

Artículo original / Original article

Caracterización y tipificación de sistemas ganaderos bovinos de alta montaña en el Valle del Cauca: bases para la producción sostenible

Characterization and classification of high mountain cattle farming systems in Valle del Cauca: foundations for sustainable production

 Raúl Andrés Molina-Benavides^{1*};  Gaby Serrano²;  Michel Angelo Molina²

¹Universidad Nacional de Colombia, Palmira, Colombia

²Asociación Agrícola y Ganadera para el Desarrollo Sostenible de La Nevera "ASOAGRIGAN", Colombia

RESUMEN

La ganadería bovina en Colombia es una actividad rural clave que transforma las coberturas vegetales, pero el desconocimiento de sus prácticas y beneficios limita la transición hacia la sostenibilidad. Este estudio caracterizó y tipificó sistemas de producción bovina en 15 predios de alta montaña (2700-3600 ms.n.m.) en La Nevera, Valle del Cauca. Se recopiló información mediante encuestas (162 preguntas), muestreos de forraje y datos de coberturas vegetales de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC), analizados con estadística descriptiva y QGIS. Los resultados revelaron bajo nivel tecnológico y educativo de los productores, parámetros reproductivos y productivos subóptimos, y falta de registros zootécnicos. Se identificaron dos tipos de sistemas: uno de levante y ceba, y otro de leche, subdividido por área y carga animal. La investigación concluye que existen amenazas para los agroecosistemas de la zona. Se propone una visión de producción sostenible a corto y mediano plazo, enfatizando la necesidad de apoyo estatal para programas de reconversión que aseguren la viabilidad económica, la responsabilidad social y la conservación ambiental.

Palabras clave: agroecosistemas; coberturas vegetales; ganadería de doble propósito; pastoreo

ABSTRACT

Cattle farming in Colombia is a key rural activity that transforms vegetation cover, but a lack of knowledge about its practices and benefits limits the transition to sustainability. This study characterized and classified cattle production systems on 15 high mountain farms (2700-3600 ma.s.l.) in La Nevera, Valle del Cauca. Information was collected through surveys (162 questions), forage sampling, and vegetation cover data from the CVC, analyzed using descriptive statistics and QGIS. The results revealed low technological and educational levels among producers, suboptimal reproductive and productive parameters, and a lack of zootechnical records. Two types of systems were identified: one for rearing and fattening, and another for milk production, subdivided by area and animal load. The research concludes that there are threats to the agroecosystems in the area. A vision of sustainable production in the short and medium term is proposed, emphasizing the need for state support for conversion programs that ensure economic viability, social responsibility, and environmental conservation.

Keywords: agroecosystems; dual-purpose livestock; grazing; vegetation cover

Cómo citar / Citation: Molina-Benavides, R. A., Serrano, G. & Molina, M. A. (2025). Caracterización y tipificación de sistemas ganaderos bovinos de alta montaña en el Valle del Cauca: bases para la producción sostenible. *Revista Peruana de Investigación Agropecuaria*, 4(1), e117. <https://doi.org/10.56926/repia.v4i1.117>

Editor: Dr. Fred William Chu Koo 



1. INTRODUCCIÓN

La ganadería bovina es una de las principales actividades económicas en el sector rural colombiano, presente en todas las regiones y pisos térmicos del país, y es un factor determinante en la transformación de las coberturas vegetales (Bustamante & Rojas, 2018). Sin embargo, esta actividad a menudo conlleva repercusiones ambientales significativas, como la conversión de ecosistemas naturales en extensas pasturas, lo que afecta negativamente diversos servicios ecosistémicos (Dettenmaier et al., 2017; Peterson et al., 2018).

Según el inventario ganadero bovino del Instituto Agropecuario Colombiano (ICA) para el año 2024, el departamento del Valle del Cauca contaba con 479,792 animales, lo que representa el 1.64% del inventario nacional. Aunque esta proporción es relativamente baja, la importancia de la ganadería en el departamento radica en su ubicación, ya que predominantemente se practica en zonas de ladera y sobre ecosistemas frágiles, como los Orobiomas altos de los Andes (Lynch et al., 2016; Montoya, 2010). En estas áreas, la ganadería bovina tradicionalmente se ha caracterizado por ser extensiva y poco tecnificada, utilizando sistemas de doble propósito. En estos sistemas, las vacas son ordeñadas una vez al día con la ayuda de sus terneros, produciendo entre 3 y 6 litros de leche por vaca. La alimentación de los animales depende principalmente de la oferta forrajera de pasturas nativas, influenciada por las condiciones edafoclimáticas de la zona (Avellaneda-Torres et al., 2018; González-Quintero et al., 2020; Morales & Ortiz, 2018).

Colombia alberga 37 complejos de páramos, de los cuales seis se encuentran en el Valle del Cauca, cubriendo un área de 82.000 km² (Ospina et al., 2016). Estos ecosistemas de páramo son estratégicos, reconocidos por su vital provisión de servicios ecosistémicos, como la conservación de la biodiversidad, la provisión de hábitats y, crucialmente, como las principales fuentes de agua para los municipios del país debido a su alta capacidad de retención hídrica y ser el origen de importantes corrientes hidrográficas (Davidson et al., 2017; Teague & Barnes, 2017; Trilleras et al., 2015).

