



DOI: <https://doi.org/10.23857/dc.v12i2.4878>

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

Cobertura y uso del suelo en el cantón Sevilla don Bosco: implicaciones para el potencial de producción ganadera sostenible en la Amazonía ecuatoriana

Land cover and land use in the Sevilla don Bosco canton: implications for the potential of sustainable livestock production in the ecuadorian Amazon

Cobertura e uso da terra no cantão de Sevilha dom Bosco: implicações para o potencial da produção pecuária sustentável na Amazônia equatoriana

Maritza Lucía Vaca Cárdenas ^I
maritza.vaca@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4474-4354>

Freddy Renan Costales Zavala ^{II}
freddy.costales@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0005-4439-1941>

Julio Mauricio Oleas López ^{III}
joleasl@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-8576-248X>

José Vicente Trujillo Villacís ^{IV}
jose.trujillo@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-5949-3503>

Correspondencia: maritza.vaca@esPOCH.edu.ec

***Recibido:** 15 de abril de 2026 ***Aceptado:** 20 de mayo de 2026 * **Publicado:** 16 de junio de 2026

- I. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Ecuador.
- II. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Decanato de Investigaciones, Ecuador.
- III. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Ecuador.
- IV. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias Pecuarias, Ecuador.

Resumen

El cantón Sevilla Don Bosco, ubicado en la Amazonía sur-oriental del Ecuador, representa un caso emblemático para analizar la relación entre cobertura y uso del suelo y el potencial de producción ganadera sostenible. En un contexto de alta diversidad ecológica y creciente presión antrópica, este estudio examina cómo las decisiones sobre el uso de la tierra configuran las posibilidades de una ganadería compatible con la conservación en paisajes amazónicos de baja fertilidad y fuerte conectividad ecológica. La metodología combinó un enfoque híbrido que integró análisis geoespacial cuantitativo y revisión bibliográfica interdisciplinaria. Se utilizó la Capa Oficial de Cobertura y Uso del Suelo del MAATE 2022, recortada con ArcGIS 10.8 para los límites cantorales, permitiendo calcular superficies y derivar índices de naturalidad y transformación antrópica. El análisis del potencial pecuario se basó en revisión sistemática de literatura científica sobre productividad de pastizales, sistemas silvopastoriles, deforestación y gobernanza indígena. Los resultados revelan que el Bosque Nativo domina el territorio con 173.602,80 ha (82,47 %), mientras que el Mosaico Agropecuario ocupa 34.952,70 ha (16,60 %). Se obtuvo un índice de naturalidad de 83,11 % y de transformación antrópica de 16,89 %, posicionando al cantón como un refugio amazónico bien conservado en comparación con el promedio provincial. No obstante, el mosaico agropecuario representa la principal presión sobre el bosque y la base económica local para comunidades shuar y mestizas. La productividad ganadera actual se encuentra muy por debajo de su potencial (32-34 %), similar a patrones observados en la Amazonía brasileña, con oportunidades de intensificación mediante pastoreo rotacional y sistemas silvopastoriles sin necesidad de nueva deforestación. En conclusión, el alto índice de naturalidad del cantón ofrece una ventana de oportunidad para promover una ganadería sostenible que integre prácticas silvopastoriles, respete los derechos indígenas y evite la expansión de la frontera agrícola, contribuyendo simultáneamente a la conservación de la biodiversidad y al desarrollo rural en la Amazonía ecuatoriana.

Palabras clave: Bovinos; tenencia tierra; poblaciones indígenas; silvopastoriles.

Abstract

The Sevilla Don Bosco canton, located in the southeastern Amazon region of Ecuador, represents an emblematic case for analyzing the relationship between land cover and land use and the potential for sustainable livestock production. In a context of high ecological diversity and increasing anthropogenic pressure, this study examines how land-use decisions shape the possibilities for

Cobertura y uso del suelo en el cantón Sevilla don Bosco: implicaciones para el potencial de producción ganadera sostenible en la Amazonía ecuatoriana

conservation-compatible livestock farming in Amazonian landscapes with low fertility and strong ecological connectivity. The methodology combined a hybrid approach that integrated quantitative geospatial analysis and an interdisciplinary literature review. The official Land Cover and Land Use Layer from the MAATE 2022 (National Map of the Amazon and the Amazon) was used, clipped with ArcGIS 10.8 to the canton boundaries, allowing for the calculation of areas and the derivation of indices of naturalness and anthropogenic transformation. The analysis of livestock potential was based on a systematic review of scientific literature on pasture productivity, silvopastoral systems, deforestation, and Indigenous governance. The results reveal that native forest dominates the territory with 173,602.80 ha (82.47%), while the agricultural mosaic occupies 34,952.70 ha (16.60%). A naturalness index of 83.11% and an anthropogenic transformation index of 16.89% were obtained, positioning the canton as a well-preserved Amazonian refuge compared to the provincial average. However, the agricultural mosaic represents the main pressure on the forest and the local economic base for Shuar and mestizo communities. Current livestock productivity is well below its potential (32-34%), similar to patterns observed in the Brazilian Amazon, with opportunities for intensification through rotational grazing and silvopastoral systems without the need for further deforestation. In conclusion, the high degree of naturalness in the canton offers an opportunity to promote sustainable livestock farming that integrates silvopastoral practices, respects Indigenous rights, and prevents the expansion of the agricultural frontier, while simultaneously contributing to biodiversity conservation and rural development in the Ecuadorian Amazon.

Keywords: Cattle; land tenure; Indigenous populations; silvopastoral systems.

Resumo

O cantão de Sevilla Don Bosco, localizado na região sudeste da Amazônia equatoriana, representa um caso emblemático para a análise da relação entre cobertura e uso da terra e o potencial para a produção pecuária sustentável. Em um contexto de alta diversidade ecológica e crescente pressão antrópica, este estudo examina como as decisões de uso da terra moldam as possibilidades de pecuária compatível com a conservação em paisagens amazônicas de baixa fertilidade e forte conectividade ecológica. A metodologia combinou uma abordagem híbrida que integrou análise geoespacial quantitativa e uma revisão bibliográfica interdisciplinar. Foi utilizada a camada oficial de Cobertura e Uso da Terra do MAATE 2022 (Mapa Nacional da Amazônia e da Amazônia), recortada com o ArcGIS 10.8 nos limites do cantão, permitindo o cálculo das áreas e a derivação de índices de

Cobertura y uso del suelo en el cantón Sevilla don Bosco: implicaciones para el potencial de producción ganadera sostenible en la Amazonía ecuatoriana

naturalidade e transformação antrópica. A análise do potencial pecuário baseou-se em uma revisão sistemática da literatura científica sobre produtividade de pastagens, sistemas silvipastoris, desmatamento e governança indígena. Os resultados revelam que a floresta nativa domina o território com 173.602,80 ha (82,47%), enquanto o mosaico agrícola ocupa 34.952,70 ha (16,60%). Obteve-se um índice de naturalidade de 83,11% e um índice de transformação antropogênica de 16,89%, posicionando o cantão como um refúgio amazônico bem preservado em comparação com a média provincial. No entanto, o mosaico agrícola representa a principal pressão sobre a floresta e a base econômica local para as comunidades Shuar e mestiças. A produtividade pecuária atual está bem abaixo do seu potencial (32-34%), similar aos padrões observados na Amazônia brasileira, com oportunidades de intensificação por meio de pastoreio rotativo e sistemas silvipastoris sem a necessidade de mais desmatamento. Em conclusão, o alto grau de naturalidade no cantão oferece uma oportunidade para promover a pecuária sustentável que integre práticas silvipastoris, respeite os direitos indígenas e impeça a expansão da fronteira agrícola, contribuindo simultaneamente para a conservação da biodiversidade e o desenvolvimento rural na Amazônia equatoriana.

Palavras-chave: Gado; posse da terra; populações indígenas; sistemas silvopastoris.

