secretaría de agricultura y medio ambiente del municipio, donde de manera aleatoria se seleccionaron 130 productores ganaderos, los productores seleccionados se encontraban ubicados dentro de la distribución estimada de veredas donde se desarrolla

la actividad ganadera, el método de selección empleado se consideró siguiendo lo propuesto por (Cunha & Moneva, 2018). De acuerdo con (Rodríguez, 2020), este método de selección incrementa la posibilidad de que el grupo seleccionado posea características similares al grupo general.

A los productores seleccionados se realizó la entrevista detallada en el anexo 1 acompañada con recorrido del predio.

3.6 Tercera fase

En esta fase se desarrolló el objetivo específico 3, identificar los indicadores que determinan la sostenibilidad de los sistemas productivos de estudio. Para lograrlo, inicialmente se realizó un análisis estadístico de tipo multivalente, ya que se buscaba reducir la dimensionalidad y descubrir los factores subyacentes y de mayor aporte representados en el conjunto de variables (Cea D'Ancona *et al.*, 2012). Existen dos técnicas multivariantes para reducir las dimensiones cuando las variables son cuantitativas: el análisis de componentes principales y el análisis factorial, a su vez se diferencian fundamentalmente de acuerdo con el objetivo que persiguen. Con el análisis de componentes principales se consiguen factores que resultan de la combinación de las variables observables y cuyo cálculo se basa en aspectos matemáticos sin tener en cuenta su interpretabilidad teórica o aplicada, es decir, pueden aportar datos que no sean fácilmente útiles para interpretar una situación particular. El análisis factorial por su parte, permite descubrir variables latentes no observables y que tienen lógica en el marco de una teoría o en la forma de entender las relaciones entre las variables (Guti, 2019).

Para el análisis del estudio, se partió inicialmente en la estandarización de las variables teniendo en cuenta que los indicadores presentan diferencias de magnitud o escalas, además algunas escalas con puntuaciones altas (ejemplo: indicador de conservación de suelos que evalúa en una escala de 0 hasta 7) pueden anular las diferencias existentes entre las variables con puntuaciones bajas (ejemplo: indicador sistema de pastoreo que evalúa en una escala de 1 hasta 3) (Molina Concepción *et al.*, 2015). Con las variables estandarizadas, se realizó el análisis factorial de datos mixtos (FAMD por sus siglas en inglés), en el software estadístico R ©, de allí se seleccionaron los componentes principales que explicaban el 70 por ciento de la varianza. Posteriormente para la construcción de los clúster, se desarrolló la metodología citada por (Foss *et al.*, 2019), empleando un método

de distancia que permite acomodar variables en escala categóricas y de intervalo. Luego, los datos se agrupan usando el método distancia de Gower (Gower, 1971), el cual busca la minimizar la heterogeneidad del conjunto de datos y así encontrar la mayor similitud (Majerova & Nevima, 2017), permitiendo obtener a través de este método 4 grupos de fincas en función de la similaridad existente entre ellas de acuerdo a las variables evaluadas.

El método Gower indica que la distancia entre dos vectores \mathbf{x} , \mathbf{y} de longitud m se puede calcular de la siguiente manera. Sea $f_j(x_j, y_j) = |x_j - y_j|/r_j$ si x_j e y_j son escalas de intervalo (donde r_j da el rango muestral de la variable j), y sea $f_j(x_j, y_j) = I\{x_j \neq y_j\}$ si x_j e y_j son escalas categóricas (donde I es la función indicadora). Entonces la distancia de Gower es:

$$d_G(\mathbf{x}, \mathbf{y}) = \frac{\sum_{j=1}^m w_j f_j(x_j, y_j)}{\sum_{j=1}^m w_j},$$

Donde w_j es un peso especificado por el usuario para las variables $j = 1, 2, \dots, m$.

4. Resultados y discusión

4.1 Caracterización de los ganaderos del municipio de Paz de Ariporo

Los productores o ganaderos del municipio se caracterizan por el arraigo cultural, tradición e innovación que combinan para la producción del ganado. De acuerdo con la carta de paisaje ganadero del municipio de Paz de Ariporo, “*el sistema de producción de ganado*

no solo es de carácter extensivo, sino de tipo anfibio; es decir, en constante pervivencia con el agua, amplía diversidad genética en bovinos con un biotipo racial adaptado a las sabanas inundadas de tipo cebuino con cruce predominante de la raza Brahman, incluyendo criollos como el casanareño, y razas europeas como simmental, pardo suizo, angus, charole y senepol, entre otros” (Combariza et al., 2022). Con las visitas realizadas a los predios de estudio se refleja una ganadería con incidencia de la cultura e identidad llanera, reflejando estrategias de conservación en la gran mayoría de los predios, estas estrategias buscan salvaguardar los paisajes junto con la biodiversidad de fauna y flora; a su vez las fuentes hídricas entendiendo que la dinámica productiva del territorio depende de la marcada estacionalidad y distribución del recurso.

Se identifican dos orientaciones productivas. La primera, hacia la cría de ganado entendiendo la producción basada en la comercialización de los terneros después del destete, en 86 (66%) predios estudiados es el sistema predominante, además se caracteriza por presentar bajos niveles tecnológicos y tasas de natalidad inferiores al 50 %. La orientación productiva de levante y ceba correspondió a 44 (34%) de los predios encuestados, este sistema se centra en la ganancia diaria de peso de los animales para la venta final, en su mayoría el sistema integra animales machos procedentes de fincas dedicadas a la orientación productiva de la cría.

En la encuesta participaron 71 hombres y 59 mujeres, de relevancia para el estudio la participación mayoritaria de los hombres está dada por el liderazgo productivo de la ganadería sobre los dueños y su delegación en los administradores o “encargados”, lo cual supone una participación en escenarios de discusión o participación más limitada para las mujeres que trabajan o hacen parte de los predios ganaderos.

4.2 Resultados de los indicadores

En este apartado se presentan los resultados obtenidos en la investigación. Para ello se estructura su presentación en función a los objetivos específicos 2 y 3 trazados para la misma; así mismo se realiza la discusión de los hallazgos obtenidos en relación a cada objetivo.

Según el estudio, el tamaño promedio de las fincas evaluadas es de 218 hectáreas, con valores mínimos de 18 hectáreas y máximos de 1.308 hectáreas de las cuales en su mayoría solo el 40% del área corresponde a pasturas. En las visitas a las unidades

productivas, se evidenció que la ganadería que se presenta actualmente es de tipo extensiva debido al gran número de hectáreas con las que cuenta cada unidad productiva y el número respectivo de animales.

4.3 Resultados de los indicadores ambientales

Para el análisis de este componente se tuvo en cuenta el tamaño de las fincas, sin embargo, la diferencia entre el grupo de fincas no era significativo, por tanto, se comparó el grado de afectación en cada una de las variables estudiadas. En la tabla 8 se relacionan los resultados generales del estudio y la tabla 9, los resultados en función al tamaño de las fincas evaluadas.

Tabla 4-8: Resultados de los indicadores ambientales

Indicador	Variable	Resultados			% del total por indicador
		Escala ordinal	Calificación	No. fincas	
Cobertura Vegetal	Porcentaje de forraje disponible	Porcentaje de forraje menor al 40% y suelo desnudo mayor al 20%	1	37	28,46
		Porcentaje de forraje entre 40 al 75% y suelo desnudo entre 10 y 20%	2	49	37,69
		Porcentaje de forraje mayor al 75% y suelo desnudo menor al 10%	3	44	33,84
Protección de fuentes de agua	Presencia de bosque protector	Ausencia de bosque protector con libre entrada de animales	0	11	8,46
		Aislamiento entrada de animales con ausencia de bosque protector	1	29	22,3
		Aislamiento entrada de animales con bosque protector incipiente	2	57	43,8

		Aislamiento entrada de animales con bosque protector medio	3	24	18,46
		Aislamiento entrada de animales con bosque protector alto	4	9	6,92
Disposición de aguas residuales	Manejo de aguas residuales	A campo abierto	0	11	8,46
		Disposición directa a fuentes de agua	1	23	17,69
		Pozo Séptico	2	96	73,84
		Alcantarillado	3	0	0
Uso de agroquímicos	Nivel de uso de agroquímicos	Nivel alto de uso de agroquímicos en finca	1	64	49,23
		Nivel medio de uso de agroquímicos en finca	2	55	42,30
		Nivel bajo de uso de agroquímicos en finca	3	11	8,46
Conservación de los suelos	Prácticas de manejo y conservación	Ausencia de prácticas de conservación de suelos	0	83	63,84
		Uso de abonos orgánicos	1	9	6,92
		Uso de biofertilizantes	2	0	0
		Uso de abonos orgánicos y biofertilizantes	3	0	0
		Uso de sistemas silvopastoriles (SSP)	4	38	29,23
		Uso de abonos orgánicos, biofertilizantes más SSP	5	0	0
		Uso de abonos orgánicos más SSP	6	0	0
		Uso de biofertilizantes más SSP	7	0	0
Sistema de pastoreo	Tipo de pastoreo y manejo de potreros	Alambre de púa con pastoreo continuo	1	96	73,84
		Cerca eléctrica y a doble franja con delimitación de potreros	2	22	16,92

		Pastoreo rotacional con potreros delimitados	3	12	9,23
--	--	--	---	----	------

Con la determinación de carga animal, el valor calculado promedio es de 0,6 (UGG/Ha), es decir que por cada hectárea en promedio se podría tener una res de 270 kg de peso vivo, valores similares son reportados por Fedegán para la zona de estudio (FEDEGAN, 2018).

Tabla 4-9: Resultados de los parámetros ambientales por tamaño de las fincas de estudio

Indicador	Tamaño de la finca				Media general
	Pequeña	Mediana	Grande	Muy grande	
Cobertura vegetal	38,21	39,12	30,13	30,40	33,84
Protección de fuentes de agua	18,72	22,3	18,46	18,46	22,3
Capacidad de carga	80,00	79,00	45,00	48,00	66,00
Disposición de aguas residuales	82,93	65,83	70,45	75,94	73,84
Uso de agroquímicos	58,54	42,30	49,18	45,45	49,23
Conservación de suelos	30,77	24,18	29,13	6,92	29,23
Sistema de pastoreo	19,23	14,73	19,36	12,30	16,92

Nota: Los valores determinados para el tamaño de las fincas son: pequeñas: menor a 20 hectáreas, mediana: 20-50 hectáreas, grandes: 50-200 hectáreas, muy grandes: mayor a 200 hectáreas (UPRA - Minagricultura, 2020). Los valores fueron ponderados para una mejor interpretación de los resultados, siendo valores ideales los cercanos a 100.