Una limitante fundamental para la implementación de estrategias de reconversión hacia una ganadería económicamente viable, socialmente justa y ambientalmente responsable es la escasa información sobre las técnicas empleadas por los ganaderos y los beneficios financieros que obtienen de sus actividades (Avellaneda-Torres et al., 2018; González-Quintero et al., 2020). Por lo tanto, surge la necesidad imperante de caracterizar y tipificar los sistemas de producción ganadera. Este conocimiento es esencial como punto de partida para la toma de decisiones informadas, permitiendo potenciar sus fortalezas y mitigar sus debilidades, y así avanzar hacia un modelo productivo más sostenible (Molina et al., 2019).

El presente artículo tiene como objetivo principal establecer una línea base de resultados a partir de la caracterización y tipificación de 15 agroecosistemas ganaderos bovinos. Estos predios están ubicados en ecosistemas de alta montaña en el municipio de Palmira, Valle del Cauca. La información obtenida busca sentar las bases para el diseño integral y sostenible de la producción ganadera en esta región, en aras de asegurar la viabilidad económica, la responsabilidad social y la conservación ambiental.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Zona de estudio

La investigación se llevó a cabo en el sector de La Nevera, corregimiento de Toche, municipio de Palmira, Valle del Cauca, Colombia. Esta área se localiza en la vertiente occidental de la cordillera central de los Andes colombianos, específicamente entre las cuencas de los ríos Nima y Amaime (Toche). Los sistemas ganaderos estudiados se ubican en un rango altitudinal de 2700 a 3600 m.s.n.m., entre las coordenadas N 03°33.460", W 76°06.278" y N 03°31'405", W 076°01'804", con una temperatura promedio de 13°C, precipitaciones anuales entre 1600 y 1800 mm, y una humedad relativa superior al 80%.

El universo de estudio comprendió 15 agroecosistemas dedicados a la producción bovina, cuyos propietarios accedieron voluntariamente a participar en el proceso. Estos 15 predios representan el 71.4% de los sistemas productivos ganaderos activos en el sector de La Nevera al momento del estudio.

Recolección de la información

La información de los agroecosistemas ganaderos se recopiló mediante la aplicación de una encuesta semiestructurada compuesta por 162 preguntas (https://github.com/ramolinab/Encuesta_ganadera_bovina/raw/main/Encuesta_caracterizaci%C3%B3n_Asoagrigan.xlsx). Estas preguntas fueron agrupadas en tres componentes principales para un análisis integral: social (29.6%), ambiental (16.9%) y productivo-económico (53.5%).

Adicionalmente, para complementar la información de las encuestas, se realizaron muestreos de forraje en el 33% de las fincas analizadas. Se obtuvo también información detallada sobre las coberturas vegetales de todos los predios incluidos en el estudio, utilizando el geoportal de la Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca (CVC) (https://geo.cvc.gov.co/visor_avanzado/).

Análisis de la información

La información cuantitativa y cualitativa obtenida a través de las encuestas fue tabulada y analizada utilizando hojas de cálculo de Microsoft Excel. Para el análisis se empleó estadística descriptiva, incluyendo el cálculo de promedios, valores máximos y mínimos, y desviaciones estándar, lo que permitió una comprensión inicial de las características de los sistemas.

Para el análisis de la información de las coberturas vegetales de los predios, se utilizó el software especializado en sistemas de información geográfica (SIG), QGIS versión 3.10. Se aplicó una técnica de geoprocésamiento denominada "Intersect" entre dos capas: los polígonos que delimitaban el área de cada predio (identificados con su número catastral) y las capas de coberturas vegetales. Este proceso generó una nueva capa que conservó la información espacial y tabular de ambas, mostrando la combinación de los parámetros considerados como variables para el análisis. Las coberturas vegetales identificadas incluyeron bosques naturales, vegetación secundaria, pastos, arbustales y herbazales, entre otras.

Tipificación

Para la tipificación de los agroecosistemas, se empleó la distancia euclidiana entre un conjunto de variables numéricas seleccionadas que se consideraron representativas de las características productivas y ambientales de cada finca. Este análisis se realizó empleando el software estadístico R, versión 4.5.1. Las variables incluyeron: área total (ha), porcentaje de bosques (%), porcentaje de pastos (%), carga animal (UGG/ha), edad al primer parto (meses), intervalo entre partos (meses), intervalo entre parto y concepción (días), fertilidad (%), edad al sacrificio (meses), duración de la lactancia (meses) y producción de leche (litros/vaca/día). Mediante este análisis multivariado, aplicando el método de K-means, se construyeron grupos de fincas que compartían características similares, permitiendo la identificación de tipos de sistemas de producción diferenciados.

La agrupación se realizó utilizando los valores normalizados de los indicadores como variables de entrada para el análisis de clúster, aplicando el método de K-means (o jerárquico, según el caso).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Componente social

El análisis de las condiciones socioeconómicas de los propietarios de los predios en La Nevera reveló que el 60% son hombres y el 40% son mujeres en cuanto a la titularidad de la propiedad. La distribución de edades mostró que el 40% de los propietarios tienen entre 61 y 70 años, el 26.66% entre 51 y 60 años, el 13.33% entre 71 y 80 años, el 13.33% entre 30 y 40 años, y el 6.66% entre 41 y 50 años. Estos datos sugieren una población de propietarios con una edad avanzada predominante, lo que podría implicar desafíos en la adopción de nuevas tecnologías o la continuidad generacional de la actividad ganadera (Cardona et al., 2023; Opio & Sangoluisa, 2022).

