

ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y AGROINDUSTRIA

**PREVENCIÓN Y CONTROL DE CONTAMINACIÓN DE RECURSOS
HÍDRICOS EN LA MANCOMUNIDAD DEL CHOCÓ ANDINO**

**ALTERNATIVAS DE PRÁCTICAS GANADERAS SOSTENIBLES EN
LA PARROQUIA NANEGALITO**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR PRESENTADO COMO
REQUISITO PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL**

GIUSEPPE PAOLO GARCÍA ÁLVAREZ

giuseppe.garcia@epn.edu.ec

DIRECTOR: Ing. Jady Paulina Pérez Guamanzara M.Sc.

jady.perez@epn.edu.ec

DMQ, agosto 2024

CERTIFICACIONES

Yo, Giuseppe Paolo García Álvarez declaro que el trabajo de integración curricular aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

GIUSEPPE PAOLO GARCÍA ALVAREZ

Certifico que el presente trabajo de integración curricular fue desarrollado por Giuseppe Paolo García Álvarez, bajo mi supervisión.

JADY PAULINA PÉREZ GUAMANZARA
DIRECTOR

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

A través de la presente declaración, afirmamos que el trabajo de integración curricular aquí descrito, así como el (los) producto(s) resultante(s) del mismo, son públicos y estarán a disposición de la comunidad a través del repositorio institucional de la Escuela Politécnica Nacional; sin embargo, la titularidad de los derechos patrimoniales nos corresponde a los autores que hemos contribuido en el desarrollo del presente trabajo; observando para el efecto las disposiciones establecidas por el órgano competente en propiedad intelectual, la normativa interna y demás normas.

SR. GIUSEPPE PAOLO GARCÍA ALVAREZ

ING. JADY PAULINA PÉREZ GUAMANZARA

ING. SANTIAGO STALIN GUERRA SALCEDO

DEDICATORIA

A mis padres, quienes han sido mi apoyo incondicional y nunca me juzgaron a pesar del imparable paso del tiempo y de todos los tropiezos que llegué a tener. Se encargaron de protegerme con su amor, sacrificio y enseñanzas no convencionales. Sin importar cuánto haya crecido, me han seguido guiando y demostrando que todavía se puede seguir aprendiendo cada día.

A mi novia Sonia, quien llegó a mi vida en un momento que ninguno se lo esperaba, para plantar su bandera en aquel lugar vacío de mi corazón y convertirse en el vigor que me impulsa a seguir adelante. Actualmente, soy más fuerte para proteger esa sonrisa llena de una alegría sincera, más creativo para vestirla de los más hermosos colores y más trabajador para protegerla del hambre y la adversidad. Su amor y apoyo incondicional me han ayudado a hacer las paces conmigo y a encaminarme a ser la persona que siempre deseé ser desde pequeño.

Y a mis perros, quienes me han ayudado a sobrellevar mis momentos más oscuros; a mis gatas, quienes no me han abandonado en ninguna noche fría; pero, sobre todo, a Negra “La Inmortal”, que con su fuerza y alegría me ha enseñado a su manera cómo seguir sonriendo, aunque el mundo te quiera ver caer, cómo seguir corriendo, aunque no te queden fuerzas y cómo seguir viendo la luz del mundo cuando la oscuridad se encuentra en tus ojos.

Con todo mi amor les dedico este trabajo a ustedes.

AGRADECIMIENTO

Quisiera expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han sido parte de este proceso y han contribuido a la realización de este TIC.

A mi tutora Jady Pérez, por toda su paciencia y su valiosa orientación, también pedirle perdón por todas las canas que seguro causé. A Santiago Guerra un profesor que no esperaba y que espero pronto poder llamarlo un compañero. Al sub decano PhD. Castillo quien siempre encontró la forma de estar presente en mi recorrido universitario y hacerse reaccionar cuando lo necesitaba. A todos mis profesores, aunque parezca una improbabilidad guiada por la nostalgia de un ciclo que se cierra, no recuerdo a ninguno con rencor, el peso de sus enseñanzas ha dejado una huella que siempre inclinará la balanza a su favor.

A mis personas inseparables que siempre han estado para bien o para mal Nathan, Arthur y Solev, no olvidaré todo el sacrificio, todas las risas y peleas que hemos tenido y superado juntos con tal de llegar a este punto.

A todos ustedes, les agradezco de todo corazón. Sin su apoyo, este trabajo no habría sido posible.

ÍNDICE DE CONTENIDO

1	DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO	1
1.1	Objetivo general	2
1.2	Objetivos específicos	2
1.3	Alcance	2
1.4	Marco teórico	3
1.4.1	Ganadería Sostenible en el Chocó Andino	4
1.4.2	Ganadería tradicional.....	5
1.4.3	Ganadería regenerativa.....	6
1.4.4	Producción ganadera sostenible.....	8
1.4.5	Calidad del agua en un tramo del río Alambi.....	8
1.4.6	Calidad del suelo para pastoreo	9
2	METODOLOGÍA.....	11
2.1	Identificación de prácticas sostenibles	11
2.2	Determinación de la zona de estudio	11
2.3	Calidad de agua en un tramo del río Alambi	12
2.4	Análisis de calidad de agua en un tramo seleccionado.....	13
2.5	Caso de estudio finca Los Cedros	14
2.5.1	Análisis de calidad de suelo en el caso de estudio.....	14
2.5.2	Análisis de pastos en el caso de estudio.....	14
2.6	Criterios para la propuesta de alternativas de ganadería regenerativa...	15
3	RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	16
3.1	Resultados	16
3.1.1	Identificación de prácticas.....	16
3.1.2	Análisis calidad de agua en el tramo del río Alambi	17
3.1.3	Propuesta de prácticas de ganadería regenerativa, caso de estudio	20
3.1.4	Evaluación de la capacidad de carga.....	23
3.1.5	Propuesta para el uso y manejo del agua	27
3.2	Conclusiones.....	28
3.3	Recomendaciones.....	29
4	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
5	ANEXOS.....	34
	ANEXO I	34
	ANEXO II	36