Introducción

La Amazonía ecuatoriana representa uno de los hotspots de mayor diversidad ecológica del planeta y, al mismo tiempo, un escenario de intensa competencia por el uso de la tierra, donde los medios de subsistencia de pequeños agricultores y comunidades indígenas, la gobernanza territorial ancestral y la expansión de las actividades ganaderas confluyen con la creciente demanda global de desarrollo rural sostenible y conservación de ecosistemas. En este contexto, la deforestación impulsada principalmente por la conversión de bosque nativo a pastizales y mosaicos agropecuarios ha generado importantes transformaciones en la cobertura vegetal, afectando la regulación hidrológica, el almacenamiento de carbono y la provisión de servicios ecosistémicos esenciales. El Cantón Sevilla Don Bosco, ubicado en la provincia de Morona Santiago en la Amazonía sur-oriental del Ecuador, constituye un caso de estudio particularmente relevante para examinar cómo las decisiones sobre cobertura y uso del suelo configuran y limitan el potencial de una producción ganadera sostenible en un paisaje bioclimáticamente complejo, caracterizado por suelos de baja fertilidad natural, alta precipitación y fuerte conectividad ecológica con áreas protegidas como el Bosque Protector Kutukú-Shaimi.

Cobertura y uso del suelo en el cantón Sevilla don Bosco: implicaciones para el potencial de producción ganadera sostenible en la Amazonía ecuatoriana

Una comprensión integral de las limitaciones biofísicas, las estrategias diferenciadas de subsistencia (especialmente entre poblaciones shuar y colonos mestizos), los patrones históricos de colonización y los marcos de gobernanza indígena resulta esencial para evaluar las perspectivas reales de una agricultura rumiante ambientalmente responsable en esta zona de frontera agrícola. El presente trabajo sitúa al Cantón Sevilla Don Bosco dentro del contexto más amplio de la Amazonía ecuatoriana, basándose en los avances recientes en zonificación agroecológica, aptitud de los suelos, prácticas silvopastoriles y diversificación de medios de vida, con el fin de articular las implicaciones para el desarrollo de una producción ganadera sostenible que concilie productividad económica, conservación de la biodiversidad y mitigación del cambio climático en la región (Montero et al., 2024) (Torres et al., 2022) (Calvopiña et al., 2023) (Torres et al., 2021).

Metodología

La presente investigación se desarrolló mediante un enfoque metodológico híbrido que combinó análisis geoespacial cuantitativo con revisión bibliográfica interdisciplinaria y análisis cualitativo-sintético. El estudio se dividió en dos componentes principales: la evaluación de la cobertura y uso del suelo del Cantón Sevilla Don Bosco y el análisis del potencial pecuario sostenible a partir de los patrones de uso antrópico identificados.

Para la evaluación de la cobertura y uso del suelo, se utilizó como fuente primaria la Capa Oficial de Cobertura y Uso del Suelo del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE) correspondiente al año 2022, disponible en el Sistema Unificado de Información Ambiental (SUIA). Esta capa raster nacional, elaborada con tecnología satelital y técnicas de clasificación supervisada, presenta una leyenda estandarizada compatible con los sistemas de monitoreo regionales. La capa original fue recortada específicamente para los límites administrativos del Cantón Sevilla Don Bosco, provincia de Morona Santiago, mediante el software ArcGIS 10.8, utilizando la herramienta de corte (*Clip*) con una capa vectorial de límites cantonal obtenida del Instituto Geográfico Militar (IGM) y del Sistema Nacional de Información (SNI). Todas las capas se trabajaron en el sistema de proyección WGS 84 / UTM Zona 17 Sur.

Posteriormente, se realizó el cálculo de superficies en hectáreas para cada una de las cinco clases identificadas: Bosque Nativo, Mosaico Agropecuario, Cuerpo de Agua Natural, Área Poblada y Vegetación Arbustiva y Herbácea. El procesamiento incluyó la conversión de píxeles a área (resolución nativa de la capa MAATE) y la generación de estadísticas tabulares y porcentuales

Cobertura y uso del suelo en el cantón Sevilla don Bosco: implicaciones para el potencial de producción ganadera sostenible en la Amazonía ecuatoriana

respecto a la superficie total del cantón (210.508,98 ha). A partir de estos resultados se derivaron dos índices sintéticos: índice de naturalidad = (superficie de Bosque Nativo + superficie de Cuerpos de Agua Natural) / superficie total del cantón \times 100 e índice de transformación antrópica = (superficie de Mosaico Agropecuario + superficie de Área Poblada + superficie de Vegetación Arbustiva y Herbácea) / superficie total del cantón \times 100.

La interpretación ecológica, hidrológica y socioeconómica de las clases se complementó con información auxiliar de los Planes de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) provincial y parroquial, datos históricos de la parroquia Sevilla Don Bosco (Ylla, 2013) y series multitemporales provinciales (1990-2018) publicadas en estudios previos. Además, se contrastaron los resultados con plataformas independientes como MapBiomias Ecuador (colección 2024) y Global Forest Watch (pérdida de cobertura arbórea 2001-2024) para validar la coherencia de las tendencias de conservación y transformación en la Amazonía ecuatoriana.

Para la evaluación del potencial pecuario y consideraciones de sostenibilidad, se adoptó un enfoque cualitativo basado en revisión sistemática de literatura científica y técnica de las bases Scopus y Web of Science. Se analizaron las 34.952,70 ha clasificadas como Mosaico Agropecuario (16,60 % del territorio) en el contexto de patrones históricos de uso de la tierra en Morona Santiago y la Amazonía, comparando con estudios regionales de la Amazonía brasileña y peruana. Se revisaron fuentes clave sobre productividad de pastizales, brecha de intensificación, sistemas silvopastoriles, relación entre ganadería y deforestación, emisiones de gases de efecto invernadero, gestión indígena de territorios (pueblo Shuar) y estrategias alternativas de diversificación productiva (agroforestería, cacao, café y medios de vida basados en el bosque).

El análisis integró dimensiones históricas, productivas, ambientales y socioeconómicas, permitiendo evaluar el potencial pecuario no como expansión de la frontera agrícola, sino como oportunidad de intensificación sostenible sobre las áreas ya transformadas. Se priorizaron enfoques como pastoreo rotacional, incorporación de leguminosas, sistemas silvopastoriles y diversificación productiva, respetando los derechos territoriales comunales indígenas y el alto índice de naturalidad del cantón.

Resultados

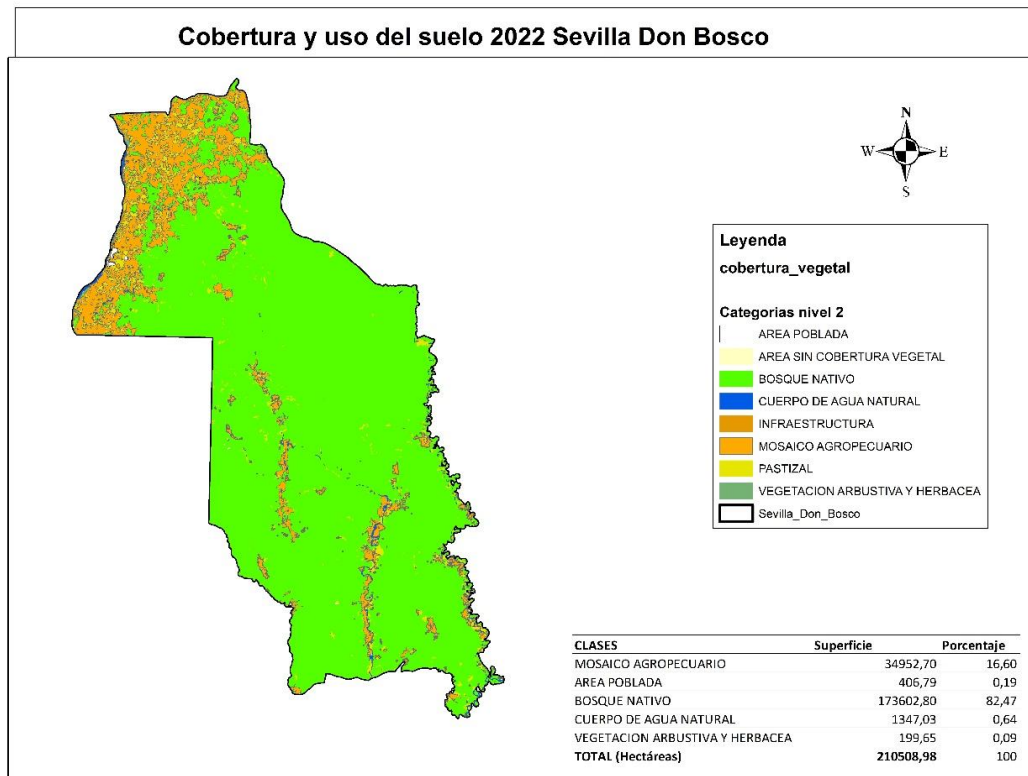
- **Evaluación de la cobertura y uso del suelo del cantón Sevilla Don Bosco**