En cuanto al nivel educativo, el 46.66% de los propietarios solo alcanzaron la primaria, el 26.66% la secundaria y un 6.66% la educación universitaria, de los cuales el 20% posee posgrado. El bajo nivel educativo predominante puede ser una barrera para la implementación de prácticas ganaderas más sofisticadas y el acceso a información técnica relevante, lo que, como señala (Obregón et al., 2022), dificulta la observación y mejora de los flujos económicos.

Un dato relevante es que el 73% de los propietarios no residen en la finca, lo que podría indicar una gestión indirecta o delegada de las operaciones. Económicamente, el 40% de los propietarios dependen totalmente de los ingresos de la finca, mientras que un 20% depende entre un 50% y 75%, y el resto con una dependencia inferior al 25%. Esta dependencia económica total para una parte significativa de los propietarios subraya la importancia crítica de la viabilidad y sostenibilidad de la actividad ganadera en la región (FEDEGAN, 2018).

En relación con la infraestructura, el 46.66% de las viviendas en los predios están en buen estado, 33.33% en estado regular y 20% en excelente estado. Sin embargo, la ausencia total de servicios públicos básicos (electricidad, agua potable, alcantarillado, gas, entre otros) en el 100% de los predios es una limitación severa para el desarrollo y la calidad de vida en la zona. La dependencia exclusiva del transporte de productos a lomo de mula por caminos de herradura resalta las deficiencias en la infraestructura vial, lo que incrementa los costos de producción y dificulta el

acceso a mercados y servicios esenciales, afectando directamente la competitividad y la logística (Rojas, 2015).

Respecto a los trabajadores, el 100% son hombres, con un 50% entre 30 y 40 años, 30% mayores de 50 años y 20% entre 25 y 30 años. Todos los trabajadores tienen un nivel de escolaridad de básica primaria. Solo el 36.36% de los trabajadores están afiliados a salud, pensión y riesgos profesionales "ARL" por parte de la finca, mientras que el resto pertenece al régimen subsidiado. Esta situación laboral precaria, con bajos niveles de escolaridad y limitada seguridad social, puede repercutir en la productividad y la capacitación, además de generar vulnerabilidad social (Bravo Parra, 2020).

Componente productivo

El 66.66% de los agroecosistemas ganaderos en la zona de estudio se orientan al doble propósito (DP). De este porcentaje, el 40% realiza un ciclo completo, lo que significa que los machos nacidos en la finca son criados hasta el sacrificio. En el 60% restante de las fincas, los machos son vendidos después del destete. Esta especialización en doble propósito refleja una estrategia de diversificación para obtener ingresos tanto de leche como de carne, característica de las ganaderías tradicionales en zonas de ladera y ecosistemas frágiles. Las razas predominantes son Normando, Ayrshire y Pardo Suizo, lo que indica la preferencia por razas con buena aptitud para la producción de leche y carne en estas condiciones.

Es importante destacar que, en el 100% de los sistemas de doble propósito, se realiza un único ordeño manual al día, con los terneros al pie de la vaca. Esta práctica, si bien facilita el manejo y estimula la bajada de la leche, puede limitar la producción de leche por vaca/día y la tecnificación. Un aspecto positivo es el uso generalizado (100%) de la rotación de praderas con cerca eléctrica, alimentada por paneles solares. Esta implementación de cercas eléctricas y energía solar, no solo optimiza el uso del forraje, sino que también contribuye a la sostenibilidad energética y a la reducción del impacto ambiental, lo cual es una ventaja significativa en una zona sin acceso a red eléctrica (Opio & Sangoluisa, 2022).

Las fincas orientadas al doble propósito tienen áreas que varían entre 28 y 550 hectáreas (ha). Presentan una carga animal promedio de 0.86 UGG/ha (± 0.58), una edad al primer parto de 35.6 meses (± 2.55), un intervalo entre partos de 14.9 meses (± 0.88), una duración de la lactancia de 8.4 meses (± 0.70) y una producción de leche de 6.3 litros/vaca/día (± 1.16). Estos parámetros reproductivos y productivos son bajos en comparación con sistemas más tecnificados, lo que concuerda con la conclusión general de bajos parámetros productivos y reproductivos encontrados en el estudio (Bravo Parra, 2020; FEDEGAN, 2018; González-Quintero et al., 2020). El 80% de estos predios suplementan a sus animales con concentrado comercial, y el 100% ofrece sal mineralizada. La suplementación, aunque presente, parece no ser suficiente para compensar las deficiencias nutricionales derivadas de la baja calidad de las pasturas nativas o el manejo, lo que podría explicar los bajos rendimientos (Morales & Ortiz, 2018).

Por otro lado, el 33.33% de los agroecosistemas de la zona se dedican al levante y ceba de animales. La raza Normando también es predominante en este tipo de sistema. Las áreas de estas fincas varían entre 70 y 588 ha. El 80% de estos sistemas también utiliza rotación de praderas con

cerca eléctrica, lo que sugiere una adaptación común a las condiciones de forraje y la adopción de prácticas de manejo de pasturas. La carga animal promedio en estos predios es de 0.56 UGG/ha (± 0.37), y la edad promedio al sacrificio es de 33.56 meses (± 3.61), indicando un ciclo productivo prolongado para la finalización de los animales. El 100% de estos sistemas ofrece sal mineralizada a sus bovinos.