De acuerdo al análisis de las variables evaluadas, se encontró que la mayoría de las explotaciones (66 %) tiene coberturas bajas o medias, con la observación en campo no se presentan procesos de erosión en los suelos, sin embargo, en fincas donde se evidencia un mayor manejo mecanizado e incorporación de variedades de pastos la cobertura vegetal en temporada seca es menor, frente a las fincas con manejos convencionales (28,4% frente a 33,8%) limitando la oferta de alimento para los animales en temporada crítica. Las fincas de la zona de estudio se caracterizan por la amplia variedad de afluentes y zonas húmedas como caños y esteros, característico del paisaje de sabana inundable, encontrando diversas formas de protección de estos afluentes, los cuales en un 8% los animales acceden a las fuentes sin ningún tipo de control o manejo, generando contaminación de los afluentes y limitando el uso para el consumo humano, además una

de las prácticas encontradas fue la formación de abrevaderos para conservación de agua en temporada seca, actividad que se realiza de forma deliberada en el 28% de las fincas evaluadas.

Otra variable fue el nivel de uso de agroquímicos en las fincas, un 49% de las explotaciones emplean productos para control sanitario y preventivo, encontrando productos antibióticos, antiparasitarios y hemoparasitarios, además de insecticidas para el control de parásitos externos. En entrevista con los productores la gran mayoría (55% de los encuestados) de las aplicaciones que se realizan dan respuesta a las afectaciones más no como estrategia de prevención. Otro grupo de agroquímicos que se emplea ampliamente en las fincas, son los herbicidas selectivos (49 % de los encuestados) a las praderas, los cuales tienen como fin erradicar y controlar las arvenses de los potreros.

Finalmente, la variable conservación de suelos se calificó con valores bajos, ya que la práctica de uso de abonos orgánicos, sistemas silvopastoriles o biofertilizantes presenta baja adopción por los propietarios de las fincas de estudio (64 % de los encuestados). En cuanto el tipo de pastoreo, el pastoreo con potreros extensos limitados por alambre de púa con animales en pastoreo continuo es predominante en las fincas de estudio (74% de los encuestados).

4.4 Resultados de los indicadores económicos

En el estudio se hace un análisis de los costos de producción por kilogramo de carne producido relacionando el grado de satisfacción del productor con respecto al precio competitivo y la disponibilidad de acceso a créditos, la tabla 10 muestra los resultados del estudio.

Tabla 4-10: Resultados parámetros económicos.

Indicadores	Tamaño de la finca				Media general
	Pequeña	Mediana	Grande	Muy grande	
Promedio de costo de producción por kilogramo de carne producido (valor en pesos colombianos COP)	4,260	3,912	3,013	3,040	3,384
Acceso a créditos	52%	15%	20%	13%	NA

Nota: el indicador acceso a créditos responde a la oportunidad de cada productor de haber hecho uso del servicio o poder solicitarlo ante una entidad bancaria

La tabla 10, muestra que el costo de producción por kilogramo de carne producido con respecto al tamaño de las fincas presenta diferencias consecuentes entre el tamaño de las fincas de estudio, considerando que a mayor área de trabajo se reducen algunas variables de costos como alimento, medicamentos y asistencia técnica, ya que, al tener una mayor cantidad de animales, el costo unitario de producción se reduce. Los propietarios de unidades productivas pequeñas indicaron que el acceso a créditos permite la continuidad de la actividad productiva; sin embargo, las fincas extensas manifestaron no poder disponer fácilmente de mecanismo de créditos (Tabla 10) porque no cuenta con documentación legal de los predios, una situación generalizada en el departamento de Casanare (CEDE, 2005).

4.5 Resultados de los indicadores sociales

Para el análisis de este componente se tiene en cuenta los siguientes indicadores: nivel educativo, calidad de la vivienda, acceso a servicios públicos y accesibilidad (vías de comunicación).

Tabla 4-11: Resultados parámetros sociales

Indicador	Variable	Resultados			% del total por indicador
		Escala ordinal	Calificación	No. fincas	
Nivel educativo	Formación educativa del productor	No tiene	0	0	0,00
		Primaria incompleta	1	15	11,54
		Primaria completa	2	31	23,85
		Básica secundaria	3	34	26,15
		Bachillerato	4	27	20,77
		Técnico	5	14	10,77
		Profesional	6	9	6,92

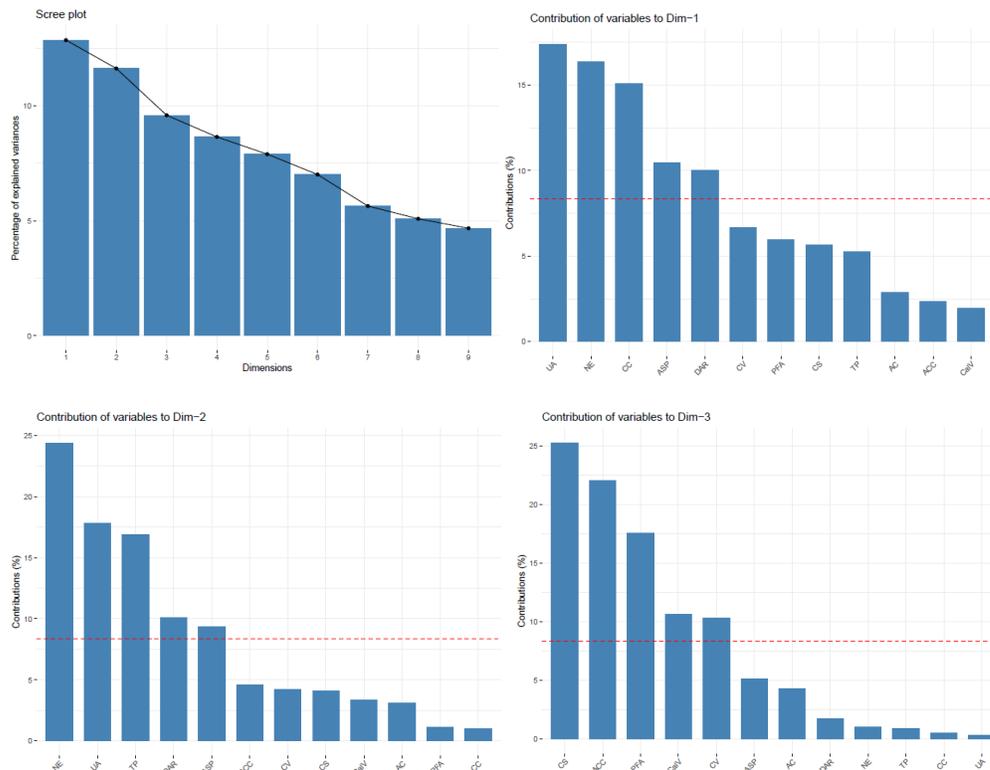
Calidad de la vivienda	Condiciones de vivienda del productor	Mala	1	13	10,00
		Regular	2	99	76,15
		Buena	3	18	13,85
Acceso a servicios públicos	Acceso a agua potable, luz, teléfono, salud)	Malo	0	59	45,38
		Regular	1	53	40,77
		Bueno	2	18	13,85
Accesibilidad	Disponibilidad de vías o transporte/servicios de comunicación: internet, red móvil	Malo	1	14	10,77
		Regular	2	73	56,15
		Bueno	3	43	33,08

Si bien uno de los grandes resultados encontrados en campo son las limitaciones en cuanto a accesibilidad y estado de las vías a las fincas, siendo indicadores determinantes para la comercialización del ganado y el aprovisionamiento de las fincas y que incide directamente en la calidad de vida de los productores, seguidamente el acceso a los servicios públicos, con una muy poco acceso a energía eléctrica, con 45% de los predios sin acceso a este servicio básico y tan sólo el 54% de los encuestados manifestó contar con disponibilidad de agua potable y energía. Las diferencias entre los parámetros de acuerdo a las unidades productivas se presenta considerando que las fincas de tamaño pequeño y mediano se encuentran en su mayoría cercanas a la cabecera municipal o centros poblados del municipio facilitando el acceso a los servicios públicos y mejores condiciones de accesibilidad y condiciones de las vías terciarias, a diferencia de las grandes fincas las cuales se encuentran en áreas apartadas, algunas con más de 120 km desde la cabecera municipal y con vías en pésimo estado.

4.6 Análisis de la varianza explicada

Se realizó un análisis factorial de datos mixtos (FAMD por sus siglas en inglés), en el software estadístico R ©, encontrando que nueve dimensiones explican el setenta por ciento (70%) de la varianza (Figura 1a). De acuerdo a los resultados encontrados, se observa que los indicadores más relacionados o que aportan en mayor proporción a cada una de las dimensiones son, uso de agroquímicos (UA), nivel de escolaridad (NE) y conservación de suelos (CS). Las variables que más aportan en conjunto son las que corresponden a la dimensión ambiental, seguido de la dimensión social y finalmente la dimensión económica.

Figura 4-1: Factores/dimensiones obtenidos a través del análisis factorial. A) Dimensiones obtenidas vs porcentaje de la varianza explicada. B) contribución de las variables a la dimensión 1. C) contribución de las variables a la dimensión 2. D) contribución de las variables a la dimensión 3.



Nota: Siglas empleadas. CV:Cobertura vegetal, PFA: Protección de fuentes de agua, CC: Capacidad de carga, DAR: Disposición de aguas residuales, UA: Uso de agroquímicos,

CS: Conservación de suelos, TP: Tipo de pastoreo, CP: Costos de producción, AC: Acceso a créditos, NE: Nivel educativo, QV: Calidad de la vivienda, ASP: Acceso a servicios públicos, ACC: Accesibilidad.

4.7 Análisis factorial y construcción de clústeres

En el análisis de clúster, para el estudio de sostenibilidad de los sistemas de ganadería en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare, se agruparon los productores en un total 4 clúster:

Tabla 4-12: Resultados indicadores de sostenibilidad compuesto por clúster

Indicador de sostenibilidad compuesto	Nivel de sostenibilidad			
	Clúster 1: Bajo	Clúster 2: Medio	Clúster 3: Alto	Clúster 4: Muy alto
	$x > 1,73$	$1,76 < x > 1,86$	$1,88 < x > 1,97$	$x > 2,40$
Número de fincas	51	29	37	13

Clúster 1

Sostenibilidad baja. Este grupo es el más numeroso con 51 fincas identificadas, representando el 39,2% del total. De acuerdo al análisis de individuos representativos realizado para el estudio se identificaron las fincas que representan este clúster, las cuales se ubican por tener una valoración inferior en las dimensiones ambiental y económica, estas dos dimensiones proporcionan un desempeño inferior dado por el deficiente manejo de las fuentes hídricas identificando baja protección o ingreso sin control a las fuentes por parte de los animales, uso intensivo de agroquímicos identificando uso de insecticidas de uso externo para control de parásitos y control de malezas en las praderas sin control, además en ambos casos no se concibe la rotación de los ingredientes activos generando incrementos paulatinos en la dosificación de los productos, lo que ha llevado a una utilización intensiva de los agroquímicos. Finalmente se observa muy pocas prácticas de conservación de suelos uso de agroquímicos de manera intensiva, principalmente herbicidas e insecticidas y ausencia en estrategias de conservación de suelos.