ANEXO III	37
-----------------	----

RESUMEN

La ganadería es una actividad productiva que tiene más de 50 años en el Noroccidente de la provincia de Pichincha y que más territorio ocupa. El objetivo de este trabajo fue proponer alternativas de ganadería bovina regenerativa para mitigar los impactos causados a la parroquia Nanegalito. Para ello, se identificaron las prácticas tradicionales de producción ganadera en la finca “Los Cedros”. Luego, se determinó la calidad del agua de un tramo del río Alambi, durante el inicio de la época lluviosa, mediante los parámetros: temperatura, pH, turbidez, oxígeno disuelto, aceites y grasas, DBO₅, DQO, nitrito y fosfatos. Estos parámetros se compararon con los criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre de la normativa ecuatoriana. Se determinó que la calidad del agua del río Alambi, en el tramo de estudio y en la época de la toma de muestras, no cumple con los parámetros aceites y grasas, coliformes y concentración de oxígeno disuelto para fines de preservación. Con relación a la afectación al recurso suelo en la finca de estudio, los análisis de N, P, K, % de materia orgánica y textura determinaron susceptibilidad de los pastos ante sequías y heladas debido a un bajo nivel de potasio en el suelo.

Con ello, se proponen prácticas de ganadería regenerativa, para la finca de estudio, tales como: la elaboración de fertilizante orgánico (biol) para el suelo a partir del estiércol recogido; pastoreo racional Voisin previa zonificación y determinación de la capacidad de carga de la finca; e implantación de bebederos, para el uso y manejo adecuado del agua. La implementación de estas prácticas, junto con otras prácticas validadas con ganaderos locales por el Programa Bosques Andinos y el Proyecto EcoAndes, podrían mitigar la afectación causada al suelo y con ello incrementar la rentabilidad de la actividad ganadera, en comparación con las prácticas convencionales manejadas actualmente.

PALABRAS CLAVE: ganadería regenerativa, impacto ambiental, calidad de agua, sostenibilidad.

ABSTRACT

Cattle ranching is a productive activity that has been present for over 50 years in the northwestern region of the Pichincha province and occupies the most land. The objective of this work was to propose alternatives for regenerative livestock farming to mitigate the impacts caused to the Nanegalito parish. To achieve this, traditional livestock production practices were identified at the “Los Cedros” farm. Then, the water quality of a section of the Alambi River was determined during the beginning of the rainy season, using the parameters: temperature, pH, turbidity, dissolved oxygen, oils and fats, BOD₅, COD, nitrites, and phosphates. These parameters were compared with the acceptable quality criteria for the preservation of aquatic and wildlife according to Ecuadorian regulations. It was determined that the water quality of the Alambi River, in the studied section and at the time of sample collection, does not meet the criteria for oils and fats, coliforms, and dissolved oxygen concentration for preservation purposes. Regarding the impact on soil resources in the study farm, analyses of N, P, K, % organic matter, and texture determined the susceptibility of pastures to droughts and frosts due to a low level of potassium in the soil.

Based on this, regenerative livestock farming is proposed for the study farm, such as: the preparation of organic fertilizer (biol) for the soil from collected manure; rational Voisin grazing after zoning and determination of the farm's carrying capacity; and the establishment of watering points for the proper use and management of water. The implementation of these practices, along with other validated practices with local ranchers by the Andean Forests Program and the EcoAndes Project, could mitigate the impact caused to the soil and thereby increase the profitability of livestock activities compared to conventional farming currently used.

KEYWORDS: regenerative livestock farming, environmental impact, water quality, sustainability.

1 DESCRIPCIÓN DEL COMPONENTE DESARROLLADO

Las prácticas ganaderas tradicionales que se caracterizan por el sobrepastoreo y una alta carga animal por hectárea, ocupan grandes extensiones, provocan modificaciones al paisaje y a los habitantes de bosques andinos como los localizados en el Noroccidente de Pichincha, donde la capacidad productiva del suelo, la provisión de agua y la regulación del clima, además de otros servicios ecosistémicos son afectados (Cabezas et al., 2019). Además, las actividades agropecuarias suelen ubicarse cerca de los ríos y nacientes debido a su necesidad de altos volúmenes de agua (Agrocalidad, 2016). Por la proximidad a los ríos, el mal manejo de los corrales conlleva a la descarga de sustancias químicas y desechos animales, lo que deteriora la calidad del agua debido a la contaminación, la eutrofización, el aumento de sedimentos en las aguas superficiales, el incremento de microorganismos no deseados y otros problemas adicionales como la emisión de gases de efecto invernadero (Gómez, 2023; Gutiérrez-León et al., 2023; C. López & Meneses, 2023).

La ganadería regenerativa es un conjunto de principios y técnicas para mejorar la calidad del suelo, que logra aumentar su productividad, mantenerla en el tiempo, minimizar e incluso revertir el impacto a la biósfera (Solorio, 2022).