Es notable que el 100% de los productores ganaderos están afiliados a la Asociación Agrícola y Ganadera para el Desarrollo Sostenible de La Nevera (ASOAGRIGAN), constituida desde 2004. Esta alta tasa de asociatividad representa una fortaleza significativa, ya que la organización puede facilitar la implementación de programas de apoyo, la capacitación, el acceso a mercados y la adopción de prácticas sostenibles a nivel comunitario (Cardona et al., 2023). La Tabla 1, muestra los resultados de los análisis bromatológicos de forraje realizados en una muestra de cinco predios, lo cual es fundamental para entender la calidad nutricional de la base alimenticia y la necesidad de suplementación.

Tabla 1.

Características de las pasturas utilizadas para el pastoreo de los animales en cinco predios de la zona de estudio

Características Pasturas	Fincas				
	El Bosque	Campo Alegre	Las Vegas	La Cascada	Juntas
Altitud (ms.n.m)	2686	2738	2766	2889	2953
Latitud	03°33.460"	03°34.423"	03°34.172"	03°33.102"	03°33.923"
Longitud	76°06.278"	76°02.837"	76°02.872"	76°05.098"	76°02.441"
Análisis Weende %					
Materia Seca	15.36	15.99	15.2	15.23	16.57
Proteína	13.57	13.2	11.69	12.91	17.9
Extracto etéreo	2.21	2.32	2.59	2.32	2.75
Cenizas	9.28	9.85	10.14	10.24	9.8
Extracto libre de nitrógeno	9.16	7.81	8.28	6.7	8.46
Análisis Van Soest %					
FDN	65.78	66.82	67.3	67.83	61.09
FDA	31.76	31.47	33.07	31.84	30.57
Lignina	6.98	7.49	7.62	5.86	7.61
Hemicelulosa	34.07	35.34	34.23	36	30.52
Celulosa	24.77	23.98	25.45	25.97	22.95

Las pasturas analizadas muestran un bajo porcentaje de materia seca (MS), variando entre 15.2% y 16.57%. Estos valores pueden indicar que las pasturas se encuentran en una etapa temprana de crecimiento y que las rotaciones de los potreros no están cumpliendo con los periodos de descanso recomendados para la especie. Sin embargo, el bajo porcentaje de MS es una característica común de las pasturas en climas fríos y húmedos, lo que puede limitar el consumo de nutrientes por parte del ganado (Vargas- Martínez et al., 2018).

Referente a la proteína cruda (PC), los niveles encontrados son aceptables para una dieta bovina. El predio Juntas destaca significativamente con un 17.9% de proteína; valor favorable para animales en crecimiento o lactancia, que tienen altos requerimientos proteicos. Los demás predios presentan valores de PC entre 11.69% y 13.57%, lo que es adecuado para bovinos de producción, aunque pueden requerir una suplementación en etapas productivas demandantes (Sossa & Barahona, 2015). El valor más bajo de proteína se encuentra en el predio Las Vegas (11.69%), lo que podría ser un indicativo de una pastura más madura o de una fertilidad de suelo baja.

Finalmente, los valores de la pared celular, analizados por el método de Van Soest, son cruciales para determinar la digestibilidad de las pasturas. Los valores de Fibra Detergente Neutro (FDN) varían entre 61.09% y 67.83%. Un bajo contenido de FDN generalmente se correlaciona con una mayor capacidad de consumo por parte de los animales (Posada-Ochoa et al., 2023). El predio Juntas tiene el valor de FDN más bajo (61.09%), lo que sugiere que su pastura podría ser consumida en mayor cantidad. En contraste, La Cascada presenta el valor más alto (67.83%), lo que podría limitar el consumo voluntario del ganado debido a su mayor llenado ruminal. La Fibra Detergente Ácido (FDA) se asocia a la digestibilidad del alimento; un menor porcentaje de FDA se asocia con una mayor digestibilidad de la materia seca (Mejía-Taborda et al., 2014). De nuevo, el predio Juntas muestra el menor valor de FDA (30.57%), lo que indica que su pastura es la más digestible. La Cascada y Las Vegas tienen los valores más altos de FDA, 31.84% y 33.07%, respectivamente, lo que sugiere una menor digestibilidad de la fibra.

Componente ambiental

El análisis del componente ambiental, realizado con el geoportal de la CVC, permitió estimar los porcentajes de las coberturas vegetales más relevantes en cada uno de los 15 agroecosistemas estudiados (Tabla 2). Se identificaron diversas coberturas como bosques naturales, vegetación secundaria, pastos, arbustales y herbazales. La presencia de un alto porcentaje de áreas en conservación ($>50\% \pm 17.84$) y nacimientos de agua es una ventaja ambiental crucial. Esto no solo provee abundante agua a los sistemas, sino que también representa un compromiso de conservación por parte de los productores. La diversidad de coberturas vegetales, especialmente la presencia de bosques, es vital para el mantenimiento de los servicios ecosistémicos en los ecosistemas de alta montaña, como la regulación hídrica y la conservación de la biodiversidad (Banco Mundial et al., 2021).