Clúster 2

Sostenibilidad media: Este grupo está representado por 29 fincas y corresponde al 22,3% del total de las fincas evaluadas. En este clúster se ubican fincas evaluadas de tamaño grande y muy grande, incidiendo la baja sostenibilidad en la dimensión social, dado por dificultad en el acceso y ausencia en muchos casos de todos los servicios públicos, para el estudio se observa que las fincas presentes en este clúster cuentan en algunos casos con acceso a acueducto y energía eléctrica; sin embargo, servicios como el alcantarillado y recolección de basuras –que corresponde a saneamiento básico– son casi inexistentes; igual sucede con el acceso a gas natural; este último supone la necesidad de abastecerse de gas propano o de utilizar madera para cocinar.

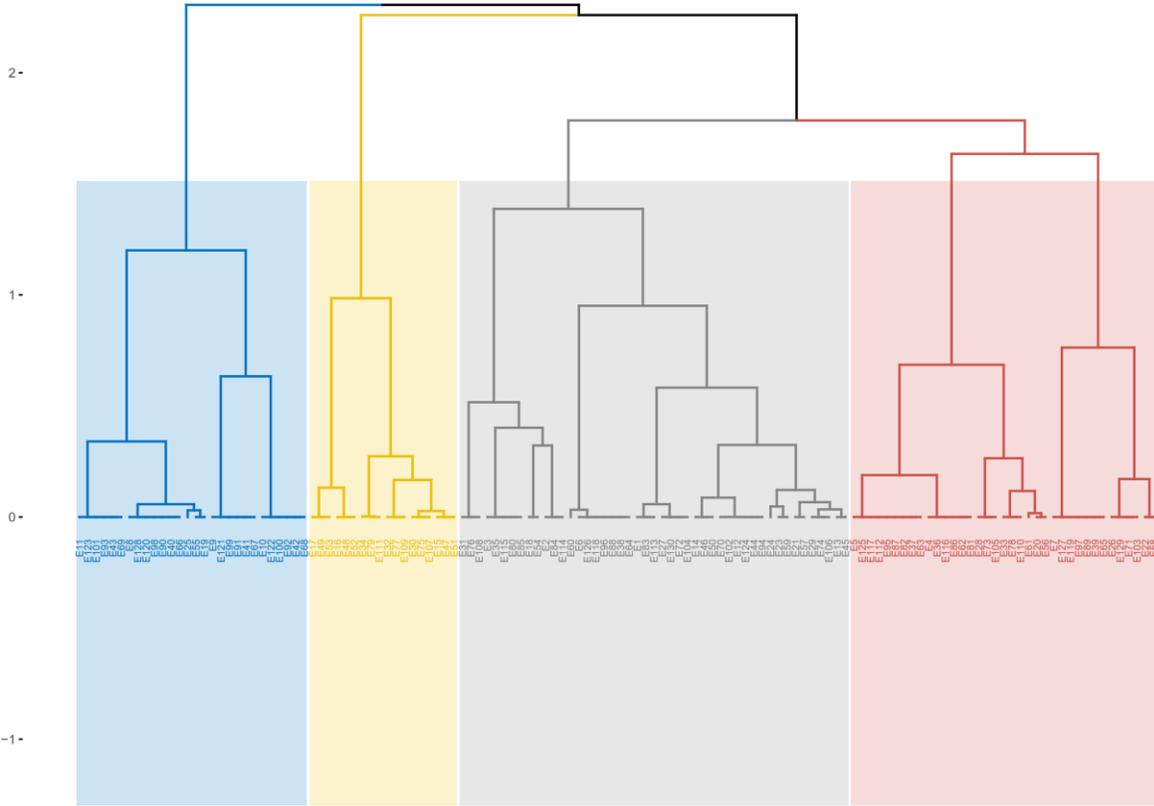
Clúster 3

Sostenibilidad alta: Este grupo está representado por 37 fincas y corresponde al 28,4% del total de fincas evaluadas. En este clúster se encuentran fincas con valores medios en la dimensión social, económica, pero valores altos en sostenibilidad ambiental, esta última se representa en los parámetros como cobertura vegetal la cual se mantiene uniforme y permite una mayor biomasa y disponibilidad de forraje para los animales, protección de las fuentes de agua y construcción de estrategias para evitar la fragmentación del paisaje como cercas de montañas o “matas de monte”, en algunas fincas la puntuación de costos de producción es menor a los demás clusters permitiendo una mayor rentabilidad general en el sistema.

Clúster 4

Sostenibilidad muy alta: Este grupo está representado por 13 fincas y corresponde al 10% del total de fincas evaluadas. En este clúster se ubican fincas de tamaño variado, donde las variables de la dimensión ambiental obtienen las puntuaciones más altas dentro del estudio, indicando que los parámetros ambientales son los que promueven la mayor puntuación dentro del clúster. Se resalta dentro de estas fincas que 9 pertenecen a reservas naturales de la sociedad civil y tienen sistemas de manejo que involucran, rotación de potreros y gestión del recurso hídrico, control de arvenses y manejo rotacional de productos de síntesis química en insecticidas. Se refleja una alta inversión en bienestar animal, como infraestructura de gestión del agua lo que sugiere a su vez una mayor rentabilidad de la producción permitiendo tener un mayor control del sistema productivo.

Figura 4-2: Distribución de las fincas en los clúster identificados



5. Discusión

De acuerdo al análisis de varianza, se encontró que los indicadores que determinan la sostenibilidad de la ganadería en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare, son el uso de agroquímicos (UA), nivel de escolaridad (NE) y conservación de suelos (CS), ya que en conjunto aportan el 70% de la dimensionalidad conjunta. En síntesis, estos indicadores contribuyen en mayor medida para categorizar las fincas de acuerdo a los grados de sostenibilidad determinados para el estudio.

De acuerdo a las encuestas realizadas, la percepción por parte de los productores indica que el uso de agroquímicos se ha venido incrementado con el paso del tiempo, principalmente el uso de herbicidas e insecticidas, esto podría indicar que el incremento en el uso aunado a la variabilidad climática ha generado mayor resistencia por parte de plagas y arvenses. El uso indiscriminado de estos productos sin las correctas medidas de bioseguridad genera efectos que, a corto y largo plazo, causan afectaciones en la interacción suelo, planta, animal, ambiente y humano, causando afectaciones nocivas sobre la salud pública (humana y animal) e impactando los productos de la ganadería, ya que se puede presentar residualidad en los productos obtenidos de la explotación ganadera como la leche y sus derivados, además de toxicidad en los animales (Castaño-Quintana et al., 2019). Un reciente estudio realizado por (Celemin Sarmiento et al., 2019) donde se evaluó el nivel de uso y el efecto de los agroquímicos en predios ganaderos de lechería especializada, se identificó que los principales agroquímicos empleados en estos sistemas productivos son los herbicidas, donde se destaca los herbicidas sistémicos de acción hormonal empleados ampliamente para el control de malezas de hoja ancha seguido de los herbicidas sistémicos no selectivos. El estudio encontró bajos valores de la enzima colinesterasa en el suero lácteo y el suero sanguíneo de los animales indicando una posible intoxicación de los animales por agroquímicos.

Otro de los efectos del uso de agroquímicos es la contaminación en las fuentes de agua imposibilitando usar el recurso para el consumo humano y afectando diferentes sistemas biológicos. De acuerdo con (Castaño-Quintana et al., 2019), en Colombia, se han reportado agroquímicos en los pozos subterráneos de captación de agua para consumo humano y animal. Esto supone una atención mayor considerando la amplia oferta hídrica del municipio, su categorización de paisaje como sabana inundable (Peñuela & Fernández,

2010) y el uso de los pozos subterráneos como fuente principal de agua para consumo humano y animal.

De acuerdo con el reciente estudio del comportamiento hidráulico de los acuíferos del municipio de Paz de Ariporo, Casanare, estos cuerpos de agua son de productividad media y varían en su extensión y continuidad, ya que se encuentran ubicados en depósitos cuaternarios de grandes extensiones, morfológicamente se encuentran situados sobre superficies de planicie, influenciados por acuíferos aledaños (Benavides-Guerrero et al., 2021). Lo anterior y en relación con el indicador uso de agroquímicos, podría generar afectaciones en los cuerpos de agua y dadas las características de los acuíferos presentes llevaría a una rápida circularidad y transmisibilidad de estos agentes contaminantes.

En relevancia para el estudio, el indicador nivel de escolaridad aportó en segundo lugar al análisis de sostenibilidad, lo que pone en primer plano la situación actual de la formación académica de los productores, en donde prima la formación a nivel de básica media, seguido de primaria, finalmente técnico y en menor medida la formación profesional, además se evaluaron aspectos como el acceso a programas de educación complementaria. De acuerdo al último reporte del diagnóstico educativo de la secretaría de educación de Casanare, el departamento cuenta con 497 sedes educativas oficiales de las cuales 60 son urbanas y 437 rurales (Gobernación de Casanare, 2021). Sin embargo, los resultados del estudio indican que no hay una relación positiva entre el número de sedes educativas y el nivel de escolaridad, esto teniendo en cuenta que el indicador involucra otros parámetros como el acceso a la sedes educativas que no fue determinado y la edad de los propietarios de los predios, este último aspecto se evidenció en las visitas a los predios, donde que más del 70% de los propietarios se encuentran entre los 35-64 años, relacionado con los valores reportados en el último censo nacional (DANE, 2018). Esta situación en la ruralidad es un reflejo de lo que se presenta a nivel nacional donde la población de 60 años o más constituye una mayor proporción en las zonas rurales que en las urbanas, mientras que los jóvenes en edad productiva migran a las ciudades (Florez et al., 2017).

El resultado encontrado en el estudio es comparativo a lo reportado por (Camelo-Suarez, 2017) quien evaluó la disminución de la producción ganadera en el municipio de san Luis de Palenque, departamento de Casanare durante los años 2008 hasta el 2015, en el estudio, se encontró que de los productores encuestados el 36% no tiene ningún tipo de

formación escolar completa, adicionalmente se evidenció la falta de formación y asistencia técnica en aspectos relacionados al sistema productivo: mejoramiento genético, cercas eléctricas, mejoramiento de praderas, suplementación, manejo de pasturas, contabilidad e infraestructura pecuaria.