Para el aprovisionamiento y conservación en el tiempo de agua segura a las comunidades es necesario mantener la sinergia ambiental, como por ejemplo el amortiguamiento de contaminantes externos por el paso a través del sistema agua-bosque-suelo, ya que la cobertura de plantas perennes, como los bosques de ribera, no solo se evita la erosión del suelo, también actúa como sistema de filtración que previene la incorporación de microorganismos, sedimentos, compuestos nitrogenados y fosfatados (Gómez, 2023; E. López et al., 2015).

Nanegalito, en la Mancomunidad del Chocó Andino (MCA), es una parroquia del noroeste del Distrito Metropolitano de Quito (DMQ), con una superficie de 125,26 km² y una altitud entre los 1 400 y los 2 800 m.s.n.m. Esta parroquia tiene 3 026 habitantes, cuyas familias se dedican principalmente a la crianza de ganado vacuno para leche. Esta actividad, junto con la extracción maderera, ha tenido un impacto histórico sobre el suelo nativo de la parroquia. La crianza extensiva adoptada por los pequeños productores ha provocado la tala de bosques con el fin de maximizar el área para pastoreo, lo cual se desencadena en erosión, infertilidad, pérdida de estructura del suelo y deslaves. Para alimentar a los animales se permitió el crecimiento de pastos nativos caracterizados por ser bajos en

nutrientes y proteínas, que a su vez son difíciles de mejorar por la topografía de quebrada (GAD Nanegalito, 2020).

En este trabajo de titulación se identificaron prácticas de producción ganadera en una finca y en un estudio previo realizado en el Noroccidente de Pichincha. En complemento, la información sobre calidad de agua en un tramo del río Alambi y en el suelo de una finca ganadera en la parroquia de Nanegalito, muestran la necesidad de implementar prácticas acordes a las necesidades y los impactos observados, bajo un enfoque de ganadería regenerativa, para recuperar lo afectado. Se concluye mencionando los posibles beneficios en comparación con las prácticas tradicionales.

1.1 Objetivo general

Proponer alternativas de producción ganadera bovina para mitigar los impactos causados en la parroquia Nanegalito.

1.2 Objetivos específicos

1. Identificar prácticas de producción ganadera sostenible en el Noroccidente de Pichincha.
2. Determinar la afectación a la calidad del agua en un tramo del río Alambi por fincas ganaderas con apoyo de estudios previos.
3. Proponer prácticas de ganadería regenerativa sobre la base de la afectación causada.

1.3 Alcance

La calidad del agua de un tramo del río Alambi, localizado en la parroquia Nanegalito, se determinó por medio de análisis de laboratorio de los parámetros: coliformes totales y fecales, DBO₅, DQO, pH (Ministerio del ambiente, 2015). Para el análisis de la finca “Los Cedros” se determinó la cantidad de ganado que poseen y su nivel de producción con el uso de prácticas tradicionales. Además, se determinaron los impactos de dos aspectos

ambientales: manejo de excretas y uso racional del agua. Se incluyó en el análisis la información sobre los siguientes parámetros en suelos agrícolas pH, N, P, K, materia orgánica y textura (León et al., 2018; Ministerio del Ambiente, 2015); y datos de condiciones climáticas del sector (temperatura e irradiación solar) (EPMAPS & FONAG, 2023)

Para la propuesta de prácticas de ganadería regenerativa se tomaron en cuenta las características de fincas ganaderas del Noroccidente de Pichincha, los impactos ambientales, económicos y sociales, relacionados con la producción ganadera dentro del sector y los beneficios de las prácticas de producción ganadera sostenible. Finalmente, se analizaron las propuestas de ganadería regenerativa según su factibilidad de implementación en la parroquia en fincas de ecosistemas naturales (Cabezas et al., 2019; MAPA, 2017; Motta et al., 2023; SISTEMA BIOBOLSA, 2015).

El presente trabajo de integración curricular concuerda con el perfil de egreso del Ingeniero Agroindustrial de la Escuela Politécnica Nacional ya que permite analizar sistemas agro-productivos, basados en un análisis técnico y ambiental para un uso racional y eficiente de los recursos naturales y conservación del medio ambiente para así contribuir así al desarrollo del sistema productivo agroindustrial.

1.4 Marco teórico

Con el tiempo, las acciones humanas en la región del Chocó Andino han deteriorado los ecosistemas presentes, ya que es una biorregión que se extiende en el noroccidente de nuestro país con una gran diversidad de servicios ecosistémicos para las comunidades residentes en esta zona. Como respuesta a este problema, se promovió la creación de áreas protegidas y de conservación para salvaguardar territorios (Ministerio del ambiente, 2018). Los bosques andinos son importantes para la conservación de la biodiversidad, ya que albergan una riqueza única de flora y fauna adaptada a las condiciones de esta región montañosa. En el Plan Metropolitano de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito del año 2019 - 2023 se definen a las “Unidades Ambientales” como las zonas que, por sus características biofísicas, culturales, sociales y económicas, presentan una homogeneidad que fortalece la representación de una identidad territorial, donde la diversidad biológica presente en los bosques andinos no solo contribuye al equilibrio ecológico local, sino que también desempeña un papel crucial a

nivel global. Numerosas especies endémicas, muchas aún no estudiadas, encuentran su hábitat en estos bosques, lo que subraya la necesidad de protegerlos ante actividades antropogénicas como la expansión urbana, agricultura, ganadería, minería y tala de bosques (GAD Nanegalito, 2020; SEMARNAT, 2000).