El Cantón Sevilla Don Bosco, ubicado en la provincia de Morona Santiago en la Amazonía ecuatoriana, es el cantón más reciente del Ecuador (el número 222 a nivel nacional y el 13 de la

Cobertura y uso del suelo en el cantón Sevilla don Bosco: implicaciones para el potencial de producción ganadera sostenible en la Amazonía ecuatoriana

provincia). Su creación culminó un proceso de más de 20 años de gestión y lucha local. La parroquia rural Sevilla Don Bosco fue establecida el 28 de mayo de 1958. El impulso definitivo para su cantonización comenzó alrededor de 2019. En un referéndum celebrado el 5 de febrero de 2023, el 82,66 % de la población aprobó la elevación a cantón. La Asamblea Nacional aprobó la Ley de Creación el 10 de octubre de 2024 (con 117 votos afirmativos), y la norma entró en vigor oficialmente el 5 de noviembre de 2024 tras su publicación en el Registro Oficial. Este nuevo cantón, situado en la ribera oriental del río Upano frente a la ciudad de Macas, abarca una superficie aproximada de 210 508,98 hectáreas y está conformado por más de 40 comunidades, en su mayoría pertenecientes a la nacionalidad Shuar. Su creación representa un hito de perseverancia para sus habitantes, quienes buscaban mayor autonomía administrativa, mejor acceso a recursos y fortalecimiento del desarrollo local en un territorio de alto valor ecológico y cultural. Las primeras elecciones para autoridades cantonales se realizaron en agosto de 2025.

Figura 1. Mapa de cobertura y uso de suelo del cantón Sevilla Don Bosco



Cobertura y uso del suelo en el cantón Sevilla don Bosco: implicaciones para el potencial de producción ganadera sostenible en la Amazonía ecuatoriana

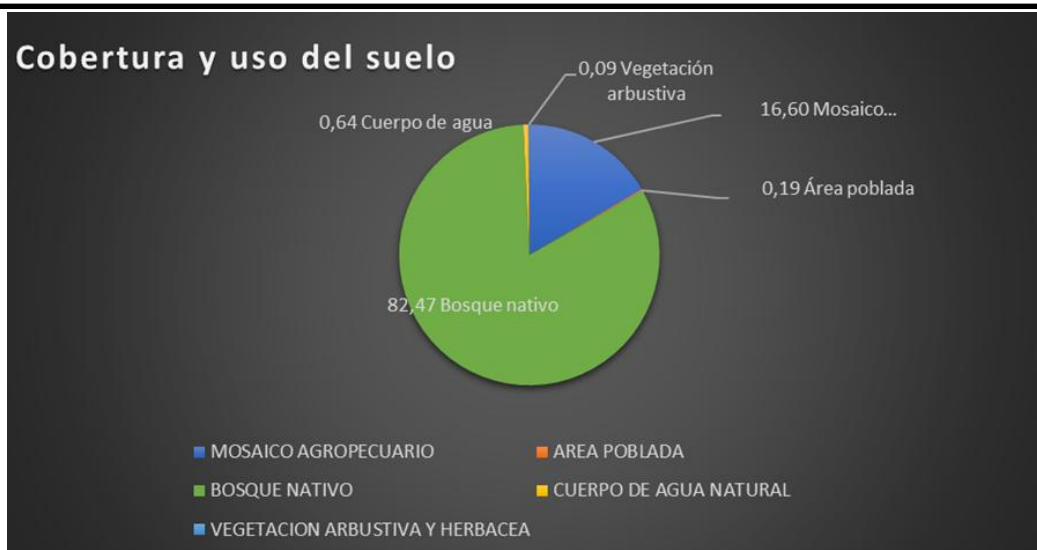
El análisis de la cobertura y uso del suelo del cantón Sevilla Don Bosco, provincia de Morona Santiago, se fundamenta en una superficie total de 210 508,98 hectáreas, revelando un territorio amazónico con predominio absoluto de cobertura natural y una transformación antrópica moderada y localizada. La clase dominante es el bosque nativo, que ocupa 173 602,80 ha (82,47 %), configurando un ecosistema primario o secundario avanzado típico de la cuenca del río Morona y sus afluentes. Esta cobertura representa un patrimonio ecológico de primer orden, al sostener altos niveles de biodiversidad (incluyendo especies endémicas de primates, aves y flora medicinal), la regulación del ciclo hidrológico regional y la captura de carbono, con estimaciones promedio de 150-200 toneladas de carbono por hectárea en biomasa aérea para bosques amazónicos similares. Su permanencia, sin embargo, enfrenta presiones crecientes por la expansión de la frontera agrícola, la tala selectiva y la minería ilegal, factores que amenazan su conectividad con áreas protegidas adyacentes como el Bosque Protector Kutukú-Shaimi.(Care, 2012)

Cuadro 1. Superficie y porcentaje de la cobertura y uso del suelo

Clase de cobertura y uso del suelo	Superficie (Ha)	Porcentaje (%)	Interpretación principal
Bosque Nativo	173 602,80	82,47 %	Cobertura natural dominante
Mosaico Agropecuario	34 952,70	16,60 %	Uso antrópico más importante
Cuerpo de Agua Natural	1 347,03	0,64 %	Hidrografía
Área Poblada	406,79	0,19 %	Asentamientos humanos
Vegetación Arbustiva y Herbácea	199,65	0,09 %	Cobertura secundaria o de transición
TOTAL	210 508,98	100 %	-

Figura 2. Cobertura y uso del suelo

Cobertura y uso del suelo en el cantón Sevilla don Bosco: implicaciones para el potencial de producción ganadera sostenible en la Amazonía ecuatoriana



En segundo lugar, el mosaico agropecuario abarca 34 952,70 ha (16,60 %), constituyendo el principal uso productivo del cantón e integrando pastos para ganadería bovina, cultivos permanentes (cacao, café, plátano y yuca) y cultivos anuales o huertos familiares. Esta clase refleja la base económica local y la principal fuente de ingresos para comunidades rurales e indígenas shuar y achuar, pero también explica la mayor parte de la deforestación histórica registrada en la provincia. Su proporción resulta significativa para un cantón amazónico oriental, evidenciando una colonización agrícola consolidada aunque aún controlada en comparación con cantones más intervenidos como Sucúa o Gualaquiza. Los Cuerpos de Agua Natural, con 1 347,03 ha (0,64 %), incluyen el río Morona y su red de afluentes y lagunas, que desempeñan funciones críticas como vías de comunicación, fuentes de pesca y abastecimiento hídrico. Su baja proporción porcentual contrasta con su elevada sensibilidad ambiental: aportes de contaminantes provenientes de actividades agropecuarias o mineras inciden directamente en la calidad del recurso hídrico y en la salud de poblaciones. (Cordova,2020)

La categoría área poblada es marginal (406,79 ha; 0,19 %), lo que confirma el perfil predominantemente rural y de muy baja densidad poblacional del cantón, con asentamientos concentrados en la cabecera cantonal y en comunidades indígenas. Finalmente, la Vegetación Arbustiva y Herbácea ocupa apenas 199,65 ha (0,09 %), correspondiendo a etapas de regeneración secundaria tras el abandono de cultivos, bordes de vías o pastos degradados. Su escasa extensión indica que los procesos de sucesión natural son todavía limitados, posiblemente debido a la baja