La situación particular de formación no es ajena a la realidad del país, de acuerdo al diagnóstico presentado en el Plan Estratégico de Ciencia y Tecnología Agropecuaria 2017–2027, tan solo el 9,9 % de las unidades productivas agropecuarias en el área rural dispersa del país declara haber recibido asistencia técnica, procesos que además involucran formación complementaria (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias) & (Corpoica)., 2017). Es de señalar que a pesar de la relevancia de la ganadería bovina en términos de cifras y participación para la producción agropecuaria del país, el departamento de Casanare no cuenta con empresas prestadoras de servicios de asistencia agropecuaria (EPSAGRO) que se financien con el programa de desarrollo rural con equidad (Fedesarrollo, 2014), lo cual supone que la asistencia técnica y la formación complementaria a los ganaderos es prácticamente nula, esto se evidencia nuevamente en el plan departamental de extensión agropecuaria PDA Casanare 2020-2023, donde se identificaron y priorizaron las brechas en el sector agropecuario del municipio de Paz de Ariporo, siendo la brecha con mayor puntuación la baja cobertura de extensión agropecuaria, seguida de la brecha exclusión de la juventud en el sector agropecuario, entendiéndose esta última como participación de población joven dedicada a las actividades agropecuarias ambas variables valoradas con 10 puntos en una escala de 0-10, siendo 10 el valor más alto en cuanto a importancia para el sector agropecuario del municipio en términos de competitividad y sostenibilidad (Asamblea departamental de Casanare, 2019).

A pesar de los bajos valores de nivel de escolaridad, el estudio no identificó otros tipos conocimiento que incluye los saberes tradicionales y locales alrededor de las explotaciones ganaderas, por tanto, no se podría considerar una variable determinante de la sostenibilidad, dado que desconoce la transmisión de saberes, la construcción colectiva de la cultura e identidad llanera que se ha forjado en gran medida con la producción ganadera. De acuerdo con (Contreras-Avila, 2016), en un estudio que relaciona la cultura llanera y las prácticas de conservación, indica que los llaneros auto gestionan y transmiten los conocimientos y habilidades para manejar y mantener su ganado. Sin embargo, *“esas tradiciones propias del llanero se encuentran en un proceso de transformación generado*

por los cambios en la tenencia de la tierra, las nuevas actividades productivas y extractivas, las dinámicas homogenizadoras globales y los cambios en el paradigma de bienestar, que hoy en día priorizan la riqueza material, la educación y lo urbano, entre otros”.

En respuesta a las necesidades de formación y apoyo al sector ganadero del municipio de Paz de Ariporo, el actual plan de desarrollo departamental 2020-2023, plantea dos acciones a nivel municipal: fortalecer las acciones de prevención y protección de la sanidad agropecuaria, asegurando calidad en la oferta de productos y seguridad alimentaria, articulando las Buenas Prácticas Agrícolas (BPA), las Buenas Prácticas Ganaderas (BPG) y las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), y fomentando la participación de la población de mujeres y jóvenes; apoyar los procesos de transferencia de tecnologías y acompañar al municipio en los servicios de extensión agropecuaria conforme lo dispuesto en el Plan de Extensión Agropecuaria (PDEA) del Departamento 2020-2023 (Asamblea departamental de Casanare, 2020). Por su parte en el plan de desarrollo municipal 2020-2023, no se destinan acciones relacionadas con extensión agropecuaria y/o formación, se priorizan acciones poco consecuentes con las necesidades presentadas en el PDA, tales como: Adquisición de equipos para el banco de maquinaria municipal, apoyo financiero para el acceso activos productivos y de comercialización, mejoramiento de praderas y servicio de apoyo en la implementación de unidades productivas para el autoconsumo de los hogares en situación de vulnerabilidad social (Alcaldía municipal de Paz de Ariporo, 2020). Las acciones de las entidades territoriales en pro del sector ganadero excluyen de manera categórica las verdaderas necesidades de los productores ganaderos del municipio, que fueron mencionadas al inicio de este párrafo.

El tercer indicador que determina fuertemente la sostenibilidad son las prácticas asociadas a la conservación de suelos, correspondiente a actividades que podrían mejorar las condiciones productivas pero que por desconocimiento o falta de incentivos no se utilizan en las fincas productivas, esto podría considerarse como un factor determinante que puede llevar a limitar áreas o cambios en el uso del suelo a futuro, considerando un riesgo para la práctica ganadera en el tiempo. Citando a (Mora-Fernández et al., 2015) los cambios en el uso del suelo de ganadería a monocultivos, afecta los diferentes tipos de herbazales inundables y bosques de galería del territorio, los cuales son fundamentales para mantener las poblaciones y los demás coberturas inmersas dentro de estos vastos territorios. Los diferentes ecosistemas de sabana inundable ofertan una gran variedad de especies

forrajeras para el ganado de cría. Esto obedece a un proceso de adaptación de cada una de estas especies, que incluyen factores como suelo, temperatura, precipitaciones, entre otros. También está la oferta forrajera nativa y propia de la zona que es importante para la dieta del ganado de cría.

De acuerdo al estudio se confirma que los sistemas productivos ganaderos del municipio de Casanare se tipifican como ganadería extensiva, de acuerdo con (Gallo & Sanabria, 2019) se diferencia de otros tipos de ganadería porque se focaliza en el uso y acumulación de la tierra y no requiere de altos niveles de especializaciones zootécnicas. Algunas características comunes de la ganadería extensiva es que contienen un número limitado de animales por unidad de superficie, no cuentan con suficientes avances tecnológicos, hay una baja productividad por cada animal y por hectárea, la alimentación se basa en el pastoreo mezclados con subproductos de la agricultura y contienen una baja energía fósil (Gomez, J. y Rodríguez, 2020).

De acuerdo con Peñuela et al. (2014) la ganadería en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare, se ha caracterizado por ser de tipo extensivo tradicional, la cual cita *“es vista por algunos expertos, como una actividad de baja productividad, atrasada en aspectos tecnológicos, antiecológica, ineficiente al ocupar la mayor parte del suelo con vocación agrícola, baja generación de empleo y una enorme presión sobre los recursos naturales”*. Sin embargo, el análisis obtenido sugiere que, si bien existe una alta relación entre la producción y conservación, esta debe no solo cumplir con los objetivos económicos y beneficios particulares, sino que existe una gran preocupación en los productores de mantener las condiciones naturales propias del territorio.

De acuerdo a lo encontrado por Ayala (2018), el uso y cobertura del suelo en el municipio de Paz de Ariporo, se caracteriza por un amplio uso para la ganadería extensiva. A partir de la categorización del estudio de suelos, se resalta que cerca del 40% del área del municipio se encuentra deteriorada, producto de las actividades propias del sistema y que en conjunto con la agricultura intensiva desplazan los parches de bosque natural asociados a los cuerpos de agua superficial, lo cual sobrepone una atención particular a la protección de las fuentes de agua, un indicador determinante en la dimensión ambiental.

Por otro lado Romero (2018), en el estudio de conservación y conflictos socioambientales en mosaicos de sabana del municipio de Paz de Ariporo, Casanare, evidenció que los principales conflictos identificados en este territorio están ligados al manejo y acceso de recursos naturales. Lo anterior, dada la complejidad ecológica del sistema y las diferentes

dinámicas que giran en torno a la estacionalidad y zonas disponibles para uso de estos recursos en las épocas del año respectivamente, relacionando los resultados obtenidos donde los parámetros concernientes a la dimensión ambiental aportan una mayor relevancia en el resultado final del índice de sostenibilidad del sistema.

Retomando a las condiciones naturales del municipio, el elemento climático característico y determinante de la producción es la marcada estacionalidad presentando un periodo seco donde varios de los cuerpos de agua desaparecen parcial o completamente, los productores encuestados si bien recurren a distintas estrategias para acceder a este recurso vital, no se tiene una estrategia de tipo política o comunitaria que garantice el acceso. Así, finalmente, la disponibilidad de agua para el consumo de los animales y la posibilidad de establecerse sistemas de riego en las praderas determina principalmente la productividad del sistema y por ende la sostenibilidad intrínseca en general.

Es de señalar que si bien no se vieron diferencias significativas en la evaluación de la sostenibilidad de acuerdo a las áreas de las fincas, ni fue parte del proceso investigativo, es evidente que se comparte una preocupación generalizada por los cambios en la zona por la inclusión de sistemas de producción intensiva, principalmente cultivos de arroz, ya que dadas las condiciones ambientales de la zona y la influencia marcada en la productividad de los suelos en cuanto a oferta forrajera, pueden llevar a la toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales. Así como lo señala Romero (2018), uno de los cambios en la producción ganadera extensiva a otro tipo de producción intensiva como monocultivos es la modificación de ciertos espacios, como los humedales, lo que puede llevar a alterar los patrones de disponibilidad del agua y la dinámica de este recurso en tiempos de lluvia, lo que conlleva al aumento de la vulnerabilidad de este recurso en un futuro.

Finalmente, considerando el análisis de sostenibilidad realizado y las diferentes variables que están involucradas en el agroecosistema ganadero del municipio, se puede establecer que la ganadería extensiva imperante en el municipio de Paz de Ariporo, Casanare es sostenible en 79 fincas evaluadas y presenta aspectos por mejorar en las 51 fincas restantes que varían de acuerdos a las condiciones propias de cada explotación.

En revisión de estudios de caso realizados en Colombia, se cuenta con el estudio de evaluación de la sostenibilidad de pequeños productores de leche en área de influencia del páramo de Cumbal- Chiles en el departamento de Nariño, donde se encontró que la dimensión ambiental es el factor crítico para la sostenibilidad del sistema, debido a la

ausencia de protección sobre el recurso hídrico, cambio en el uso de los suelos y baja biodiversidad encontrada en las fincas (Rivera, 2016), resultados similares a los encontrados en el estudio realizado en el municipio de Paz de Ariporo.

Por otro lado en el estudio se evidenció que el nivel de escolaridad es determinante en la sostenibilidad social del sistema productivo, lo cual concuerda con Molina-Benavides (2011), quien evaluó la sostenibilidad de sistemas ganaderos de lechería en el municipio de Palmira, Valle. En la evaluación encontró que en la dimensión social los indicadores con menor calificación fueron acceso a la educación y servicios públicos, presentando para la zona de estudio que los productores no tienen acceso a programas de educación, capacitación y acompañamiento técnico para mejorar sus sistemas productivos.