Los poblados rurales en los bosques andinos han crecido significativamente con el tiempo y con ello la presión sobre los recursos del territorio. Las prácticas agropecuarias no sostenibles y la deforestación deterioran el suelo, afectan los servicios ecosistémicos, alteran el ciclo hidrológico y, con ello, a la biodiversidad local junto a las comunidades que dependen de estos recursos (GAD Nanegalito, 2020; Ipiales & Cuichán, 2024; Proaño & Duarte, 2018). Durante el periodo 1991-2017, se perdieron 15 300 hectáreas de bosque en el Noroccidente de Pichincha, donde fragmentos remanentes de bosque han sido aislados, por ello la importancia de que se planifique con un enfoque de paisaje en el cual la ganadería es parte de él y en el que deben existir zonas clave para la producción, restauración, para la conservación y la conectividad de remanentes de bosque (Cabezas et al., 2019; GAD Nanegalito, 2020).

1.4.1 Ganadería Sostenible en el Chocó Andino

A través del Programa Bosques Andinos y el Proyecto EcoAndes, el Consorcio para el Desarrollo Sostenible de la Ecorregión Andina (CONDESAN) ha validado con ganaderos locales una serie de prácticas para incrementar la rentabilidad de la actividad ganadera y favorecer su sostenibilidad en el tiempo y la conservación de los bosques remanentes (Cabezas et al., 2019).

La protección de los bosques andinos no solo es crucial para salvaguardar la biodiversidad, sino también para garantizar el bienestar de las comunidades rurales que dependen directa o indirectamente de estos ecosistemas. Actualmente, se impulsan estrategias para equilibrar la coexistencia entre las comunidades locales y los bosques andinos, como pueden ser las prácticas ganaderas y agrícolas sostenibles junto con la educación ambiental. La preservación de estos ecosistemas no solo garantiza un ambiente saludable para la flora y fauna, sino que también contribuye al bienestar humano a largo plazo al mantener sus servicios ecosistémicos (Cabezas et al., 2019; Ipiales & Cuichán, 2024).

Las prácticas agropecuarias sostenibles representan un enfoque holístico y equilibrado para la gestión de sistemas agrícolas y ganaderos que busca la producción de alimentos

junto con la conservación del medio ambiente y la promoción del bienestar social. La agricultura y la ganadería no solo deben satisfacer las necesidades presentes, sino también garantizar la provisión de las generaciones futuras. En este contexto, se promueven técnicas que minimizan el impacto ambiental, como la rotación de potreros, el uso eficiente del agua, la aplicación de abonos orgánicos (biol) y técnicas para preservación de la biodiversidad. Asimismo, la adopción de sistemas de producción ganadera que respeten el bienestar animal y reduzcan las emisiones de gases de efecto invernadero. La sostenibilidad agropecuaria no solo busca maximizar la productividad, sino también garantizar la resiliencia de los ecosistemas y contribuir a la mitigación de los desafíos ambientales globales (Cabezas et al., 2019; SISTEMA BIOBOLSA, 2015).

1.4.2 Ganadería tradicional

Actualmente, en el Ecuador, el sector lácteo representa el 0,34 % del PIB total (CFN, 2023). El último año, en la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC), se reportaron 5,2 millones de hectáreas usadas para producción agropecuaria, cuyo 57 % eran para pastoreo o producción de pastizales (Ipiales & Cuichán, 2024). A nivel nacional se han registrado 3,9 millones de cabezas de ganado, de las cuales aproximadamente el 21 % se ordeñan diariamente, con una producción total de 5,6 millones de litros de leche a nivel nacional, de los cuales 4,4 millones de litros son recolectados en la región sierra, Pichincha lidera la producción nacional con un 18 %, la producción media en la provincia es de 11 litros por vaca (CFN, 2023). Específicamente en la parroquia de Nanegalito se ha reportado una producción promedio de 8 a 10 litros/vaca/día (Cabezas et al., 2019; GAD Nanegalito, 2020; Ipiales & Cuichán, 2024).

La ganadería tradicional es un conjunto de prácticas y costumbres heredadas por los productores y los trabajadores, estas tienden a estancarse ante la innovación, lo cual afecta directamente a la producción y la rentabilidad de hato. Sin capital o apoyo del estado destinadas al mejoramiento, los pequeños productores no pueden alcanzar los niveles de producción, ni los estándares del mercado y son opacados por las grandes empresas hasta su desaparición (CFN, 2023; Rosillón et al., 2008). Las prácticas tradicionales suelen estar bien vistas debido a su relación con las comunidades ancestrales y su protección a la biodiversidad por medio del uso de especies nativas y variedades criollas adaptadas a la zona, sin embargo, a causa de la presión externa de grupos públicos y privados las poblaciones rurales han abandonado las prácticas tradicionales por otras, con resultados

a corto plazo, pero con impactos irreversibles en el terreno, o cambiar de enfoque para incursionar en el agroturismo o turismo social (SEMARNAT, 2000; Suárez & Rosado, 2019).