Los resultados de las coberturas vegetales son fundamentales para la discusión sobre la sostenibilidad. Las fincas con mayores porcentajes de pastos son, presumiblemente, aquellas con mayor intensidad ganadera, lo que puede implicar una mayor presión sobre los ecosistemas naturales si no se manejan de manera sostenible. Por el contrario, aquellas con porcentajes elevados de bosques y herbazales, especialmente en un contexto de alta montaña y páramo, pueden estar contribuyendo más a la conservación. Este es un punto crítico para la discusión sobre los usos alternativos del suelo y la ampliación de la visión de conservación, como se menciona en las conclusiones. La coexistencia de áreas productivas con áreas de conservación se convierte en una prioridad para garantizar la sostenibilidad a largo plazo (Avellaneda-Torres et al., 2018; Molina et al., 2020).

Tabla 2.*Coberturas vegetales (%) para los 15 predios analizados en la zona de estudio.*

Finca	Coberturas	Porcentaje	Finca	Coberturas	Porcentaje
La cascada 2889 ms.n.m	Vegetación secundaria	0.77%	Las Delicias 2853 ms.n.m	Bosques	31.60%
	Bosques	59.16%		Pastos	57.62%
	Pastos	30.53%		Arbustales	9.62%
	Arbustales	0.55%		Otros	1.16%
	Herbazales	8.15%		Vegetación secundaria	0.44%
La Palma 2730 ms.n.m	Otros	0.83%	Juntas 2953 ms.n.m	Bosques	38.47%
	Bosques	33.86%		Pastos	14.06%
	Pastos	49.00%		Arbustales	13.59%
La Alejandra 2817 ms.n.m	Arbustales	17.13%	Las Vegas 2766 ms.n.m	Herbazales	32.81%
	Bosques	32.56%		Otros	0.62%
El Volga 2756 ms.n.m	Pastos	67.44%	El Bosque 2686 ms.n.m	Bosques	46.48%
	Bosques	49.98%		Pastos	36.19%
Campo Alegre 2738 ms.n.m	Pastos	30.25%	El Porvenir 3102 ms.n.m	Arbustales	11.05%
	Arbustales	19.77%		Herbazales	6.03%
El Edén 3292 ms.n.m	Vegetación secundaria	1.07%	El Paraíso 2750 ms.n.m	Otros	0.25%
	Bosques	32.79%		Vegetación secundaria	0.47%
	Pastos	66.14%		Bosques	51.24%
El Perú 3254 ms.n.m	Bosques	65.99%	El Bosque 2686 ms.n.m	Pastos	43.21%
	Pastos	8.03%		Arbustales	4.92%
	Herbazales	25.97%		Otros	0.16%
	Bosques	59.93%		Bosques	24.05%
El Paraguay 3549 ms.n.m	Pastos	23.36%	El Paraíso 2750 ms.n.m	Pastos	13.68%
	Arbustales	13.86%		Arbustales	13.25%
	Herbazales	1.60%		Herbazales	49.02%
	Otros	1.25%		Vegetación secundaria	1.95%
	Bosques	9.01%		Bosques	39.09%
El Laurel 2899 ms.n.m	Pastos	16.01%	El Paraíso 2750 ms.n.m	Pastos	41.78%
	Arbustales	14.38%		Arbustales	6.98%
	Herbazales	60.55%		Herbazales	5.04%
	Otros	0.04%		Otros	5.15%
	Vegetación secundaria	1.00%			
El Laurel 2899 ms.n.m	Bosques	53.70%			
	Pastos	14.82%			
	Arbustales	3.53%			
	Herbazales	26.81%			
	Otros	0.14%			

Tipificación

La aplicación del análisis de distancia euclidiana permitió identificar dos tipos principales de agroecosistemas productivos en el sector de La Nevera (Figura 1). Esta clasificación es crucial para entender la heterogeneidad de los sistemas y diseñar intervenciones más específicas.