Retomando el concepto de sostenibilidad citado por Lebacqz et al. (2013) quienes establecen que la sostenibilidad de los agroecosistemas se refiere a *“la capacidad del sistema para mantener su productividad a pesar de las perturbaciones económicas y naturales, externas o internas, satisfaciendo las necesidades presentes sin perjudicar las generaciones futuras”*, se podría considerar que para el caso de estudio la sostenibilidad de la ganadería está en función de las dinámicas ambientales ampliamente descritas, las cuales a su vez son influenciadas por las condiciones naturales de la zona pero que están siendo afectadas negativamente por las prácticas del sistema, causando presiones al ecosistema y por ende repercusiones negativas para la sostenibilidad, lo cual supone un desafío para evaluar la sostenibilidad en el municipio y se requiere herramientas con mayor número de indicadores que puedan tener más aspectos del entorno y externalidades que afectan el sistema. Algunos aspectos importantes que no se evaluaron fueron la productividad y rentabilidad del sistema con indicadores que permitan ver en un periodo de tiempo los precios de venta y contrarrestar con los costos de la producción, de acuerdo con (Vera-Infanzón & Ramírez-Restrepo, 2020), las condiciones de las sabanas inundables supone un reto en evaluaciones de variables como índices de desempeño reproductivo dado que las explotaciones ganaderas son notoriamente variables y además requieren un considerable número de animales y un seguimiento prolongado; otros aspectos a tener en cuenta es la temporalidad en la investigación que puede sesgar la evaluación considerando que diferentes variables pueden cambiar dentro de las explotaciones ganaderas dependiendo de la temporada seca o de invierno, lo cual puede incidir por ejemplo en el número de animales por finca o la disponibilidad de cobertura vegetal; otra variable de gran relevancia son las razas de ganado bovino presentes y su

adaptabilidad que puede arrojar valores diferentes en términos de productividad. Adicionalmente se podría considerar los factores contaminantes como emisiones de gases de efecto invernadero y su permanencia en suelo o fuentes de agua. Finalmente, como se mencionó anteriormente el indicador de nivel de escolaridad es excluyente con el conocimiento local y tradicional.

Por otro lado, el estudio supone un precedente para el departamento de Casanare y el municipio de Paz de Ariporo, como un punto de partida para la evaluación de la sostenibilidad de la ganadería y en general para considerar la sostenibilidad del ecosistema estratégico de las sabanas inundables. Si bien el estudio solo se enfocó en la ganadería, vale la pena desarrollar estudios comparativos con los nuevos sistemas productivos que se vienen presentando en el municipio, de acuerdo con (Molina et al., 2011), en el departamento de Casanare *“el desarrollo unilateral de la producción y los monocultivos, entre otras prácticas, están ocasionando la pérdida de unidades socioproductivas de desarrollo económico de valor cultural y ecológico como “el hato” (fundo o finca tradicional que se remonta a épocas coloniales) o “las vegas” (sembradíos a las orillas de los ríos); esto porque las formas de ocupación agroindustrial más recientes, a diferencia de las anteriores, implican la transformación profunda de los ecosistemas naturales manejados, de las costumbres locales y de las relaciones sociales”*.

6. Conclusiones y recomendaciones

6.1 Conclusiones

El trabajo demuestra que la sostenibilidad de la ganadería está determinada principalmente por la dimensión ambiental, seguida de la dimensión social, siendo la dimensión económica transversal a la sostenibilidad total. Las condiciones ambientales son un factor crítico dada la naturaleza de la zona de estudio y la influencia que tiene la

ganadería en la alteración del ecosistema por el uso de agroquímicos, manejo deficiente de las fuentes de agua y pocas estrategias para la conservación de suelos, parámetros que aportaron en mayor medida al análisis factorial. En cuanto a los indicadores sociales se encontró que el nivel de escolaridad es un factor determinante en la dimensión social del sistema además de la estrecha relación con otras variables como edad de los productores, acceso a procesos de formación complementaria y accesibilidad. En cuanto a los indicadores económicos, el costo de producción por kilogramo de carne producido es inversamente proporcional al tamaño de las fincas, probablemente dado a que a mayor área de trabajo se reducen algunas variables de costos dentro de las explotaciones ganaderas.

Se considera que la producción ganadera bovina en el municipio de Paz de Ariporo es sostenible en 79 fincas evaluadas (61%) y presenta aspectos por mejorar en las 51 fincas restantes (39%) que varían de acuerdo a las condiciones propias de cada explotación ganadera.

La metodología propuesta en el presente trabajo para la evaluación de la sostenibilidad de la ganadería, es una herramienta en construcción que se podrá seguir empleando para medir en el tiempo la evolución del sistema productivo; sin embargo, dados los cambios en uso del suelo y cambio climático se podrían incluir más variables o indicadores al estudio, por lo tanto, el modelo queda a disposición para estudios posteriores.

6.2 Recomendaciones

La naturaleza de las explotaciones ganaderas y los resultados del estudio ratifican la importancia de considerar estrategias efectivas para la conservación de la práctica ganadera y el ecosistema del municipio. Es por esto que la naturaleza del estudio no buscaba en primera instancia catalogar si la ganadería era sostenible o no, sino identificar los indicadores y variables de tipo ambiental, social y económica, además de las relaciones propias entre estas con la sostenibilidad de la ganadería.

El estudio corrobora que si bien se logró realizar una aproximación sobre la sostenibilidad de la ganadería bovina, quedaron muchos aspectos fuera de la investigación relacionando algunas variables que influyen sobre las explotaciones ganaderas y los ecosistemas de la zona de estudio, por tanto, se recomienda continuar con procesos investigativos que

involucren más indicadores relacionados con las dimensiones ambiental, social y económica que inciden en la sostenibilidad de la ganadería.

No se puede desconocer que la zona se verá sometida a grandes cambios en sus coberturas naturales por la gran influencia de los monocultivos y el incremento en la producción ganadera convencional. De acuerdo con (Mora-Fernández et al., 2015) los cambios en el uso del suelo por intensificación productiva en el municipio de Paz de Ariporo, ha derivado conflictos socioambientales en el territorio principalmente por el poder de administración de la biodiversidad y por la tenencia de la tierra en la zona. En contraposición se vienen incentivando la formación de áreas de conservación privada, que pueden en sí mismas mantener sistemas de producción sostenible, ecoturismo, educación ambiental y habitación permanente, además de ofrecer pagos por servicios ambientales entre otras actividades, siendo una alternativa para la sostenibilidad de la ganadería y los ecosistemas. En esta dirección, finalizando el estudio se conoció el informe de la Red Hemisférica de Reservas de Aves Playeras (RHRAP) para las sabanas de los municipios de Paz de Ariporo y Trinidad en departamento de Casanare. De acuerdo con el informe el departamento cuenta con una extensión 61.657 hectáreas en doce reservas naturales de la sociedad civil (RNSC), con nueve RNSC pertenecientes al municipio de Paz de Ariporo, con planes de manejo establecidos para la conservación, restauración y producción ganadera sostenible en el marco de la protección de las aves (Cifuentes-Sarmiento & Ruiz-Guerra, 2022).

De acuerdo con (Combariza *et al.*, 2022), el municipio de Paz de Ariporo no puede quedar inmerso en una política propia de protección y gestión del paisaje ganadero de sabana inundable sino que requiere para su protección la articulación con otros municipios que comparten paisajes ganaderos y dinámicas similares, buscando una mirada regional que profundice en las políticas para su conservación, para lograrlo estos autores consolidaron la Carta del Paisaje Ganadero de Sabana Inundable de Paz de Ariporo como un insumo para el ordenamiento y planificación rural del municipio, buscando entre otros aspectos el desarrollo de proyectos que contribuyan a minimizar los efectos del cambio climático y el desarrollo agropecuario bajo en carbono.

Una de las estrategias integradoras y que podría avanzar en la consolidación de ganadería bovina sostenible es la apuesta del sello de origen Orinoco Green Beef, este proyecto es impulsado por la Cámara de Comercio de Casanare con el apoyo de entes territoriales e internacionales como USAID (Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo

Internacional). Bajo esta denominación, se consolida un modelo que integra una red de ganaderos proveedores que siguen un sistema de gestión basado en prácticas sostenibles, nutrición y bienestar animal, calidad cárnica y trazabilidad; garantizando un producto de origen de alta calidad y que a su vez promueve la conservación de los ecosistemas (USAID, 2022). Esta estrategia busca consolidarse en canales de venta diferenciados como restaurantes, retail, mercados gourmet y boutique, además de ser referente en otros departamentos de la región Orinoquia (Escobar et al., 2022).

A. Anexo 1: Encuesta Sostenibilidad de predios ganaderos del municipio de Paz de Ariporo

Nombre del productor:

Edad:

Ubicación del predio:

Área del predio:

Indicadores de Sostenibilidad Ambiental

Para el estudio se definieron los siguientes indicadores para la evaluación de la sostenibilidad ambiental, seleccionados a partir de lo propuesto por Rivera (2016). Las mediciones se realizarán mediante encuesta estructurada y monitoreo en campo.

Cobertura Vegetal: Para la evaluación de este parámetro se prevé evaluar dos potreros por finca realizando recorridos diagonales, tomando 5 puntos de observación y registro de cada uno, evaluando visualmente el porcentaje de cobertura de pasto, maleza y suelo sin cobertura herbácea viva en un área aproximada de 0.5 x 0.5 m. los resultados se expresan en escala de 1 a 3 siendo buena (3), regular, (2) y mala (1).

Tabla 1. Descripción de parámetros evaluados para determinar cobertura vegetal en potreros de las fincas estudiadas.

Condiciones de las praderas	Calificación
Porcentaje de forraje menor al 40% y suelo desnudo mayor al 20%	1
Porcentaje de forraje entre 40 al 75% y suelo desnudo entre 10 y 20%	2
Porcentaje de forraje mayor al 75% y suelo desnudo menor al 10%	3

Adaptado de Rivera (2016)

Protección de fuentes de Agua: El monitoreo sobre el estado actual y el grado de protección de las fuentes de agua tales como: nacimientos de agua, humedales, quebradas y ríos se hicieron en cada una de las fincas objeto del estudio. La medición se hizo mediante escala de Likert donde se asigna un valor de 0 a 4 teniendo en cuenta variables como aislamiento y presencia de cobertura vegetal

Tabla 2. Escala de Likert para determinar grado de protección de las fuentes de agua en fincas

Características	Calificación
Ausencia de bosque protector con libre entrada de animales	0
Aislamiento entrada de animales con ausencia de bosque protector	1
Aislamiento entrada de animales con bosque protector incipiente	2
Aislamiento entrada de animales con bosque protector medio	3
Aislamiento entrada de animales con bosque protector alto	4

Adaptado de Rivera (2016)

Capacidad de Carga: Se refiere al número de animales que pueden pastorear en un área determinada sin afectar la productividad de las pasturas. Este indicador se determina con el área total en praderas dividido sobre el número promedio de animales en producción expresando en Unidad de Gran Ganado (UGG).