Entre las prácticas tradicionales no sostenibles se encuentra el sobrepastoreo, en la cual el ganado permanece en una misma área de pastoreo durante períodos prolongados sin permitir la recuperación de la vegetación. Esta actividad puede tener graves consecuencias para el medio ambiente, como la degradación del suelo, la pérdida de biodiversidad y la erosión. La presión constante ejercida por el ganado puede agotar los recursos vegetales disponibles, la calidad y cantidad de pasto disminuye, lo que a su vez afecta a la fauna silvestre que depende de estos recursos. Además, el sobrepastoreo puede contribuir a la compactación del suelo, donde su capacidad de retención de agua se ve reducida y la erosión aumenta. Es fundamental implementar prácticas de manejo sostenible del pastoreo para evitar los impactos negativos asociados con el sobrepastoreo (McSherry, 2013).

La explotación ganadera extensiva se basa en el libre pastoreo de los animales, esto se realiza en amplias extensiones de terreno ante la ausencia de una infraestructura, a parte de los cercados perimetrales de la finca, esto acarrea consigo impactos ambientales y económicos como: la erosión y compactación del suelo, el consumo selectivo de los pastos por parte del ganado, una alta emisión de gases de efecto invernadero, una mala distribución del estiércol sobre la parcela y una baja en la producción de leche debido a los largos recorridos que realizan los animales en busca de agua, comida y al momento de ser llevadas al ordeño (Eco Business Fund, 2023). Estos casos son muy comunes y es necesaria la concientización sobre la relación directa entre la calidad del alimento y el nivel de producción que se puede obtener, además, de las cantidades mínimas necesarias para el mantenimiento del ganado (Herrera et al., 2023).

En mayor medida estos impactos están influenciados a la interacción del ganado con el relieve del terreno, ya que el pastoreo en ladera incrementa la compactación del suelo, disminuye la capacidad de infiltración del agua y facilita la escorrentía; lo cual se ha demostrado con estudios en las provincias de Cotopaxi y Los Ríos (Vargas et al., 2012).

1.4.3 Ganadería regenerativa

La ganadería regenerativa es un conjunto de principios y técnicas, a través de la cual se busca rehabilitar el suelo para mejorar su producción y mantenerla en el tiempo; evitar la

expansión agresiva hacia áreas nuevas o vírgenes. También, busca mantener la fertilidad de los suelos en uso, la recuperación de territorios abandonados, en desuso o desertificados, para lo que se puedan utilizar técnicas de reforestación, silvopastoriles, acuicultura ecológica, restauración de turberas, etc. Propone adoptar nuevas tecnologías y buenas prácticas que mejoren la rentabilidad en los sistemas ganaderos bovinos y mejorar la competitividad en el sector (Solorio, 2022). Los principios de la ganadería regenerativa se centran en la sostenibilidad ambiental, la productividad y la salud humana son pilares importantes desde los que se busca incluir a cualquier granja productora para proteger a la naturaleza. Los cinco principios fundamentales son: la eliminación de tratamientos de campo mecánicos, químicos y físicos; uso de cultivos de cobertura anual; búsqueda de la mejora de la biodiversidad; incorporación de la ganadería a la producción agrícola; y la conservación de raíces vivas en cultivos perennes (Álvarez et al., 2016; Benítez & Peralvo, 2021).

En el Noroccidente de Pichincha y en particular en la parroquia de Nanegalito, se han realizado proyectos para la mejora de la calidad del medio ambiente, mediante el manejo adecuado de subproductos y su aplicación en el campo para la recuperación del suelo y el aumento de su productividad. La producción de abonos orgánicos líquidos, como el biol, un producto de la fermentación anaerobia del estiércol puede convertirse en un recurso económico valioso extra para las fincas bovinas y porcinas (Cabezas et al., 2019; SISTEMA BIOBOLSA, 2015).

El Pastoreo Racional Voisin (PRV), el cual consiste en la estimulación del pasto para un rebrote vigoroso por la división de los potreros según la cantidad de unidades bobinas adultas (UBAs) que posee el productor, a pesar de su requerimiento de manejo constante y una inversión de capital fuerte, ha demostrado incrementar el nivel de ingresos del productor por medio del ahorro de insumos a largo plazo. Además, para aplicar correctamente el PRV es necesario conocer la capacidad de carga que tiene el terreno, de esta forma se puede aumentar las cabezas de ganado sin llegar a sobre explotar el suelo y tras coordinar los tiempos de rebrote con el pastoreo se evita la lignificación del pasto, para mejorar la calidad de alimento de los animales y a su vez se incrementa la cantidad y calidad de leche producida. Debido a que el crecimiento del pasto se ve ralentizado en la temporada seca, para potreros en zonas de clima frío y de altura, el PRV recomienda un número mínimo de 40 con el fin de prever una temporada de escasez a través del mejor

manejo de las parcelas (Argilés & Duch, 2007; Atis et al., 2017; Bernal & Espinosa, 2003; Cabezas et al., 2019; Pinheiro et al., 2021).

1.4.4 Producción ganadera sostenible

Con la Revolución Verde se logró incrementar los niveles de producción de alimentos a costa de la conservación de los recursos naturales y la población rural, se ha demostrado una incompatibilidad entre un sistema de producción tradicional e ingresos dignos paraticos el productor. Un modelo de producción tradicional se basa en suplir los requerimientos del cultivo inmediatamente y no trabajar con los servicios ecosistémicos naturales. Fertilizantes, tractores, sistemas de riego y tratamientos fitosanitarios son el paquete básico en la producción tradicional; pero con el tiempo la calidad del suelo se deteriora, la falta de nutrientes da paso a plantas débiles que necesitan más fertilizantes y un control de plagas continuos, por lo que la inversión necesaria aumenta con el tiempo (Gavito et al., 2017; Gómez, 2023; Perfecto et al., 2009).