Cobertura y uso del suelo en el cantón Sevilla don Bosco: implicaciones para el potencial de producción ganadera sostenible en la Amazonía ecuatoriana

fertilidad de los suelos amazónicos (predominantemente de muy baja a baja fertilidad natural) y a la persistencia de presiones antrópicas. (GADPMS, 2021)

De los resultados se derivan dos índices clave: un índice de naturalidad (bosque nativo más cuerpos de agua) de aproximadamente 83,11 %, y un índice de transformación antrópica (mosaico agropecuario más área poblada más vegetación secundaria) de 16,89 %. Estos valores posicionan a Sevilla Don Bosco como un cantón rural-forestal amazónico bien conservado, con menor presión demográfica y antrópica que el promedio provincial reciente (bosque nativo entre 72,58 % y 85 % según fuentes). La conservación del bosque nativo (82,47 %) emerge como el principal activo ambiental y estratégico para mecanismos como REDD+ o pago por servicios ecosistémicos, mientras que el mosaico agropecuario representa tanto la oportunidad económica local como el principal riesgo de deforestación futura. (Camacho et al, 2022)

Los resultados del cantón Sevilla Don Bosco muestran una conservación superior al promedio provincial y a cantones más colonizados del centro-occidente de Morona Santiago. Análisis multitemporales provinciales (1990-2018) documentan una cobertura de bosque nativo que pasó del 81,13 % en 1990 al 72,58 % en 2018, con una pérdida neta de alrededor del 3 % y un incremento del mosaico agropecuario hasta el 19,69 %, concentrada en cantones como Morona, Sucúa, Gualaquiza y Limón Indanza; la deforestación bruta anual promedio se situó en 0,66 % a nivel nacional, pero Morona Santiago se ubicó consistentemente entre las provincias más afectadas. Datos de la parroquia Sevilla Don Bosco previos a su elevación a cantón (Ylla, 2013) reportaban coberturas de bosque nativo cercanas al 64-76 % en zonas de influencia, con mayor intervención ganadera (pastizales hasta 8,38 % y mosaico agropecuario alrededor del 4,14 % en subtipos), lo que sugiere una mejora relativa en la conservación actual, posiblemente atribuible al aislamiento geográfico de la Cordillera del Kutukú y a esfuerzos de regeneración en predios de la Misión Salesiana. En contraste, el Bosque Protector Kutukú-Shaimi (2012) registraba 76,29 % de bosque natural, con asociación bosque-pastizal en 20,64 %, valores coherentes con el alto índice de naturalidad del cantón actual.

A escala regional amazónica ecuatoriana y nacional, los patrones observados en Sevilla Don Bosco se alinean con territorios remotos o indígenas que retienen coberturas boscosas superiores al 70-80 % (como en partes de Pastaza u Orellana), según series de MapBiomias Ecuador y monitoreos del MAATE (2014-2022). Global Forest Watch (2020-2024) confirma para la provincia un 84 % de bosque natural en 2020, con pérdidas anuales recientes del orden de 6 000 ha, impulsadas principalmente por expansión agropecuaria y extractiva. El cantón presenta, por tanto, menor

Cobertura y uso del suelo en el cantón Sevilla don Bosco: implicaciones para el potencial de producción ganadera sostenible en la Amazonía ecuatoriana

transformación que hotspots mineros o agroindustriales (Taisha, Tiwintza o Palora), pero comparte la vulnerabilidad provincial a la dinámica de frontera agrícola que ha convertido más del 94 % de la deforestación en usos agropecuarios. Estos hallazgos refuerzan la necesidad de planificación territorial integrada que preserve el bosque nativo como corredor biológico y regulador hídrico, mientras se promueve un mosaico agropecuario sostenible (silvopastoril, agroforestería y diversificación de cultivos) para mitigar riesgos de erosión, contaminación y pérdida de servicios ecosistémicos. (MapBiomias Ecuador, 2025)

En síntesis, Sevilla Don Bosco constituye un refugio amazónico representativo de Morona Santiago oriental, con un perfil de alta naturalidad (83,11 %) y transformación moderada que lo diferencia favorablemente de cantones más intervenidos. Su bosque nativo actúa como activo estratégico para la conservación de la biodiversidad, la regulación climática y el desarrollo rural sostenible, aunque requiere medidas activas frente a presiones antrópicas crecientes. La integración de estos resultados con instrumentos de planificación como los PDOT provinciales y parroquiales, junto con monitoreo continuo vía herramientas como MapBiomias o Global Forest Watch, permitirá orientar políticas de ordenamiento territorial que equilibren conservación y uso productivo sin comprometer el patrimonio ecológico del cantón.

- **Patrones de uso de la tierra en la provincia de Morona Santiago**

La provincia de Morona Santiago ha experimentado importantes transformaciones en el uso de la tierra durante las últimas décadas. En 1950, la provincia contaba con una población de 21.046 habitantes, de los cuales solo aproximadamente 4.137 se identificaban como shuar. Desde entonces, ha sufrido cambios demográficos y agrícolas sustanciales (Rudel, 2021). El contexto histórico evidencia que los colonos mestizos y las poblaciones indígenas shuar han seguido estrategias divergentes de uso de la tierra, lo que tiene importantes implicaciones para comprender el potencial agrícola y pecuario actual del territorio.

Las 34.952,70 hectáreas clasificadas como mosaico agropecuario en el cantón Sevilla Don Bosco, que representan el 16,60 % del territorio total, deben contextualizarse dentro de los patrones agrícolas más amplios de la Amazonía. En la Amazonía brasileña, a modo de comparación, las tasas de carga animal varían considerablemente entre regiones, desde 0,51 unidades animales por hectárea (UA/ha) en los estados de Amazonas y Roraima, hasta 1,77 UA/ha en Acre y 1,76 UA/ha en Rondônia (Latawiec et al., 2014). Estas variaciones reflejan diferencias en la calidad de los pastos, la intensidad del manejo y las condiciones ambientales, patrones que resultan aplicables de manera análoga a los

Cobertura y uso del suelo en el cantón Sevilla don Bosco: implicaciones para el potencial de producción ganadera sostenible en la Amazonía ecuatoriana

contextos de la Amazonía ecuatoriana. En este sentido, los pastizales constituyen el uso agrícola predominante en la región amazónica, ocupando entre el 60 % y el 75 % de las tierras recientemente deforestadas (Cederberg et al., 2011). La productividad actual de estos pastizales en Brasil se estima solamente entre el 32 % y el 34 % de su potencial (Latawiec et al., 2014; Figueiredo et al., 2020), lo que sugiere que las tierras agrícolas de Sevilla Don Bosco podrían presentar una brecha similar de productividad. Esta situación, sin embargo, abre un potencial significativo para la intensificación sostenible sin necesidad de ampliar la superficie agrícola, tal como lo demuestra el incremento de entre dos y seis veces en la capacidad de carga logrado mediante prácticas como el pastoreo rotacional en el Pantanal brasileño (Latawiec et al., 2014).

- **Potencial de la producción de ganado vacuno: Evidencia y consideraciones**

Desarrollo histórico de la ganadería en Morona Santiago

Los Shuar y otras poblaciones indígenas de Morona Santiago adoptaron la ganadería a partir de las décadas de 1960 y 1970 como respuesta estratégica a la inseguridad en la tenencia de la tierra, más que como un objetivo principal de subsistencia (Rudel et al., 2002), (Killeen, 2021). Entre 1960 y 1985, los pequeños agricultores Shuar y mestizos llegaron a asemejarse tanto en sus propiedades como en su tenencia de la tierra, predominando las propiedades de entre treinta y setenta hectáreas tanto en las comunidades colonizadoras como en los centros Shuar (Rudel et al., 2002). A finales de la década de 1980, los Shuar habían asegurado aproximadamente el 40 por ciento de las tierras cultivables en Morona Santiago (Rudel et al., 2002).