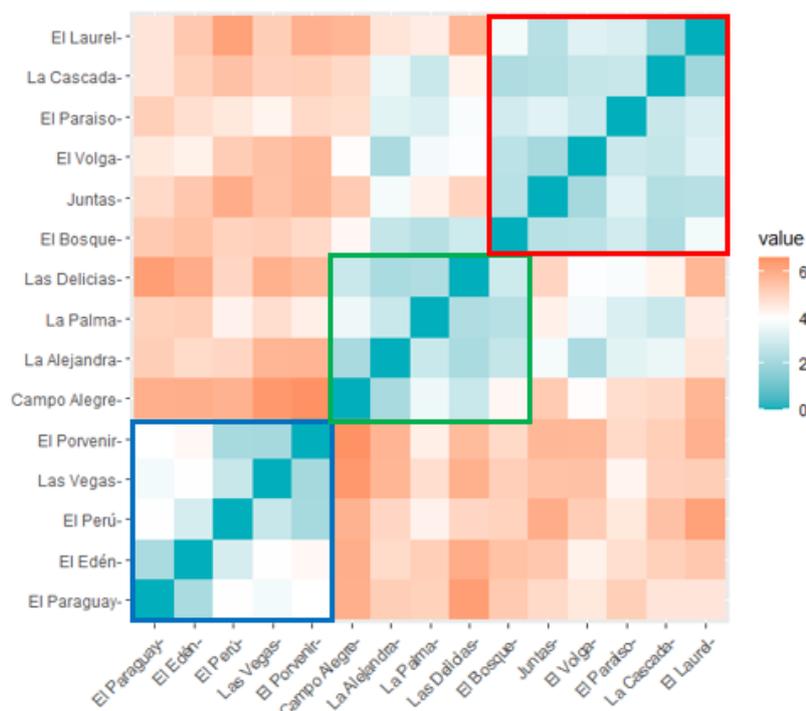


Figura 1. Tipificación de los predios ganaderos bovinos del sector de La Nevera

El primer grupo, representado por el recuadro azul en la Figura 1, estuvo conformado por cinco fincas dedicadas exclusivamente al levante y ceba de animales. Las características principales de este grupo ya fueron descritas en el componente productivo, incluyendo rangos de área entre 70 y 588 ha, predominio de la raza Normando, carga animal promedio de 0.56 UGG/ha y edad al sacrificio de 33.56 meses. Estos sistemas, aunque menos complejos en términos de manejo diario de ordeño, aún enfrentan los desafíos de la baja tecnificación y la infraestructura limitada (González-Quintero et al., 2020).

El segundo grupo, dedicado a la producción de leche, se subdividió en dos subgrupos, lo que resalta la variabilidad dentro de la misma orientación productiva. El primer subgrupo (recuadro verde en la Figura 1) incluyó cuatro predios cuyas características distintivas fueron tener áreas menores de 100 ha, un 32.7% (± 0.93) en bosques, y cargas animales promedio de 1.38 (± 0.61) UGG/ha. Este subgrupo, con menor área y mayor carga animal relativa, podría enfrentar una mayor presión sobre sus recursos forrajeros y ecosistemas si no se aplican prácticas intensivas y sostenibles de manejo de pasturas (González-Quintero et al., 2020).

El segundo subgrupo de productores de leche (recuadro rojo en la Figura 1) estuvo compuesto por seis predios, caracterizados por áreas más extensas, entre 200 y 550 ha, un 48.61% (± 8.24) en bosques, y cargas animales promedio más bajas de 0.51 (± 0.15) UGG/ha. Estos predios, con mayor proporción de bosques y menor carga animal, parecen tener un mayor potencial para integrar estrategias de conservación y producción sostenible, dado que tienen más recursos naturales bajo

su manejo y una menor densidad de animales que ejerzan presión directa sobre el ecosistema. La menor carga animal también podría ser un reflejo de un uso más extensivo de la tierra, lo que, en un ecosistema de alta montaña, puede ser más adecuado para la conservación del suelo y el agua (Molina et al., 2023).

El análisis general permitió evidenciar problemas indirectos pero fundamentales, como el bajo nivel tecnológico de los sistemas, el bajo nivel educativo de los productores, y la ausencia de registros zootécnicos. Como se mencionó, la falta de registros impide una observación clara y una gestión eficiente de los flujos y movimientos económicos de la producción. Esta deficiencia en la gestión de la información limita severamente la capacidad de los productores para tomar decisiones informadas, evaluar la rentabilidad de sus operaciones y planificar mejoras (Monsalve et al., 2017; Obregón et al., 2022).

En general, se determinaron bajos parámetros reproductivos (intervalo entre partos, edad al primer parto, e intervalo parto-concepción) y productivos (carga animal, producción de leche por vaca y día). Estos indicadores subóptimos sugieren la necesidad urgente de programas de mejora genética, nutricional y de manejo reproductivo, adaptados a las condiciones de alta montaña (Bravo Parra, 2020; FEDEGAN, 2018).

A pesar de las limitaciones, un análisis para determinar las ventajas y oportunidades de los sistemas mostró que los predios se destacan por factores medioambientales significativos. La abundancia de nacimientos de agua y un alto porcentaje de cobertura vegetal son ventajas que proveen a los sistemas de recursos hídricos vitales. Estos atributos se convierten en un compromiso de conservación para los productores locales. Además, el uso de energía solar para las cercas eléctricas es un indicio de sostenibilidad energética, contribuyendo a un crecimiento económico sustentable y a la reducción del impacto ambiental (Avellaneda-Torres et al., 2018; Banco Mundial et al., 2021).

Estas ventajas ambientales y el uso de energías renovables no solo benefician directamente a los ganaderos, sino que también constituyen una oportunidad para impulsar cambios hacia el desarrollo de políticas sostenibles (Molina et al., 2019). Esto incluye objetivos de sostenibilidad, conservación y la participación activa de la comunidad local. Existe un potencial ecoturístico significativo en estas regiones de alta montaña, que forma parte de los planes de desarrollo departamentales y políticas públicas (MinCIT, 2022). El turismo de naturaleza es reconocido como un generador potencial de divisas y empleo, representando una industria fundamental para el desarrollo económico del país, especialmente en un escenario de posconflicto (Lentijo et al., 2022). Adicionalmente, la zona tiene la oportunidad de agregar valor a sus productos mediante la determinación de origen, lo que podría diferenciarlos en el mercado y mejorar la rentabilidad.

CONCLUSIONES

Este estudio presenta una caracterización integral de los sistemas ganaderos bovinos en el sector de La Nevera, Valle del Cauca, estableciendo una línea base fundamental para futuros estudios y proyectos en esta zona de alta montaña. A pesar de la actividad ganadera existente, la vocación del

uso del suelo en la región indica riesgos potenciales para la sostenibilidad de sus frágiles ecosistemas, en particular, los páramos y bosques andinos.