El correcto manejo del suelo, el uso racional del agua y el bienestar animal son importantes en la producción ganadera sostenible, el manejo de técnicas: silvopastoriles y agroforestales, para aportar sombra, almacenar agua y mejorar la estructura del suelo; esparcimiento de excretas y producción de fertilizantes ecológicos, para un manejo circular de nutrientes y reducción de agroquímicos necesarios; rotación de potreros y sistemas intensivos, para aprovechar al máximo la capacidad de carga del suelo; creación de acequias, terrazas y curvas de nivel, como métodos de siembra de agua. han demostrado que permiten tener mayor producción y mejores rentabilidades dentro de áreas menores y más demandantes de mano de obra, por lo que también se fomenta la generación de empleo (Agrocalidad, 2016; Argilés & Duch, 2007; Gavito et al., 2017; Pinheiro et al., 2021; Quevedo et al., 2019).

1.4.5 Calidad del agua en un tramo del río Alambi

Los parámetros fisicoquímicos seleccionados para este estudio son: Coliformes totales (CT), Coliformes fecales (CF), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅), fosfatos, nitritos, aceites y grasas (Ministerio del Ambiente, 2015). Los cuerpos de agua superficiales se encuentran en constantes cambios ocasionados por la temporada climática, al comparar datos del mismo punto de muestreo a lo largo del tiempo, es necesario considerar los factores de variación como: la

temperatura, radiación solar y precipitación areal. Para esto se cuenta con los anuarios de estaciones meteorológicas ubicadas en el sector (EPMAPS & FONAG, 2023; INEN, 2013)

Las aguas crudas o de origen natural tienen una gran variedad de microorganismos, los cuales pueden o no ser de carácter patógeno, entre los patógenos de nuestro interés para cuerpos de agua lóticos se encuentran las bacterias coliformes. Los CT indican que el cuerpo de agua se ha visto comprometido por la contaminación de un cuerpo orgánico en descomposición, que puede ser de origen animal o humano. Los CF son diferentes enterobacterias, su presencia es usada como un indicador de la calidad de agua, el representante principal es la *E. coli* por su relación con diferentes enfermedades gastrointestinales graves y su capacidad de reproducirse a pesar de elevadas temperaturas (Agrocalidad, 2016; Cajape, 2021).

La DBO relaciona la cantidad de oxígeno disuelto necesario para que los microorganismos descompongan la materia orgánica presente en una muestra de agua, se utiliza como indicador de la carga orgánica en el agua y de la capacidad de esta para sustentar vida acuática; un alto valor de DBO puede indicar la presencia de contaminantes orgánicos que consumen oxígeno y que podrían afectar negativamente a los ecosistemas acuáticos como son los efectos de eutrofización. La DQO indica la cantidad total de oxígeno requerida para oxidar tanto la materia orgánica biodegradable y no biodegradable en una muestra de agua, proporciona una evaluación general de la carga orgánica en el agua, donde se incluyen sustancias que no se descompondrían fácilmente en condiciones naturales (Cajape, 2021; Gamba & Uquillas, 2021; Gómez, 2023).

1.4.6 Calidad del suelo para pastoreo

El pasto es un alimento que está a disposición de los animales durante todo el año debido a las condiciones medioambientales favorables. El productor al mejorar la calidad de sus pastos mejora también la alimentación de sus animales, en lugar de comprar el alimento más barato para alimentarlo. Identificar y suplir las características deficientes del suelo lograría una correcta alimentación, lo que implica un aumento en la producción y una mejora en la salud de los animales (Álvarez et al., 2020; Hoyos, 2022).

Los macronutrientes N, P, K son elementos principales para el desarrollo de una planta, están presentes en los pastizales. El nitrógeno está presente en las proteínas y enzimas de la planta, es la fuente de donde las vacas obtienen la proteína para producir la leche y

está directamente relacionado con el desarrollo de la biomasa. El fósforo es una fuente de energía al conformar las moléculas ATP y ADP, y en pastos es importante al momento de la siembra para el desarrollo de un sistema radicular fuerte. El potasio, encargado de controlar más de 60 sistemas enzimáticos, controla la presión osmótica de las vacuolas, esto se traduce en una mejor resistencia de la planta ante heladas y sequías. También existen elementos como el B y Mn, que deben ser controlados por su posible toxicidad directa para el pasto o indirecta para el ganado (Bernal & Espinosa, 2003; León et al., 2018).

2 METODOLOGÍA

2.1 Identificación de prácticas sostenibles

En Noroccidente de Pichincha, en la Mancomunidad del Chocó Andino, existen diferentes organizaciones que buscan la restauración y conservación de la flora y fauna nativa, sin dejar de lado a los habitantes de las parroquias, como son: Condesan, Fundación IMAYMANA, Fundación Paisajes Sostenibles (PASOS), Corporación Ecopar, entre otros. Para recabar la información sobre prácticas ganaderas en la zona de estudio, se revisaron las publicaciones de estas organizaciones en las que de forma teórica y experimental fomentan e implementan prácticas sostenibles en la MCA con la finalidad de incrementar la producción ganadera sin aumentar, e incluso reducir, su impacto ambiental (Benítez & Peralvo, 2021; Cabezas et al., 2019; Ecopar & PRAA, 2013; Freile et al., 2017; Ibrahim et al., 2006; MAPA, 2017; Proaño & Duarte, 2018),

2.2 Determinación de la zona de estudio

En la selección de un tramo del río Alambi se consideró la ubicación de fincas ganaderas cercanas con fácil accesibilidad al río, debido a que era el inicio de la temporada lluviosa y el caudal del río no había incrementado. Se estableció contacto con dos propietarios de fincas con acceso al río y a la avenida Guayaquil vía Nanegalito – Nanegal.