Disposición de Aguas residuales: Este indicador está relacionado con la disposición final de las aguas residuales de la finca bien sea de uso doméstico o de actividades relacionados con la actividad productiva. Esta medición se realiza directamente en la finca mediante observación directa con el uso de una escala ordinal (Tabla 3).

Tabla 3. Disposición final de las aguas residuales en fincas del municipio de Paz de Ariporo, Casanare

Características	Calificación
Alcantarillado	0
Pozo Séptico	1
Disposición directa a fuentes de agua	2
A campo abierto	3

Adaptado de Rivera (2016)

Biodiversidad: El concepto de biodiversidad en finca se relaciona con el número y variedad de especies animales y vegetales existentes, las fincas se consideran un tipo de

ecosistemas conocidos como ecosistemas agropecuarios, donde las especies domesticas o programadas por el hombre y las especies silvestres se relacionan entre sí para un beneficio mutuo. En este sentido, en términos de sostenibilidad es importante su preservación ya que son un factor de equilibrio ecológico y conservación del paisaje, generación de ingresos adicionales y servicios ambientales y se garantiza que la actividad agropecuaria no afecte la calidad de vida de la familia y de las comunidades aledañas a este tipo de ecosistemas. En el estudio el indicador se determinará mediante observación y cuantificación de número de especies animales programadas y número de especies silvestres asociadas a la finca.

Uso de agroquímicos: Uno de los problemas ambientales más extendidos en todo el mundo es el uso indiscriminado de agroquímicos en la actividad agropecuaria, con efectos negativos sobre el ambiente. En la ganadería es común la utilización de plaguicidas tanto para el ganado como en pasturas para el control de plagas y enfermedades, así como, el uso de fertilizantes y drogas de síntesis química para aumentar la productividad de las pasturas y el manejo sanitario de los animales. El uso inadecuado de estos productos puede traer problemas de contaminación en suelos, aguas y la atmosfera. Por tal razón, es necesario crear o incentivar estrategias para un uso adecuado de los agroquímicos. Para el estudio este indicador se busca obtener directamente de los productores, teniendo en cuenta parámetros como el tipo de fertilización y método de control de plagas, arvenses y enfermedades usadas en la finca bien sea química, orgánica o los dos. De ahí se estima el nivel de uso de los mismos mediante el uso de una escala ordinal teniendo en cuenta la frecuencia y cantidad de aplicaciones (Tabla 4).

Variable	Media general
Cobertura vegetal	33,84
Protección de fuentes de agua	22,3
Capacidad de carga	0,6
Disposición de aguas residuales	8,46
Biodiversidad	27,8
Uso de agroquímicos	49,23
Conservación de suelos	6,92
Sistema de pastoreo	16,92

Adaptado de Rivera (2016)

Prácticas Agrícolas Sostenibles: La conservación de los suelos en la actividad ganadera debe ser una prioridad con el fin de garantizar su productividad y preservación de las características físicoquímicas de los suelos. En este sentido, en el estudio esta variable se medirá mediante escala ordinal teniendo en cuenta algunas prácticas de conservación de suelos usados en la región y la información suministrada por cada productor y monitoreada directamente en cada finca.

Tabla 5. Prácticas de conservación de suelos.

<i>Características</i>	<i>Calificación</i>
Ausencia de prácticas de conservación de suelos	0
Uso de abonos orgánicos	1
Uso de biofertilizantes	2
Uso de abonos orgánicos y biofertilizantes	3
Uso de sistemas silvopastoriles (SSP)	4
Uso de abonos orgánicos, biofertilizantes mas SSP	5
Uso de abonos orgánicos más SSP	6
Uso de biofertilizantes mas SSP	7

Adaptado de Rivera (2016)

Sistemas de Pastoreo: Se refiere a las alternativas para el uso eficiente de las pasturas por parte de los animales, la finalidad básica es el uso racional de los pastos lo que conduce a una mejor productividad del sistema productivo y un mejor manejo de las praderas. Este parámetro se establece mediante el uso de escala ordinal, las observaciones se realizan directamente en las fincas de los productores.

Tabla 6. Sistemas de pastoreo en fincas.

<i>Características</i>	<i>Calificación</i>
<i>Alambre de púa con pastoreo continuo</i>	1
<i>Cerca eléctrica y a doble franja con delimitación de potreros</i>	2
<i>Pastoreo rotacional con potreros delimitados</i>	3

Adaptado de Rivera (2016)

Indicadores de sostenibilidad económica

Para la determinación de los indicadores de sostenibilidad económica se partió de una revisión bibliográfica referente y se seleccionaron los indicadores pertinentes teniendo en cuenta las condiciones de producción y manejo de los predios de estudio, información suministrada por los productores sobre el sistema productivo.

Costos de producción por kilogramo de carne: Para este indicador se tuvieron en cuenta todos los costos incurridos en la producción de cárnica tales como: mano de obra, insumos, droga veterinaria, agroquímicos, transporte, inseminaciones, pago de maquinaria agrícola y servicios públicos como agua y luz. Esta información se obtiene con los datos de cada finca e información suministrada por el productor durante la entrevista. Los costos generados en el año se dividen por la cantidad de peso vivo producido en el mismo año.

$$CPK_g = CTP/TPK_g$$

Donde:

CPK_g: Costos de producción por kg de carne producido

CTP: Costos total producido

TPK_g: Total de la producción en kg.

Acceso a créditos: Los servicios financieros son importantes para el desarrollo de todo sector productivo, por tanto, el acceso a capital permite a las familias rurales el mejoramiento de los sistemas productivos. Para evaluar este indicador se tiene en cuenta variables como historial crediticio y cumplimiento de garantías. Para el estudio se determina el acceso a créditos por parte del productor, entidades crediticias que recurren y la calificación que dan los productores sobre los servicios bancarios en la zona.

Indicadores sociales

Los parámetros a evaluar se determinaron con base a revisión bibliográfica y estudios realizados sobre el tema. La medición de cada variable se realiza mediante el uso de una escala de percepción aplicadas a cada productor mediante entrevista y observación en campo.

Calidad de vida: Según Aguilar & Zuluaga, (2005) la calidad de vida se define como una oportunidad que tiene un individuo, una familia o una comunidad de satisfacer todas sus necesidades para alcanzar su propio bienestar bien sea material o espiritual. En este sentido, la calidad de vida está relacionado con las condiciones de vida. Entre algunos parámetros relacionados con las condiciones de vida se puede mencionar la educación, la calidad de la vivienda, acceso a salud, servicios públicos, transporte, comunicaciones, etc. En el estudio, la medición de este indicador se hizo mediante la construcción de una escala de percepción construida con base en los criterios anteriormente mencionados.

Tabla 7. Escala de evaluación de calidad de vida

<i>Parámetros</i>	<i>Propiedad</i>	<i>Calificación</i>
<i>Nivel Educativo</i>	No tiene	0
	Primaria incompleta	1
	Primaria completa	2
	Básica secundaria	3
	Bachillerato	4
	Técnico	5
	Profesional	6
<i>Calidad de la vivienda</i>	Mala	1
	Regular	2
	Buena	3
<i>Acceso a servicios públicos (agua, luz, teléfono, salud)</i>	Malo	1
	Regular	2
	Bueno	3
<i>Accesibilidad (transporte, vías de comunicación)</i>	Malo 1	1
	Regular 2	2
	Bueno 3	3
<i>Total</i>		

Calificación: Bueno (12-15), Regular (7-11), Malo (3- 6). Adaptado de Rivera (2016).

Bibliografía

- Acevedo-Osorio, Á., & Angarita-Leiton, A. (2013). Metodología para la evaluación de sustentabilidad a partir de indicadores locales para el diseño y desarrollo de programas agroecológicos, MESILPA. In *Uniminuto* (Issue September). <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3524.0166>
- Alcaldía municipal de Paz de Ariporo. (2020). *Plan de Desarrollo municipio Paz de Ariporo* (Issue 098).
- Angón, E., García, A., & Perea, J. (2016). Evaluación de la sostenibilidad en sistemas ganaderos. *Ambienta*, 118, 82–89. <http://www.revistaambienta.es/WebAmbienta/marm/Dinamicas/secciones/articulos/Angon.htm>
- Arnés, E., & Astier, M. (2018). Sustentabilidad y manejo de recursos naturales en países andinos. In *Grupo Interdisciplinario de Tecnología Rural Apropiada A.C.* (1 edición, Issue 1). UNESCO. https://www.researchgate.net/publication/299870632_Sustentabilidad_y_manejo_de_recursos_naturales_El_Marco_de_evaluacion_MESMIS#:~:text=El Marco para la Evaluación,y en el ámbito local%2C
- Asamblea departamental de Casanare. (2019). *Plan Departamental De Extensión* (Issue 20). <https://antioquia.gov.co/>
- Asamblea departamental de Casanare. (2020). *Plan de Desarrollo departamental 2020-2023 " Es el tiempo de Casanare productivo, equitativo y sistenable* (Issue 20).
- Ayala, C. P. G. (2018). *Caracterización paisajística del departamento del Casanare con metodología Land Cover*. Universidad de los Andes.
- Bautista, O. D. (2017). *El Desarrollo Sustentable Local como base para la resolución de los problemas municipales colombianos*.