El análisis, basado en encuestas de campo y análisis de suelos, y con la participación activa de los propietarios, sugiere que la ecorregión presenta una aptitud limitada para la producción ganadera intensiva. Se proponen, por tanto, usos alternativos del suelo que amplíen la visión de conservación y preservación. Esta recomendación se sustenta en la limitada oferta de mano de obra, los altos costos de producción y las dificultades logísticas derivadas de la deficiente infraestructura vial, factores que obstaculizan la viabilidad de procesos productivos intensivos.

Se identifican severas amenazas a la producción sostenible en la zona. Por ello, se propone un cambio en la vocación pecuaria del suelo a corto y mediano plazo, transitando hacia una visión de producción sostenible y de bajo impacto ambiental. Para lograr esta transformación, es indispensable el apoyo del Estado, a través, de diversos programas que faciliten la reconversión productiva, la tecnificación, la capacitación de los productores y la mejora de la infraestructura. Este apoyo debe enfocarse no solo en la productividad, sino también en la conservación de los recursos naturales y la mejora de las condiciones socioeconómicas de la comunidad, reconociendo el alto valor ecosistémico de la zona y su potencial para el ecoturismo y productos diferenciados.

AGRADECIMIENTO

El autor agradece la colaboración de la asociación agrícola y ganadera para el desarrollo sostenible de la Nevera "ASOAGRIGAN".

FINANCIAMIENTO

El autor no recibió ningún patrocinio para llevar a cabo este estudio-artículo.

CONFLICTO DE INTERESES

No existe ningún tipo de interés relacionado con la materia del trabajo.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Concepción, elaboración del manuscrito, recogida de datos, análisis de datos, discusión de resultados, revisión y aprobación: Molina-Benavides, R. A., Serrano, G. y Molina, M. A.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avellaneda-Torres, L. M., León Sicard, T. E., & Torres Rojas, E. (2018). Impact of potato cultivation and cattle farming on physicochemical parameters and enzymatic activities of Neotropical high Andean Páramo ecosystem soils. *Science of the Total Environment*, 631–632, 1600–1610. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.137>

Banco Mundial, Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria (CIPAV), Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Federación Colombiana de

- Ganaderos (Fedegán), Fondo Acción para el Ambiente y la Niñez, & The Nature Conservancy (TNC). (2021). *Acción de mitigación nacionalmente apropiada NAMA de la ganadería bovina sostenible en Colombia*. <https://cipav.org.co/wp-content/uploads/2021/10/Reporte-NAMA-Bovina-de-Colombia.pdf>
- Bravo Parra, A. M. (2020). *Cadenas sostenibles ante un clima cambiante: La ganadería en Colombia*. CIAT-GIZ. <https://hdl.handle.net/10568/114751>
- Bustamante, C., & Rojas, L. (2018). Reflexiones sobre transiciones ganaderas bovinas en Colombia, desafíos y oportunidades. *Biodiversidad En La Práctica*, 3(1), 1–29. <http://revistas.humboldt.org.co/index.php/BEP/article/view/516/497>
- Cardona, C., Aragón, I., Cristancho, I., Ramírez, M., & Rodríguez, E. (2023). *Estudio sobre las motivaciones de los ganaderos frente a la reconversión productiva*. https://www.solidaridadnetwork.org/wp-content/uploads/2024/04/2024-EstudioMotivacionesSectorGanadero_USAID-AmazoniaConnect.pdf
- Davidson, K. E., Fowler, M. S., Skov, M. W., Doerr, S. H., Beaumont, N., & Griffin, J. N. (2017). Livestock grazing alters multiple ecosystem properties and services in salt marshes: a meta-analysis. *Journal of Applied Ecology*, 54(5), 1395–1405. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12892>
- Dettenmaier, S. J., Messmer, T. A., Hovick, T. J., & Dahlgren, D. K. (2017). Effects of livestock grazing on rangeland biodiversity: A meta-analysis of grouse populations. *Ecology and Evolution*, 7(19), 7620–7627. <https://doi.org/10.1002/ece3.3287>
- FEDEGAN. (2018). *Ganadería Colombiana: Hoja de ruta 2018-2022*. <https://www.fedegan.org.co/noticias/ganaderia-colombiana-hoja-de-ruta-2018-2022>
- González-Quintero, R., Barahona-Rosales, R., Bolívar-Vergara, D. M., Chirinda, N., Arango, J., Pantévez, H. A., Correa-Londoño, G., & Sánchez-Pinzón, M. S. (2020). Technical and environmental characterization of dual-purpose cattle farms and ways of improving production: A case study in Colombia. *Pastoralism*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/s13570-020-00170-5>
- González-Quintero, R., Sánchez-Pinzón, M. S., Bolívar-Vergara, D. M., Chirinda, N., Arango, J., Pantévez, H. A., Correa-Londoño, G., & Barahona-Rosales, R. (2020). Technical and environmental characterization of Colombian beef cattle-fattening farms, with a focus on farm size and ways of improving production. *Outlook on Agriculture*, 49(2), 153–162. <https://doi.org/10.1177/0030727019884336>
- Lentijo, G., Velásquez, A., Murgueitio, E., Zuluaga, A. F., & Gómez, M. (2022). *Ganadería para las aves: un canto a la sostenibilidad*. (p. 53). Puntoaparte Editores. https://nas-national-prod.s3.amazonaws.com/audubon_digital_pliegos_72.pdf
- Lynch, A. J. J., Kalumanga, E., & Ospina, G. A. (2016). Socio-ecological aspects of sustaining Ramsar wetlands in three biodiverse developing countries. *Marine and Freshwater Research*, 67(6), 850–868. <https://doi.org/10.1071/MF15419>