Este tramo tiene una longitud aproximada de 2, 5 km y en su trayecto atraviesa fincas: lecheras, avícolas y agroturísticas. Los puntos de muestreo se encuentran georreferenciados en la Tabla 2.1 y representados en la Figura 2.1 en color azul con las leyendas M1 y M2, por medio de Google Earth pro.

Tabla 2.1 Localización de los puntos de muestreo

Código de Punto	Coordenadas UTM WGS 84	Altitud (msnm)	Coordenadas Google Earth
M1	17 N 759813, 09168	1279	0°04'58.4" N 78°39'56.8" W
M2	17 N 760672, 11504	1221	0°06'14.4" N 78°39'29.0" W

Fuente: Elaboración propia

En la misma figura, se encuentran representados dos puntos en el río Alambi en los cuales la ESFOT en la Tecnología de Agua y Saneamiento, realizó un muestreo y análisis de calidad de agua (Gamba & Uquillas, 2021). Si bien el punto RA 001 no pertenece al río

Alambi, es parte de la Quebrada Amboasí, que se encuentra en las cercanías del parque industrial de Calacalí, el cual aporta a la contaminación de la zona y en particular al río Alambi (Sánchez, 2015).

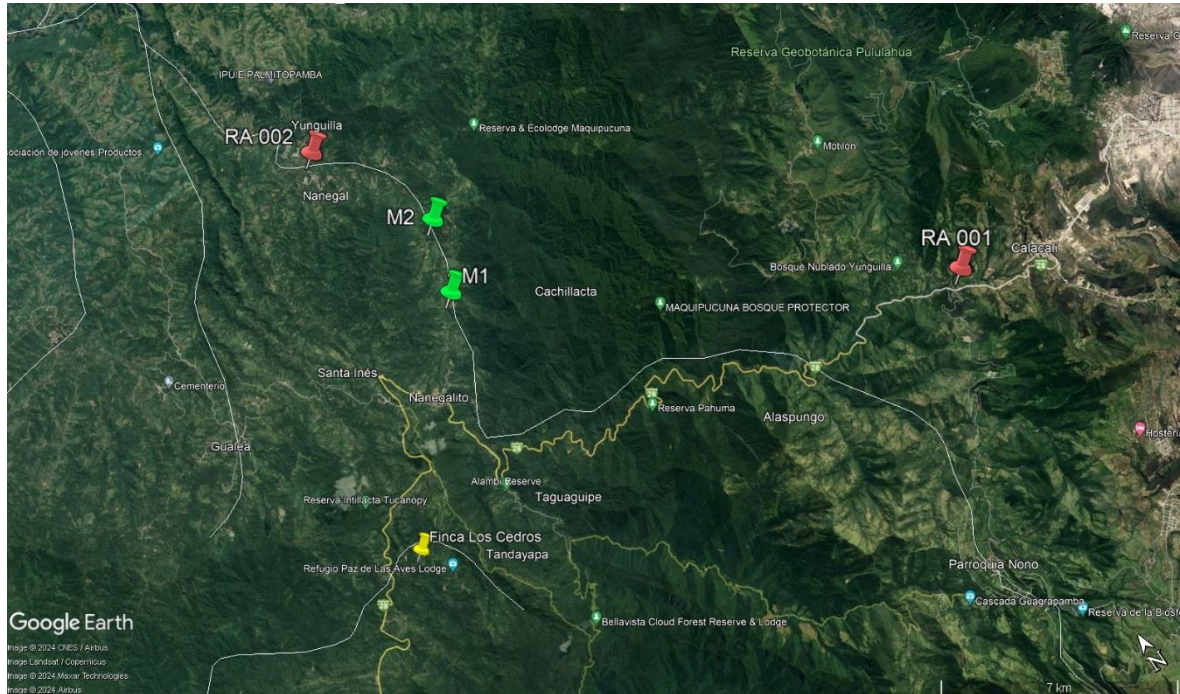


Figura 2.1 Ubicación de los puntos de muestreo en el río Alambi (2021)

2.3 Calidad de agua en un tramo del río Alambi

Los parámetros para el análisis de calidad del agua fueron seleccionados de los criterios establecidos por el Acuerdo Ministerial No. 097 A, Anexo I del Libro VI, Tabla 2 que corresponde a los “Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces frías o cálidas, y en aguas marinas y de estuarios” (Ministerio del Ambiente, 2015).

El 2 de febrero del 2024 se realizó la recolección de muestras. Se siguieron las recomendaciones de muestreo, preservación, y manejo de muestras para el análisis de la norma INEN 2169, Tabla 1 “Técnicas generales para la conservación de muestras - análisis fisicoquímico” (2013) y las recomendaciones dadas por el Centro de Investigación y Control Ambiental (CICAM), las cuales se basan en las Normas ISO 5667-3 (ISO, 2003). Para conservar las muestras, se las transportó con hielo y acorde a las siguientes condiciones según cada parámetro:

- **Nitritos, Nitratos, Fosfatos, DBO₅ y DQO:** Recipiente plástico de 2000 ml, homogenizado, llenado en su totalidad.
- **Aceites y Grasas:** Frasco ámbar de tapa azul de 1000 ml, llenado hasta la marca de aforo sin homogenización.
- **Coliformes Fecales y Totales:** Frasco plástico estéril de 100 ml, llenado sin homogenización; espacio aproximado de 1 cm entre la superficie del líquido y la tapa.