Esta trayectoria histórica demuestra que la ganadería se estableció en la región mediante una combinación de estrategias de formalización de la reclamación de tierras e integración al mercado. Sin embargo, investigaciones del período 1987-1997 revelaron una importante divergencia en las tendencias de uso de la tierra entre las poblaciones mestizas y Shuar (Rudel et al., 2002). Mientras que los pequeños agricultores mestizos de toda la región continuaron dependiendo de la ganadería, los pequeños agricultores Shuar cercanos a las carreteras comenzaron a reforestar sus tierras y a cultivar antiguos cultivos de huerta como café y cacao como cultivos comerciales (Rudel et al., 2002). Esto sugiere que la ganadería, si bien está presente, puede no representar la estrategia de uso de la tierra óptima o preferida a largo plazo para todas las poblaciones de la región.

Sistemas de producción y productividad ganadera

La producción de ganado vacuno en la Amazonía ecuatoriana, al igual que en otras regiones amazónicas, se caracteriza predominantemente por sistemas extensivos. Sistemas basados en

Cobertura y uso del suelo en el cantón Sevilla don Bosco: implicaciones para el potencial de producción ganadera sostenible en la Amazonía ecuatoriana

pastizales (Ermgassen et al., 2018). La productividad de estos sistemas varía considerablemente según la calidad del pasto, las prácticas de manejo y las condiciones ambientales. En el contexto amazónico general, la productividad ganadera se mantiene muy por debajo de su potencial, lo que genera tanto desafíos como oportunidades para la intensificación.

Investigaciones sobre la producción ganadera en la Amazonía ecuatoriana han documentado sistemas silvopastoriles con árboles dispersos que reflejan un alto potencial de secuestro de carbono (Torres et al., 2022). En la Reserva de la Biosfera de Sumaco, en la Amazonía ecuatoriana, los sistemas de pastizales tradicionales con árboles dispersos mostraron reservas totales de carbono que oscilaron entre 91,34 y 112,80 Mg ha⁻¹ a lo largo de un gradiente altitudinal (Torres et al., 2022). Esto sugiere que los sistemas de producción ganadera en la región pueden diseñarse para proporcionar múltiples servicios ecosistémicos más allá de la producción de carne.

Potencial y limitaciones para la intensificación

El potencial de intensificación de la producción de ganado vacuno en Sevilla Don Bosco debe evaluarse teniendo en cuenta diversas limitaciones y oportunidades. Investigaciones brasileñas demuestran que la intensificación sostenible de los pastizales es viable mediante prácticas como el pastoreo rotacional, la incorporación de leguminosas y los sistemas integrados de cultivo, ganadería y silvicultura (Latawiec et al., 2014). Sin embargo, la asistencia técnica es esencial, especialmente para los pequeños y medianos agricultores (Latawiec et al., 2014).

En el contexto de la Amazonía ecuatoriana, las investigaciones sobre sistemas silvopastoriles han demostrado que estos enfoques pueden aumentar la productividad manteniendo o mejorando los resultados ambientales (Torres et al., 2022; McGroddy et al., 2015; Torres et al., 2023). Estudios del sureste de Ecuador documentaron que los sistemas silvopastoriles con árboles dispersos en los pastizales podrían aumentar sustancialmente el número de árboles y el secuestro de carbono asociado sin afectar la producción ganadera (McGroddy et al., 2015). Esto indica que el potencial de producción de ganado vacuno no tiene por qué ir en detrimento de la conservación forestal o el secuestro de carbono.

- **Consideraciones de sostenibilidad**

Vínculos entre deforestación y cambio de uso de la tierra

La afirmación del "Potencial para la ganadería bovina" en Sevilla Don Bosco debe evaluarse en el contexto de los patrones históricos de deforestación en Morona Santiago y la Amazonía ecuatoriana en general. En la Amazonía ecuatoriana, la agricultura de colonos, siguiendo las rutas petroleras y las

líneas de perforación, ha sido históricamente el principal agente de deforestación, pero desde la década de 1990 el pastoreo ha ocupado cada vez más las tierras deforestadas (McAlpine et al., 2009). Este patrón sugiere que la ganadería se ha expandido a áreas previamente deforestadas en lugar de ser el motor inicial de la deforestación en todos los casos.

Sin embargo, la relación entre la ganadería y la deforestación sigue siendo compleja. En la región amazónica en general, la ganadería sigue siendo el principal motor de la deforestación en la Amazonía brasileña (Silva et al., 2018), y la producción de ganado bovino es el principal motor de la deforestación y un pilar de la economía rural en la Amazonía Sur (Killeen, 2021). La expansión de la ganadería en biomas tropicales ha atraído Este tema ha atraído la atención tanto nacional como internacional debido a su relación directa con la deforestación amazónica, por un lado, y la creciente demanda mundial de carne, por otro (Latawiec et al., 2014).

Degradación de pastos y desafíos de productividad

Una consideración fundamental para el potencial de la ganadería bovina en Sevilla Don Bosco es el estado de los pastizales existentes. Las investigaciones indican que aproximadamente el 50% del total de pastizales en Brasil se clasifican como "degradados" y, en consecuencia, presentan disminuciones sustanciales en su productividad (Bueno et al., 2021). En el bioma amazónico, en particular, los pastizales degradados presentan desafíos específicos, ya que algunas áreas muestran persistencia del pastoreo y sobrepastoreo, lo que resulta en una pérdida neta de capacidad de carga (Feltran-Barbieri y Féres, 2021).

La recuperación de pastizales degradados representa una oportunidad significativa. Las investigaciones demuestran que la recuperación de 12 millones de hectáreas de pastizales degradados en Brasil podría generar una producción adicional de 17,7 millones de bovinos, reduciendo al mismo tiempo la necesidad de nuevas tierras agrícolas. Feltran-Barbieri y Féres, 2021; Esto sugiere que en Sevilla Don Bosco, mejorar la productividad de los pastos existentes podría ofrecer mayor potencial que expandirse a nuevas áreas.

Cambio climático y sensibilidad a la sequía

La sostenibilidad de los sistemas de producción ganadera en la Amazonía ecuatoriana depende de la identificación de factores naturales que permitan que la producción de forraje se mantenga estable bajo condiciones de precipitación variables. Investigaciones sobre la sensibilidad de los pastos a la sequía en la Amazonía oriental demuestran que la resistencia a la sequía es mayor en zonas bajas con suelos franco-arenosos y acuíferos poco profundos, y en mesetas cubiertas de arcilla sedimentaria

fértil (Laurent et al., 2021). Se ha demostrado que los escarpes con costra ferruginosa y arcilla moteada son los más sensibles a la sequía (Laurent et al., 2021).

El cambio climático plantea desafíos cada vez mayores para los sistemas de producción pastoril. La capacidad de carga de las tierras de pastoreo es limitada; por lo tanto, el aumento del número de animales puede causar degradación ambiental y pérdida de productividad en las industrias pastoriles (Uddin y Kebreab, 2020). En algunos países, la creciente demanda ha llevado a algunos a quemar tierras forestales y convertirlas en producción agrícola, y luego la tierra se degrada en pastos principalmente para la cría de grandes rumiantes (Uddin y Kebreab, 2020).