- Mejía-Taborda, A., Ochoa-Ochoa, R., Medina-Sierra, M. (2014). Efecto de diferentes dosis de fertilizante compuesto en la calidad del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum* Hochst. Ex Chiov.). *Pastos y Forrajes*, Vol. 37, No. 1, enero-marzo, 31-37. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=269131241004>
- MinCIT. (2022). *Plan sectorial de turismo 2022- 2026 turismo en armonía con la vida* (p. 83). 20-12-2022-Plan-Sectorial-de-Turismo-VFPP. <https://www.mincit.gov.co/participa/consulta-ciudadana/20-12-2022-plan-sectorial-de-turismo-vfpp.aspx>
- Molina Benavides, R. A., Bustamante, C., Martínez, A., Uribe, J. R., & Redondo, J. M. (2020). Caracterización espacial de la ganadería bovina en la Orinoquia colombiana. *Revista MVZ Córdoba*, 25(3). <https://doi.org/10.21897/rmvz.1720>
- Molina Benavides, R. A., Campos Gaona, R., Atzori, A. S., Sánchez, L. F., & Sánchez Guerrero, H. (2023). Application of a system dynamics model to evaluate the implementation of payment for environmental services as a reconversion mechanism in high mountain farming. *Ecological Modelling*, 484(June). <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2023.110469>
- Molina Benavides, R. A., Campos Gaona, R., Sánchez Guerrero, H., Giraldo Patiño, L., & Atzori, A. S. (2019). Sustainable Feedbacks of Colombian Paramos Involving Livestock, Agricultural Activities, and Sustainable Development Goals of the Agenda 2030. *Systems*, 7(4), 52. <https://doi.org/10.3390/systems7040052>
- Monsalve, O., Gutierrez, J., & Cardona, W. (2017). Factors involved in the process of nitrogen mineralization when organic amendments are added to a soil. A review. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas* 11(1), 200–209. <https://doi.org/10.17584/rcch.2017v11i1.5663>
- Montoya, A. (2010). Conformación del mapa de ecosistemas del Valle del Cauca empleando sistemas de información geográfica. *Ventana Informática*, 22(22), 11–38. <http://revistasum.umanizales.edu.co/ojs/index.php/ventanainformatica/article/viewFile/207/256>
- Morales Vallecilla, F., & Ortiz Grisales, S. (2018). Productividad y eficiencia de ganaderías lecheras especializadas en el Valle del Cauca (Colombia). *Revista de La Facultad de Medicina Veterinaria y de Zootecnia*, 65(3), 252–268. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v65n3.76463>
- Obregón, L. A., Ortiz, C. A., & Cuellar, Y. (2022). La utilización de las herramientas tecnológicas en los sistemas de producción ganaderas doble propósito. *I+D Revista de Investigaciones*, 17(1), 37–52. <https://doi.org/10.33304/revinv.v17n1-2022003>
- Opio, C., & Sangoluisa Rodríguez, P. (2022). Innovaciones en el sector ganadero - Compendio de experiencias en América Latina y el Caribe 2021. In F. e IICA (Ed.), *Innovaciones en el sector ganadero*. <https://doi.org/10.4060/cc0876es>
- Ospina, G. A., Vergara, H., & Quinchoa, J. (2016). Complejo de páramos de las Hermosas. In *Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt" y la Universidad del Cauca* (Primera).

- Peterson, C. A., Eviner, V. T., & Gaudin, A. C. M. (2018). Ways forward for resilience research in agroecosystems. *Agricultural Systems*, 162(January), 19–27. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.01.011>
- Posada-Ochoa, S., Bedoya, S., Angúlo, J., Rosero, R., Jiménez, D. (2023). Valor energético del pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*) para la producción de leche en el trópico de altura. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales* (2023) Vol. 12(3):200–212. [https://doi.org/10.17138/tgft\(12\)200-212](https://doi.org/10.17138/tgft(12)200-212)
- Rojas, A. (2015). *Sistemas de producción rural* (P. Ungar (ed.); Primera). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Sossa, C. P., & Barahona, R. (2015). Comportamiento productivo de novillos pastoreando en trópico de altura con y sin suplementación energética. *Revista de Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 62(1), 67–80. <https://doi.org/10.15446/rfmvz.v62n1.49386>
- Teague, R., & Barnes, M. (2017). Grazing management that regenerates ecosystem function and grazingland livelihoods. *African Journal of Range and Forage Science*, 34(2), 77–86. <https://doi.org/10.2989/10220119.2017.1334706>
- Trilleras, J. M., Jaramillo, V. J., Vega, E. V., & Balvanera, P. (2015). Effects of livestock management on the supply of ecosystem services in pastures in a tropical dry region of western Mexico. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 211, 133–144. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2015.06.011>
- Vargas- Martínez, J. D. J., Sierra-Alarcón, A., Benavidez-Cruz, J., Avellaneda-Avellaneda, Y., & Ariza-Nieto, C. (2018). Establecimiento y producción de raigrás y tréboles en dos regiones del trópico alto colombiano. *Agronomía Mesoamericana*, 29(1), 177. <https://www.redalyc.org/journal/437/43754020015/html/>