- Benavides-Guerrero, C. E., Caro Caro, L. E., & Mariño Martínez, J. E. (2021). Determinación del comportamiento hidráulico de los acuíferos del norte de la Orinoquia, Colombia. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 31(1), 109–126. <https://doi.org/10.18359/rcin.4680>
- Bermejo, R. (2014). Del desarrollo sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis. In A. del R. Martínez (Ed.), *Del desarrollo Sostenible según Brundtland a la sostenibilidad como biomimesis*. Universidad del País Vasco. http://publ.hegoa.efaber.net/assets/pdfs/315/Sostenibilidad_DHL.pdf?1399365095
- Brundtland, G. H. (1987). Informe de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y el Desarrollo: Nuestro futuro común. In *Documentos de las Naciones, Recolección de un* <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Informe+de+la+comision+mundial+sobre+el+medio+ambiente+y+el+desarrollo.+nuestro+futuro+comun#5>
- Buriticá-Mejía, N. (2016). Sabanas inundables de la orinoquía colombiana, documento resumen. In *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt* (pp. 1–19).
- Bustamante Zamudio, C., & Rojas-Salazar, L. (2018). Reflexiones sobre transiciones ganaderas bovinas en Colombia, desafíos y oportunidades. *Biodiversidad En La Práctica*, 3(1), 1–29.
- Camelo-Suarez, E. (2017). *Disminución de la Producción Ganadera en el municipio de San Luis de Palenque Casanare Durante las Vigencias 2008-2015*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Campanhola, C., & Pandey, S. (2019). *Sustainable food and agriculture: an integrated approach*. Academic Press/FAO.
- Carrillo-Ortiz, K., & Celis-Martínez, J. (2017). *Evaluación Del Impacto Ambiental Generado Por Las Prácticas Ganaderas En La Finca San Jose* [Universidad de la Salle]. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_ambiental_sanitaria/509%0AThis

- Castaño-Quintana, K., Chará, J., Giraldo, C., & Calle, Z. (2019). Manejo integrado de insectos herbívoros en sistemas ganaderos sostenibles. In *Manejo Integrado De Insectos Herbívoros En Sistemas Ganaderos Sostenibles*. https://www.researchgate.net/profile/Karen_Castano3/publication/340447532_El_nuevo_libro_titulado_Manejo_integrado_de_insectos_herbivoros_en_sistemas_ganaderos_sostenibles_puede_ser_descargado_gratuitamente_a_traves_del_siguiente_enlace_httpwwwcipavorgcop
- Cea D'Ancona, M., Blanco, F., Álvarez, M., Arribas, Á., Díaz, E., & Valles, M. (2012). Análisis de conglomerados (I): El procedimiento Conglomerados de K medias. *SPSS 10. Guía Para El Análisis de Datos., I*, 461–473.
- CEDE. (2005). Documento Cede 2005-25 Cede La Estructura Económica Actual De Casanare Y Casanare : Current Economic Structure and Future. In *LA ESTRUCTURA ECONÓMICA ACTUAL DE CASANARE Y POSIBILIDADES FUTURAS DE CRECIMIENTO Y COMPETITIVIDAD* (ISSN 1657-, Vol. 7191, pp. 1–159).
- Celemin Sarmiento, A., Cardenas, M., Bernal, L., & Rodríguez, M. (2019). Evaluación del nivel de uso y el efecto de los agroquímicos sobre dos sistemas de producción agropecuaria en la sabana de Bogotá. *Revista Colombiana de Zootecnia*, 5(9), 33–40.
- Cifuentes-Sarmiento, Y., & Ruiz-Guerra, C. (2022). *Sitio RHRAP Sabanas de Paz de Ariporo y Trinidad* (Asociación para el estudio y conservación de las aves acuáticas en Colombia. Calidris (ed.); 1 edición). Asociación Calidris.
- Combariza, J., Aguirre, C., Abril, Z., Díaz, C., Espitia, M., Fierro, M., Gómez, E., Javier, G., Martín, C., Ramírez, J., Rojas, L., & Rojas, L. (2022). *Carta del paisaje ganadero de sabana inundable de Paz de Ariporo* (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural & UPRA (eds.); 1 edición).
- Contreras-Avila, M. (2016). Sabanas Inundables, Cultura Llanera y Conservación. Una Aproximación al Análisis de la Relación Ser Humano Naturaleza en los Llanos de Arauca. [Universidad de los Llanos]. In *Universidad de los Llanos*. file:///Users/andreataquez/Downloads/guia-plan-de-mejora-

institucional.pdf%0Ahttp://salud.tabasco.gob.mx/content/revista%0Ahttp://www.revistaalad.com/pdfs/Guias_ALAD_11_Nov_2013.pdf%0Ahttp://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v66n3.60060.%0Ahttp://www.cenetec.

- Corrales, E., & Nieto, O. (2017). La ganadería y las sabanas inundables. Alternativa de producción y conservación: Caso Paz de Ariporo, Casanare. In *Biodiversidad 2016. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia*.
<http://reporte.humboldt.org.co/biodiversidad/2016/cap4/407/#seccion1>
- CSA. (2017). *Abordar la seguridad alimentaria y la nutrición en el contexto de dinámicas rural-urbanas cambiantes: Experiencias y enfoques normativos eficaces*. <http://www.fao.org/docrep/meeting/026/MD776s.pdf>
- Cunha, D. R., & Moneva, J. M. (2018). The elaboration process of the sustainability report: A case study. In *Revista Brasileira de Gestao de Negocios* (Vol. 20, Issue 4). <https://doi.org/10.7819/rbgn.v0i0.3948>
- DANE. (2018). *Paz de Ariporo / Casanare ¿Cuántos somos?* (Vol. 261). https://sitios.dane.gov.co/cnpv/app/views/informacion/perfiles/85250_infografia.pdf
- Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), M. de A. y D. R., & (Corpoica)., C. C. de I. A. (2017). Plan Estratégico de Ciencia y Tecnología Agropecuaria 2017 - 2027. *Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica).*, 157.
<https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/noticias/pectia-2017-actualizado.pdf>
- Díaz, A., Esquivel, O., Bohórquez, P., Castrillón, Á., Monroy, H., & Zabaleta, M. (2020). Línea base cadena productiva láctea. In *Upra*.
https://www.upra.gov.co/documents/10184/154948/20200924_DT_LB_Leche_f.pdf/77ca097b-0494-4503-abf1-8d7a39299025
- DNP. (2015). *El campo colombiano: Un camino hacia el bienestar y la paz. Misión para la transformación del campo*.

- [https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Agriculturapecuarioforestal_y_pesca/El CAMPO COLOMBIANO UN CAMINIO HACIA EL BIENESTAR Y LA PAZ MTC.pdf](https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Agriculturapecuarioforestal_y_pesca/El_CAMPO_COLOMBIANO_UN_CAMINIO_HACIA_EL_BIENESTAR_Y_LA_PAZ_MTC.pdf)
- Escobar, M., Lavado, F., Paola, A., Juliana, M., Ugarte, G., Azabache, F., Juliana, M., Ugarte, G., Azabache, F., & Hacia, O. (2022). Hacia una ganadería sostenible en Vichada: Instrumentos políticos y financieros. *Helmholtz-Zentrum Für Umweltforschung (UFZ), Leipzig, 4*.
- Eufemia, L., Bonatti, M., & Sieber, S. (2019). *MANUAL DE CONSTRUCCIÓN DE GOBERNANZA COMUNITARIA - Estudio de caso : Municipio de Paz de Ariporo , Casanare (Colombia)* (Vol. 1). [https://doi.org/ISBN 978-3-943679-61-8](https://doi.org/ISBN_978-3-943679-61-8)
- FAO. (2016). SAFA SUSTAINABILITY ASSESSMENT OF FOOD AND AGRICULTURE SYSTEMS TOOL USER MANUAL VERSION 2.2.40. In *Fao* (Vol. 45, Issue January). <http://www.fao.org/nr/sustainability/smallholders-ecology/en/>
- Fawaz, J. y Vallejos, R. (2011). Calidad de vida, ocupación, participación y roles de género: un sistema de indicadores sociales de sostenibilidad rural (Chile). *Cuadernos de Desarrollo Rural, 8(67)*, 45–68.
- FEDEGAN. (2018). Cifras de referencia del sector ganadero colombiano. *Fedegan, 55*. www.fedegan.org.co
- Fedesarrollo. (2014). *Investigación Y Entidades Prestadoras Del Servicio De Asistencia Técnica Agropecuaria (Epsagros)*.
- Florez, C., Villar, L., Puera, N., & Berrocal, L. (2017). El proceso de envejecimiento de la población en Colombia. *Editorial Fundación Saldarriaga Concha.*, 3–66.
https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/1021/Report_Se?sequence=1
- Foss, A. H., Markatou, M., & Ray, B. (2019). Distance Metrics and Clustering Methods for Mixed-type Data. *International Statistical Review, 87(1)*, 80–109. <https://doi.org/10.1111/insr.12274>

- Gallo, W., & Sanabria, A. (2019). Evaluación de Impacto Ambiental y ganadería extensiva en Colombia. *Derecho de Tierras*, 1, 27–32.
- Garnett, T., Appleby, M. C., Balmford, A., Bateman, I. J., Benton, T. G., Bloomer, P., Burlingame, B., Dawkins, M., Dolan, L., Fraser, D., Herrero, M., Hoffmann, I., Smith, P., Thornton, P. K., Toulmin, C., Vermeulen, S. J., & Godfray, H. C. J. (2013). Sustainable Intensification in Agriculture: Premises and Policies. *Science*, 341(6141), 33–34. <https://doi.org/10.1126/science.1234485>
- Giraldo, D. (2014). Las especies del género *Axonopus* (Poaceae: Panicoideae: Paspaleae) de Colombia. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 38(147), 130. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.48>
- Gobernación de Casanare. (2015). *CONFORMACIÓN DE LA COMITÉ DE LA CADENA CÁRNICA DE CASANARE*.
- Gobernación de Casanare. (2019). Boletín estadístico del departamento de Casanare. In *Boletín estadístico*.
- Gobernación de Casanare. (2021). *Diagnostico sector educacion Casanare*.
- Gomez, J. y Rodríguez, M. (2020). Comparación de Rentabilidad entre modelo de ganadería extensiva y modelos silvopastoriles intensivos. In *Colegio de Estudios Superiores de Administración* (Vol. 5, Issue 1).
- Gower, J. C. (1971). A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics*, 857–871.
- Guti, L. (2019). Cómo realizar e interpretar un análisis factorial exploratorio utilizando SPSS. *REIRE Revista d Innovació i Recerca En Educació*, 12 (2), 1–14. <https://doi.org/10.1344/reire2019.12.227057>
- Humboldt, I. de I. de R. B. A. von, & IGAC, I. G. A. C. (2004). Ecosistemas de la Cuenca del Orinoco Colombiano. In M. H. Romero, G. Galindo García, J. Otero García, & D. Armenteras i Pascual (Eds.), *Unidad de Sistemas de Información Geográfica*.
- ICA, I. C. A. (2022). Censos Pecuarios Nacional. *Censos*. <https://www.ica.gov.co/Periodico-Virtual/Prensa/Informe-especial-Encefalitis-Equina-Venezolana.aspx>