- **Gestión de Tierras Indígenas y Enfoques Alternativos**

Patrones de Uso de la Tierra y Diversificación Shuar

La población Shuar de Morona Santiago ha demostrado estrategias adaptativas de gestión de la tierra que van más allá de la ganadería. Investigaciones que comparan los patrones de uso de la tierra de colonos mestizos y poblaciones indígenas en la Amazonía central ecuatoriana encontraron diferencias sustanciales entre los Shuar y los Kichwa (Vasco et al., 2018). Los Shuar se dedican a cultivos comerciales y a la ganadería, y en promedio, destinan incluso más tierra a usos agrícolas que los colonos mestizos en algunas muestras (Vasco et al., 2018). Sin embargo, los Kichwa se dedican más a la producción de cultivos de subsistencia y menos a la agricultura comercial (Vasco et al., 2018). Los Shuar de Morona Santiago, que suman alrededor de 78.000 personas, el 80% de las cuales reside en la provincia, poseen derechos de propiedad comunal sobre extensas áreas de tierra (Vasco et al., 2018). Los Shuar de Pastaza poseen derechos de propiedad comunal sobre aproximadamente 200.000 hectáreas de tierra (Vasco et al., 2018). Este contexto de gestión indígena de la tierra sugiere que el potencial de producción ganadera debe evaluarse dentro de marcos que respeten los derechos territoriales indígenas e incorporen los sistemas de conocimiento indígenas.

Diversificación más allá de la ganadería

La evidencia histórica de Morona Santiago demuestra que se ha producido una diversificación más allá de la ganadería. A finales de la década de 1980, algunos Shuar comenzaron a reforestar sus tierras y a cultivar antiguos cultivos de huerta, como café y cacao, como cultivos comerciales (Rudel et al., 2002). Además, un grupo de jóvenes emprendedores fundó una cooperativa de taxistas Shuar en la capital provincial de Morona Santiago en la década de 1990 (Rudel et al., 2002). Algunos Shuar que no crían ganado alquilan sus pastizales baldíos a colonos cercanos, mientras que otros Shuar permiten que los pastizales se conviertan en bosques (Rudel et al., 2002).

Cobertura y uso del suelo en el cantón Sevilla don Bosco: implicaciones para el potencial de producción ganadera sostenible en la Amazonía ecuatoriana

Esta diversidad de estrategias de uso de la tierra sugiere que, si bien la producción de ganado vacuno representa un posible uso de las tierras agrícolas en Sevilla Don Bosco, puede que no sea el uso óptimo o preferido para todos los propietarios o comunidades. Las actividades agrícolas alternativas, incluidos los sistemas agroforestales, los sistemas silvopastoriles y los medios de vida basados en el bosque, pueden ofrecer resultados económicos y ambientales comparables o superiores.

- **Estrategias de intensificación sostenible**

Sistemas integrados de cultivo y ganadería

La investigación sobre estrategias de intensificación sostenible en la región amazónica demuestra que los sistemas integrados de cultivo y ganadería pueden aumentar la productividad y, al mismo tiempo, reducir el impacto ambiental. En Mato Grosso, Brasil, los sistemas integrados de soja y ganado vacuno mostraron una mayor producción de alimentos y menores emisiones de gases de efecto invernadero por unidad de proteína digestible humana, así como una mayor resiliencia ante el cambio climático, en comparación con los sistemas de pastoreo continuo o rotacional (Gil et al., 2018).

El Plan Brasileño para la Agricultura Baja en Carbono (Plan ABC), lanzado en 2010, estableció como objetivo expandir los sistemas integrados en cuatro millones de hectáreas, con la expectativa de evitar la emisión de entre 8 y 22 millones de toneladas de dióxido de carbono equivalente para 2020 (Gil et al., 2018). Estos enfoques integrados sugieren que el potencial de producción de ganado vacuno en Sevilla Don Bosco podría realizarse mediante sistemas agrícolas diversificados en lugar de la expansión de pastizales de monocultivo.

Sistemas silvopastoriles y agroforestería

Los sistemas silvopastoriles representan un enfoque particularmente prometedor para el contexto de la Amazonía ecuatoriana. Las investigaciones sobre sistemas silvopastoriles en la Amazonía peruana demuestran que estos sistemas constituyen una alternativa para la producción ganadera sostenible en áreas consideradas pastizales degradados y asociadas a la deforestación (Fuentes et al., 2022). Las características geográficas y las condiciones climáticas de la Amazonía peruana, similares a las de la Amazonía ecuatoriana, favorecen el desarrollo de sistemas silvopastoriles (Fuentes et al., 2022).

En la Amazonía ecuatoriana, en particular, la investigación ha documentado el potencial de los sistemas silvopastoriles para la captura de carbono y la producción ganadera sostenible (Torres et al., 2022; McGroddy et al., 2015; Torres et al., 2023). Estudios realizados en el sureste de Ecuador hallaron que los sistemas silvopastoriles con árboles dispersos podrían incrementar sustancialmente la captura de carbono sin afectar la producción ganadera (McGroddy et al., 2015). Las publicaciones

más citadas sobre sistemas silvopastoriles en Ecuador se han centrado en la viabilidad económica y ecológica. de estos sistemas (Torres et al., 2023).

Mejora de Pastos y Pastoreo Rotacional

El pastoreo rotacional y la mejora de pastos representan estrategias clave para aumentar el potencial de producción de ganado vacuno sin expandir las tierras agrícolas. Las investigaciones demuestran que el pastoreo rotacional puede incrementar la producción de forraje y la eficiencia del pastoreo, permitiendo un aumento de la capacidad de carga de los pastos de dos a seis veces (Latawiec et al., 2014). En el Pantanal brasileño, el uso de las mejores prácticas de producción en los sistemas de producción de ganado, como el pastoreo rotacional, aumentó sustancialmente la producción de forraje y la eficiencia del pastoreo (Latawiec et al., 2014).

Los sistemas de ganado vacuno basados en el pastoreo multiparcela gestionado y adaptativo pueden ser un sumidero potencial de carbono en lugar de una fuente de emisiones de carbono debido al secuestro (Uddin y Kebreab, 2020). Si bien el pastoreo puede estimular la erosión del suelo, los pastizales con pastoreo ligero pueden reducir la erosión del suelo en aproximadamente un 60% en comparación con las tierras de cultivo (Uddin y Kebreab, 2020). Estos hallazgos sugieren que la mejora de los pastos La gestión del pastoreo en Sevilla Don Bosco podría mejorar tanto la productividad como los resultados ambientales.

- **Dimensiones socioeconómicas y consideraciones sobre los medios de subsistencia**

Investigaciones sobre los medios de subsistencia de los pueblos indígenas en la Amazonía ecuatoriana han documentado la existencia de trampas de pobreza que conducen a la degradación de los recursos naturales, incluso cuando existe acceso a la tierra (Rudel et al., 2013). Tres encuestas a hogares realizadas en diferentes momentos durante los últimos 25 años revelan que las familias shuar, pese a haber obtenido acceso a la tierra mediante sus propios esfuerzos e intervenciones externas, se encuentran atrapadas en una dinámica de pobreza que acelera la degradación ambiental (Rudel et al., 2013). En contraste, los colonos mestizos de la misma región solo lograron evitar esta trampa mediante altos niveles de emigración (Rudel et al., 2013). Estos hallazgos sugieren que la simple afirmación de un “potencial para la producción de ganado vacuno” sin considerar las condiciones socioeconómicas subyacentes y la dinámica de los mercados difícilmente generará mejoras sostenibles en los medios de vida locales. La persistencia de la pobreza rural pese al acceso a tierras agrícolas indica que el potencial pecuario debe evaluarse dentro de marcos de desarrollo más amplios que integren las dimensiones macrosociológicas y ecológicas de la región (Rudel et al., 2013).

Cobertura y uso del suelo en el cantón Sevilla don Bosco: implicaciones para el potencial de producción ganadera sostenible en la Amazonía ecuatoriana

La expansión de la ganadería en Morona Santiago ha estado impulsada principalmente por estrategias de integración al mercado y por la formalización de la tenencia de la tierra, más que por la aptitud agrícola inherente de los suelos (Rudel, 2021). Los colonos mestizos priorizaron la conversión de bosques en pastizales para ganado, considerando más deseables las tierras con menor pendiente y mayor elevación, una decisión que respondía fundamentalmente a oportunidades de mercado y estrategias de tenencia territorial (Rudel, 2021). La llegada de una plaga de narangilla (*Solanum quitoense*) en 1990 redujo drásticamente la rentabilidad agrícola, alterando los patrones migratorios entre mestizos y shuar, provocando la emigración de los hombres mestizos hacia el extranjero o zonas urbanas y una disminución en las tasas de fertilidad de las mujeres mestizas (Rudel, 2021). Estos procesos evidencian la alta vulnerabilidad de los sistemas agrícolas de la región frente a perturbaciones del mercado y cambios ambientales.

- **Contexto regional y global**

La demanda mundial de carne de res ha experimentado un incremento sostenido, con una proyección de crecimiento anual del 2,8 % (Blake y Nicholson, 2004). Este dinamismo ha impulsado la expansión agrícola en regiones tropicales, incluyendo la Amazonía ecuatoriana, aunque la sostenibilidad de satisfacer dicha demanda mediante producción de carne amazónica continúa siendo objeto de intenso debate. Brasil, como segundo mayor productor mundial y principal exportador de carne de res, representa aproximadamente el 27,7 % de la cuota de mercado global (Pereira et al., 2024). A pesar del desarrollo sustancial del sector, sus rendimientos permanecen muy por debajo del potencial productivo, generando crecientes preocupaciones por el cambio de uso del suelo y las emisiones de gases de efecto invernadero, preocupaciones que resultan igualmente aplicables al potencial de producción ganadera en la Amazonía ecuatoriana (Pereira et al., 2024).

La producción de ganado vacuno constituye una de las principales fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero. En Brasil, la ganadería representa la fuente dominante de metano (CH₄), y junto con el sector de uso de la tierra, cambio de uso del suelo y silvicultura (LULUCF) y las emisiones por fermentación entérica, contribuyó con el 58 % de las emisiones totales de GEI del país en 2015 (Santos y Costa, 2018). Además, la huella de carbono de la carne de vacuno producida en tierras recientemente deforestadas alcanza más de 700 kg de CO₂ equivalente por kilogramo de peso en canal, cuando se anualizan las emisiones directas del cambio de uso del suelo durante 20 años (Cederberg et al., 2011). Estas consideraciones climáticas indican que el potencial de producción de ganado vacuno en Sevilla Don Bosco debe analizarse necesariamente dentro de los marcos de

Cobertura y uso del suelo en el cantón Sevilla don Bosco: implicaciones para el potencial de producción ganadera sostenible en la Amazonía ecuatoriana

mitigación del cambio climático, ya que cualquier expansión sin mejoras significativas en productividad y gestión ambiental podría incrementar de forma importante las emisiones tanto a escala regional como global.

Conclusiones

- La productividad ganadera actual en la Amazonía ecuatoriana se mantiene muy por debajo de su potencial, de forma similar a la tendencia general en la Amazonía, donde la productividad es solo del 32-34% del potencial. Para aprovechar el potencial de la ganadería bovina se requieren inversiones sustanciales en la mejora de pastizales, la intensificación de la gestión y la asistencia técnica.
- La producción de ganado bovino en la región amazónica se asocia con la deforestación, las emisiones de gases de efecto invernadero y la pérdida de biodiversidad. La expansión de la ganadería sin las correspondientes medidas de protección ambiental podría agravar estos impactos.
- Los Shuar y otras poblaciones indígenas de Morona Santiago han demostrado diversas preferencias en el uso de la tierra, incluyendo la diversificación hacia el cultivo de café, cacao y otros cultivos comerciales. El potencial de la producción de ganado bovino debe evaluarse dentro de marcos que respeten los derechos territoriales indígenas e incorporen los sistemas de conocimiento indígenas.
- Investigación Se documenta la aparición de trampas de pobreza que degradan los recursos naturales en la región, a pesar del acceso a la tierra. La simple expansión de la producción ganadera sin abordar las condiciones socioeconómicas subyacentes puede no conducir a mejoras sostenibles en los medios de vida.
- Los sistemas silvopastoriles, la agrosilvicultura y los sistemas integrados de cultivo y ganadería ofrecen potencial para una producción agrícola sostenible que puede proporcionar resultados económicos y ambientales comparables o superiores a los de la ganadería extensiva.

Recomendaciones

- Se debe enfocar en mejorar la productividad de los pastos existentes mediante el pastoreo rotacional, la mejora de los pastos y los sistemas de manejo integrado, en lugar de expandirse a nuevas áreas.
- Se deben integrar árboles en los sistemas de pastoreo para mejorar la captura de carbono, la salud del suelo y los servicios ecosistémicos, manteniendo o mejorando la productividad del ganado.
- Asegurar que el desarrollo de la producción ganadera respete los derechos territoriales indígenas, incorpore los sistemas de conocimiento indígenas y apoye sus preferencias de subsistencia.
- Implementar salvaguardias ambientales para minimizar la deforestación, las emisiones de gases de efecto invernadero y la pérdida de biodiversidad asociadas con la producción ganadera.
- Reconocer y apoyar diversas estrategias agrícolas y de subsistencia, incluyendo el café, el cacao, la agrosilvicultura y los medios de vida basados en los bosques, en lugar de promover la ganadería extensiva como la única vía de desarrollo.
- Asegurar que los agricultores tengan acceso a la asistencia técnica, la capacitación y el crédito necesarios para implementar prácticas de intensificación sostenible.

Referencias

1. Blake, R. and Nicholson, C. (2004). Livestock, land use change, and environmental outcomes in the developing world. *Bsap Occasional Publication*, 33, 133-153.
<https://doi.org/10.1017/s1463981500041716>
2. Bueno, R., Marchetti, L., Coccozza, C., Marchetti, M., & Salbitano, F. (2021). Could cattle ranching and soybean cultivation be sustainable? A systematic review and a meta-analysis for the Amazon. *Iforest - Biogeosciences and Forestry*, 14(3), 285-298.
<https://doi.org/10.3832/ifor3779-014>
3. Calvopiña, M., Romero-Álvarez, D., Vásconez-González, J., Valverde-Muñoz, G., Trueba, G., García-Bereguain, M., ... & Orlando, S. (2023). Leptospirosis in Ecuador: Current Status and Future Prospects. *Tropical Medicine and Infectious Disease*, 8(4), 202.
<https://doi.org/10.3390/tropicalmed8040202>

Cobertura y uso del suelo en el cantón Sevilla don Bosco: implicaciones para el potencial de producción ganadera sostenible en la Amazonía ecuatoriana

4. Camacho López, C. O., Jara Franco, N. E., & González Rivadeneira, J. L. (2022). Análisis multitemporal de la deforestación y cambio de la cobertura del suelo en Morona Santiago. *Polo del Conocimiento*, 7(1), 797-807.
5. CARE, Ministerio del Ambiente, Unión Europea y Tinker Foundation. (2012). Plan de Manejo del Bosque Protector Kutukú-Shaimi 2012-2017. Quito, Ecuador.
6. Cederberg, C., Persson, U., Neovius, K., Molander, S., & Clift, R. (2011). Including Carbon Emissions from Deforestation in the Carbon Footprint of Brazilian Beef. *Environmental Science & Technology*, 45(5), 1773-1779. <https://doi.org/10.1021/es103240z>
7. Cordova Gualoto, A. E. (2020). Evaluación de impacto ambiental de la actividad ganadera en la Misión Salesiana Sevilla Don Bosco, parroquia Sevilla Don Bosco, cantón Morona, provincia de Morona Santiago [Tesis de pregrado]. Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/18605/1/UPS%20-%20ST004519.pdf>.
8. Donoso, V., Hirye, M., Gerwenat, C., & Reicher, C. (2024). Amazon Deforestation and Global Meat Consumption Trends: An Assessment of Land Use Change and Market Data from Rondônia That Shows Why We Should Consider Changing Our Diets. *Sustainability*, 16(11), 4526. <https://doi.org/10.3390/su16114526>
9. Ermgassen, E., Alcântara, M., Balmford, A., Barioni, L., Neto, F., Bettarello, M., ... & Latawiec, A. (2018). Results from On-The-Ground Efforts to Promote Sustainable Cattle Ranching in the Brazilian Amazon. *Sustainability*, 10(4), 1301. <https://doi.org/10.3390/su10041301>
10. Feltran-Barbieri, R. and Féres, J. (2021). Degraded pastures in Brazil: improving livestock production and forest restoration. *Royal Society Open Science*, 8(7), 201854. <https://doi.org/10.1098/rsos.201854>
11. Figueiredo, R., Cak, A., & Markewitz, D. (2020). Agricultural Impacts on Hydrobiogeochemical Cycling in the Amazon: Is There Any Solution?. *Water*, 12(3), 763. <https://doi.org/10.3390/w12030763>
12. Fuentes, E., Gómez, C., Pizarro, D., Alegre, J., Castillo, M., Vela, J., ... & Vásquez, H. (2022). A review of silvopastoral systems in the Peruvian Amazon region. *Tropical Grasslands - Forrajes Tropicales*, 10(2), 78-88. [https://doi.org/10.17138/tgft\(10\)78-88](https://doi.org/10.17138/tgft(10)78-88)