- IDEAM, IAvH, Invemar, & IGAC. (2017). *Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia (MEC), escala 1:100.000* (1° edición).
- Jaramillo-Restrepo, T. (2014). *Ganadería tradicional vs Ganadería silvopastoril - ANEIA - Universidad de Los Andes*. AGRONEGOCIOS E INDUSTRIA DE ALIMENTOS. <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2014/10/20/ganaderia-tradicional-vs-ganaderia-silvopastoril/>
- Lau, C., Jarvis, A., & Ramirez, J. (2011). Agricultura Colombiana : Adaptación al Cambio Climático. *CIAT - Centro Internacional de Agricultura Tropical*, 1, 4. http://dapa.ciat.cgiar.org/wp-content/uploads/2013/02/politica%7B_%7Dsintesis1%7B_%7Dcolombia%7B_%7Dcambio%7B_%7Dclimatico.pdf
- Lavado, A. P. F. (2009). *Evaluacion De La Oferta De Especies Silvestres Asociadas a La Ganaderia De Cria En La Sabana Inundable, Como Aporte a La Seguridad Alimentaria De Los Habitantes Del Municipio De Paz De Ariporo, Departamento De Casanare, Colombia*. Universidad de ls Llanos.
- Lebacqz, T., Baret, P. V., & Stilmant, D. (2013). Sustainability indicators for livestock farming. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 33(2), 311–327. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0121-x>
- Lozano, M. T. P. (2019). Bases técnicas para la formulación de la política nacional de ganadería bovina sostenible- Colombia (BT-PNGBS). In *Duke Law Journal* (Vol. 1, Issue 1). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- MADR, M. de A. y D. R. (2022). Resolución 126 2022, Por la cual se adoptan los Lineamientos de Política de Ganadería Bovina Sostenible-GBS 2022-2050 y se dictan otras disposiciones. In *Ministerio de Agricultura y Desarrollo Sostenible* (pp. 1–60). <https://www.minagricultura.gov.co/Normatividad/Resoluciones/RESOLUCIÓN NO. 000126 DE 2022.pdf>
- Majerova, I., & Nevima, J. (2017). The measurement of human development using the ward method of cluster analysis. *Journal of International Studies*, 10(2), 239–257. <https://doi.org/10.14254/2071-8330.2017/10-2/17>

- Minagricultura. (2020). *Cadena Cárnica Bovina, Cifras del sector*. Minagricultura.
- Ministerio de cultura. (2017). *CANTOS DE TRABAJO DE LLANO*.
- Molina-Benavides, R. A. (2011). *Sostenibilidad de los sistemas ganaderos localizados en el parque nacional natural de las Hermosas y su zona de influencia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Molina Concepción, O., Rodríguez, R., Milián Jiménez, M., Díaz, L., & Pons Pérez, C. (2015). Métodos De Estandarización De Variables Cuantitativas En Colecciones De Germoplasma Vegetal Quantitative Variables Standarizing Methods in Vegetal Germplasm Collections. *Agricultura Tropical* 2517-9292, 1(January 2017), 67–73.
- Molina, N. A., Salle, U. D. La, & Triana, H. L. (2011). Panorama de la investigación en producción animal desde la perspectiva del entorno socioeconómico y cultural en la región de los Llanos Orientales y el Casanare. *Gestión & Sociedad*, 4(2), 31–44.
- Mora-Fernández, C., Peñuela-Recio, L., & Castro-Lima, F. (2015). Estado del conocimiento de los ecosistemas de las sabanas inundables en la Orinoquia Colombiana TT - State of the knowledge of the flooded savanna ecosystems of Orinoquia Colombiana TT - Estado do conhecimento sobre os ecossistemas das savanas inundadas. *Orinoquia*, 19(2), 253–271.
- Motta-Delgado, P. A., Martínez, H. E. O., & Rojas-Vargas, E. P. (2019). Indicators associated to pastures sustainability: A review. *Ciencia Tecnología Agropecuaria*, 20(2), 409–430.
https://doi.org/10.21930/rcta.vol20_num2_art1464
- Nadal-Romero, E., Lasanta, T., & Cerdà, A. (2018). Integrating Extensive Livestock and Soil Conservation Policies in Mediterranean Mountain Areas for Recovery of Abandoned Lands in the Central Spanish Pyrenees. A Long-Term Research Assessment. *Land Degradation & Development*, 29(2), 262–273. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ldr.2542>
- Nasca, J. A., Toranzos, M., & Banegas, N. R. (2006). Evaluación de la sostenibilidad de dos modelos ganaderos de la llanura deprimida salina de Tucumán, Argentina . In *Zootecnia Tropical* (Vol. 24, pp. 121–136). scielon .

- Nieto, D., Berisso, R., Demarchi, O., & Scala, E. (2012). Manual de Buenas Prácticas de Ganadería Bovina para la Agricultura Familiar. In *Estudios ab*. <http://www.fao.org/3/i3055s/i3055s.pdf>
- Norgrove, L., & Hauser, S. (2014). Improving plantain (*Musa* spp. AAB) yields on smallholder farms in West and Central Africa. *Food Security*, 6(4), 501–514. <https://doi.org/10.1007/s12571-014-0365-1>
- Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCyT. (2012). *Plan Estratégico Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación PEDCI Casanare*. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Ortega Salinas, L. E. (2019). *Biodiversidad Vs. Ganadería: Un Reto Urgente En El Ordenamiento Territorial Del Sur Del Ecuador*. Universitat de Barcelona.
- Ortiz-Muñoz, Y. (2017). *Sustentabilidad Agrícola Del Cultivo Orgánico Intensivo De*. UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS.
- Parra-Cortés, R. I., Magaña-Magaña, M. A., & Piñeiro-Vázquez, A. T. (2019). Sustainable intensification of tropical cattle raising based on local resources: environmental mitigation alternative for Latin America. Review. *ITEA Informacion Tecnica Economica Agraria*, 115(4), 342–359. <https://doi.org/10.12706/itea.2019.003>
- Pecuarías, D. E. C., & Octubre, C. (2018). *CADENA CÁRNICA BOVINA - BUFALINA CADENA CÁRNICA BOVINA - BUFALINA*.
- Peñuela, L., Ardila, A., Rincón, S., & Cammaert, C. (2019). Ganadería y conservación en la sabana inundable de la Orinoquia colombiana: modelo sui generis climáticamente inteligente. Proyecto: Planeación climáticamente inteligente en sabanas, a través de la incidencia política, ordenamiento y buenas prácticas SuLu. In WWF-Colombia & F. Verde (Eds.), *Anuario estadístico de España*.
- Peñuela, L., & Fernández, A. P. (2010). La ganadería ligada a procesos de conservación en la sabana inundable de la Orinoquia Livestock activity linked to conservation processes in the Orinoquia ´s flood plains. *Orinoquia*, 14(1), 5–17.

- Peñuela, L., Segura, G., & Solano, C. (2017). *Implementando estrategias de adaptación al cambio climático con productores ganaderos* (F. Natura & F. H. Verde (eds.)).
- Peñuela, L., Solano, C., Ardila, V., & Galán, S. (2014). *Sabana inundable y ganadería, opción productiva de Conservación en la Orinoquia. Proyecto: "Fortalecimiento institucional y de política para incrementar la conservación de la biodiversidad en predios privados en Colombia"* (G. C. I. de H. de R. P. (G5);, A. R. N. Colombiana, R. de R. N. de la S. C. (RESNATUR); Fundación, W. W. Fund; T. N. C. (TNC);, P. N. Naturales, & D. Colombia (eds.); Issue 3). www.espanol.tnc.org
- Prüssmann, J., Rincón, S., Tavera, H., & Suárez, C. (2020). *Estructura ecológica principal de la Orinoquia colombiana-Actualización metodológica mapa Sulu*. (D. Carmen (ed.); 1° edición). https://globallandusechange.org/wp-content/uploads/2021/04/sulu_b23_s_c5_baja_.pdf
- Rangel-Ch., O., & Andrade-C., G. (2019). *Colombia Diversidad Biótica XX: Territorio sabanas y humedales de Arauca (Colombia)* (C. Jarro-F & G. Santos-C (eds.); Primera ed).
- Rivera-Huerta, A., Pérez-Lombardini, F., Galindo Maldonado, F., De, M., Salud, L., Lozano, R., & Güereca, L. P. (2020). Análisis Comparativo De Dos Herramientas Para Evaluar La Sostenibilidad Ganadera En El Contexto Mexicano † [Comparative Assessment of Two Tools for Evaluating Livestock Sustainability: in the Mexican Context]. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23(January).
- Rivera, A. (2016). *Análisis de ganadería sostenible en pequeños productores de leche en área de influencia del páramo de Cumbal-Chiles*. 100. <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/handle/6789/3058>
- Rodríguez, P. (2020). *Participación y sustentabilidad: convergencia de estrategias conservacionistas y desarrollistas. El caso de la ganadería familiar en la zona Este de Uruguay*. Universidad de la república de Uruguay.
- Romero, D. (2018). *Conservación Y Conflictos Socioambientales En Mosaicos De Sabana. Caso De Estudio: Humedales Llaneros En Paz De Ariporo*,

- Casanare. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Ruden, A., Castro, J. P., Gutiérrez, J. F., Koenig, S., Sotelo, M., & Arango, J. (2020). *GANSO: Nuevo modelo de negocios y de asistencia técnica para la profesionalización de la Ganadería Sostenible en la Orinoquia colombiana*. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/110369>
- Sánchez-Zamora, P., Gallardo-Cobos, R., & Ceña Delgado, F. (2016). La noción de resiliencia en el análisis de las dinámicas territoriales rurales: Una aproximación al concepto mediante un enfoque territorial. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 13(77), 93–116. <https://doi.org/10.11144/Javeriana.cdr13-77.nrad>
- Sarmiento, G. (1983). The savannas of tropical America. *Ecosystems of the World XIII. Tropical Savannas*, Elsevier, 245–288.
- Schuschny, A., & Soto, H. (2009). Guía metodológica Diseño de indicadores compuestos de desarrollo sostenible Andrés Schuschny. *Cepal*, 109.
- Steinfeld, H., Gerber, P. J., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & De haan, C. (2006). Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options. In *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (Vol. 24).
- Steinfeld, H., Gerber, P., Wassenaar, T., Castel, V., Rosales, M., & de Haan, C. (2009). La larga sombra del ganado: problemas ambientales y opciones. In *Fao* (1 edición).
- Toro, A. M. D., Esquivel, O. F., Escobar, N. C. H., Bohórquez, P. O., Castrillón, Á. A. P., Monroy, H. G. R., Hincapié, Á. M. T., & Zabaleta, M. A. V. (2020). *Línea base cadena cárnica bovina*.
- UNESCO. (2017). *Convention for the Safeguarding of the Intangible Cultural Heritage* (Issue December).
- UPRA - Minagricultura. (2020). *Cadena productiva de ganadería bovina, Línea Base de Indicadores de la Cadena Láctea*.
- USAID. (2022). *NATURAL WEALTH PROGRAM*. https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PA00ZG47.pdf
- Vera-Infanzón, R., & Ramírez-Restrepo, C. (2020). Long term beef production in

extensive cow-calf systems in the tropical savannas of eastern Colombia.

Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia, 67(1), 42–59.

<https://doi.org/10.15446/rfmvz.v67n1.87678>