13. Gil, J., Garrett, R., Rotz, A., Daiglou, V., Valentim, J., Pires, G., ... & Reis, J. (2018). Tradeoffs in the quest for climate smart agricultural intensification in Mato Grosso, Brazil. *Environmental Research Letters*, 13(6), 064025. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aac4d1>
14. Global Forest Watch / University of Maryland. (2024). Datos de pérdida de cobertura arbórea en Morona Santiago, Ecuador (2001-2024). <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/ECU/15/>.
15. Gobierno Autónomo Descentralizado Provincial de Morona Santiago (GADPMS). (2021). Actualización del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) – Tomo II: Fase Diagnóstico Estratégico. Macas, Ecuador. https://moronasantiago.gob.ec/wp-content/uploads/2021/07/TOMO-II-_FASE-DIAGNOSTICO-ESTRATEGICO1.pdf.
16. Killeen, T. (2021). A Perfect Storm in The Amazon Wilderness: Success and failure in the fight to save an ecosystem of critical importance to the planet. *Global Environment*, 14(2), 395-405. <https://doi.org/10.3197/ge.2021.140210>
17. Latawiec, A., Strassburg, B., Valentim, J., Ramos, F., & Alves-Pinto, H. (2014). Intensification of cattle ranching production systems: socioeconomic and environmental synergies and risks in Brazil. *Animal*, 8(8), 1255-1263. <https://doi.org/10.1017/s1751731114001566>
18. Laurent, F., Pocard-Chapuis, R., Plassin, S., Piketty, M., Hasan, A., Messner, F., ... & Huang, L. (2021). Drought sensitivity of pastures related to soil and landform in the eastern Amazon. *Journal of Applied Remote Sensing*, 15(02). <https://doi.org/10.1117/1.jrs.15.024514>
19. MapBiomias Ecuador. (2025). Colección 3.0 – Mapas de cobertura y uso del suelo (1985-2024). Fundación EcoCiencia. <https://ecuador.mapbiomas.org/>.
20. McAlpine, C., Etter, A., Fearnside, P., Seabrook, L., & Laurance, W. (2009). Increasing world consumption of beef as a driver of regional and global change: A call for policy action based on evidence from Queensland (Australia), Colombia and Brazil. *Global Environmental Change*, 19(1), 21-33. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2008.10.008>
21. McGroddy, M., Lerner, A., Burbano, D., Schneider, L., & Rudel, T. (2015). Carbon Stocks in Silvopastoral Systems: A Study from Four Communities in Southeastern Ecuador. *Biotropica*, 47(4), 407-415. <https://doi.org/10.1111/btp.12225>

22. Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). (2022). Mapas de cobertura vegetal y uso del suelo 2014-2022. Sistema Unificado de Información Ambiental (SUIA).
23. Montero, M., Figueroa-Saavedra, H., Grajales, A., Zapata-Mayorga, H., Herrera-Ocaña, H., & Moya, W. (2024). Physio-edaphoclimatic factors show optimal soil suitability for three tropical crops in the Ecuadorian Amazon. *Scientia Agricola*, 81. <https://doi.org/10.1590/1678-992x-2022-0214>
24. Pereira, M., Bungenstab, D., Euclides, V., Malafaia, G., Biscola, P., Menezes, G., ... & Souza, V. (2024). From Traditionally Extensive to Sustainably Intensive: A Review on the Path to a Sustainable and Inclusive Beef Farming in Brazil. *Animals*, 14(16), 2340. <https://doi.org/10.3390/ani14162340>
25. Rudel, T. (2021). Indigenous-Driven Sustainability Initiatives in Mountainous Regions: The Shuar in the Tropical Andes of Ecuador. *Mountain Research and Development*, 41(1). <https://doi.org/10.1659/mrd-journal-d-20-00039.1>
26. Rudel, T., Bates, D., & Machinguiashi, R. (2002). Ecologically Noble Amerindians?: Cattle Ranching and Cash Cropping among Shuar and Colonists in Ecuador. *Latin American Research Review*, 37(1), 144-159. <https://doi.org/10.1017/s0023879100019385>
27. Rudel, T., Katan, T., & Horowitz, B. (2013). Amerindian Livelihoods, Outside Interventions, and Poverty Traps in the Ecuadorian Amazon. *Rural Sociology*, 78(2), 167-185. <https://doi.org/10.1111/ruso.12009>
28. Santos, A. and Costa, M. (2018). Do Large Slaughterhouses Promote Sustainable Intensification of Cattle Ranching in Amazonia and the Cerrado?. *Sustainability*, 10(9), 3266. <https://doi.org/10.3390/su10093266>
29. Silva, M., Lima, M., Silva, C., Costa, G., & Peres, C. (2018). Achieving low-carbon cattle ranching in the Amazon: 'Pasture sudden death' as a window of opportunity. *Land Degradation and Development*, 29(10), 3535-3543. <https://doi.org/10.1002/ldr.3087>
30. Torres, B., Bravo, C., Torres, A., Tipán-Torres, C., Vargas, J., Herrera-Feijoo, R., ... & García, A. (2022). Carbon Stock Assessment in Silvopastoral Systems along an Elevational Gradient: A Study from Cattle Producers in the Sumaco Biosphere Reserve, Ecuadorian Amazon. *Sustainability*, 15(1), 449. <https://doi.org/10.3390/su15010449>

Cobertura y uso del suelo en el cantón Sevilla don Bosco: implicaciones para el potencial de producción ganadera sostenible en la Amazonía ecuatoriana

31. Torres, B., Bravo, C., Torres, A., Tipán-Torres, C., Vargas, J., Herrera-Feijoo, R., ... & García, A. (2022). Carbon Stock Assessment in Silvopastoral Systems along an Elevational Gradient: A Study from Cattle Producers in the Sumaco Biosphere Reserve, Ecuadorian Amazon. *Sustainability*, 15(1), 449. <https://doi.org/10.3390/su15010449>
32. Torres, B., Eche, D., Torres, Y., Bravo, C., Velasco, C., & García, A. (2021). Identification and Assessment of Livestock Best Management Practices (BMPs) Using the REDD+ Approach in the Ecuadorian Amazon. *Agronomy*, 11(7), 1336. <https://doi.org/10.3390/agronomy11071336>
33. Torres, B., Herrera-Feijoo, R., Torres, Y., & García, A. (2023). Global Evolution of Research on Silvopastoral Systems through Bibliometric Analysis: Insights from Ecuador. *Agronomy*, 13(2), 479. <https://doi.org/10.3390/agronomy13020479>
34. Uddin, M. and Kebreab, E. (2020). Review: Impact of Food and Climate Change on Pastoral Industries. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 4. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.543403>
35. Vasco, C., Bilsborrow, R., Torres, B., & Griess, V. (2018). Agricultural land use among mestizo colonist and indigenous populations: Contrasting patterns in the Amazon. *Plos One*, 13(7), e0199518. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199518>
36. Ylla, [autor del PDOT]. (2013). Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Parroquia Sevilla Don Bosco 2014-2019. (Citado en Córdova Gualoto, 2020 y PDOT actualizados).

©2026 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).