El 7 de febrero del 2024 se realizó un análisis in situ, por triplicado, de los siguientes parámetros, con equipos del Laboratorio de Tecnología Industrial (LTI) de ESFOT EPN.

- **pH, Temperatura, Oxígeno Disuelto y Conductividad:** con un multiparámetro HORIBA.
- **Turbidez:** con el uso de un espectrofotómetro HACH.

2.4 Análisis de calidad de agua en un tramo seleccionado

Los análisis de laboratorio se realizaron en el CICAM EPN. Las muestras se conservaron con hielo para entregarse el mismo día del muestreo. Los métodos de ensayo se encuentran en la Tabla 2.3.

Tabla 2.3 Ensayos realizados por el CICAM

PARÁMETRO	MÉTODO DE REFERENCIA/ MÉTODO INTERNO
*Aceites y grasas	PE-V-14 SM Ed. 23, 2017. Método 5520 B. Gravimetría
Coliformes fecales	PE-V-46 SM Ed.23, 2017. Método 9221B, 9221C. Fermentación en Tubos múltiples
Coliformes totales	PE-V-46 SM Ed.23, 2017. Método 9221B, 9221C. Fermentación en Tubos múltiples
*DBO ₅	PE-V-06 SM Ed.23, 2017. Método 5210D. Respirométrico
DQO	PE-V-01 SM Ed.23, 2017. Método 5220D. Espectrofotometría VIS
Fosfatos	PE-V-53 SM Ed.23, 2017. Método 4500- P E. Espectrofotometría VIS
Nitritos	PE-V-21 SM Ed.23, 2017. Método 4500 - NO ₂ - B / Espectrofotometría VIS

*Análisis acreditado N° SAE LEN 06-012

2.5 Caso de estudio finca Los Cedros

El 12 de junio del 2024 se realizó una visita a la finca “Los Cedros”, localizada en la frontera sur de la parroquia Nanegalito, dedicada a la crianza bovina para leche, con el fin de conocer sus prácticas de ganadería, observar la condición de suelos y pastos y tomar una muestra de suelo. Se obtuvo información sobre las actividades realizadas en la finca con una entrevista guiada por las preguntas preparadas previamente en un formato, Anexo I.

2.5.1 Análisis de calidad de suelo en el caso de estudio

Debido a la presencia de relieves muy pronunciados en los potreros, se realizó un muestreo aleatorio estratificado (Mendoza & Espinoza, 2017), el número mínimo de muestras se determinó por los criterios establecidos en el Acuerdo Ministerial No. 097 A, Anexo I del Libro VI, subtema 4.5 “Muestreo y Análisis de suelos”. Cada punto de muestreo fue georreferenciado y se asignó un nivel de inclinación con la siguiente consideración: plano (0 % a 25 %), inclinado (25 % a 40 %) y muy inclinado (>40 %) (Ministerio del Ambiente, 2015; Vargas et al., 2012).

El terreno tiene una superficie de 10 ha, por lo que en total se realizaron 30 muestras aleatorias. El método consistió en arrojar al voleo un marco artesanal de madera para señalar la zona de muestreo. Se cavó un hueco en forma de V con una profundidad aproximada de 2 a 3 cm y se recolectaron 500 g de las paredes del hueco al separar material orgánico y piedras. La muestra de suelo se analizó en la Estación Experimental Santa Catalina del INIAP (Cabezas et al., 2019; León et al., 2018; Mendoza & Espinoza, 2017; Ministerio del Ambiente, 2015).

2.5.2 Análisis de pastos en el caso de estudio

Se seleccionaron los parámetros para el análisis de calidad del suelo según los requerimientos nutricionales que presentan los pastos nativos de la Sierra identificados dentro del área de estudio: N, P, K, % de materia orgánica y textura (Bernal & Espinosa, 2003; León et al., 2018).

La cantidad de pasto fue cuantificada, con la finalidad de determinar la capacidad de carga del terreno, este análisis se realizó de forma paralela al análisis de suelo, dentro del mismo m² se cortó todo el material foliar superior a unos 10 cm y se lo pesó con una balanza romana, de 0,5 kg de apreciación. La capacidad de carga se refiere al número de animales

que se pueden tener de manera productiva en una hectárea, sin causar el deterioro del pastizal (Cabezas et al., 2019; Castagna et al., 2008; Ministerio del ambiente, 2018; Pinheiro et al., 2021).

2.6 Criterios para la propuesta de alternativas de ganadería regenerativa

Para la selección de prácticas de ganadería regenerativa es necesario determinar los impactos causados y las carencias que presenta el suelo, en el caso de estudio. La información obtenida para ello fue sobre: las actividades realizadas, calidad de los cuerpos de agua (antes y después de su paso por la actividad productiva), calidad del suelo, nivel de explotación, bienestar animal, uso racional del agua y comparativas entre el caso de estudio con referencias bibliográficas de otros productores dentro de la MCA. Con la información del caso de estudio y otros referentes, se propusieron prácticas de ganadería regenerativa para cuidar el suelo y las fuentes de agua en beneficio del productor como del ecosistema que sostiene la actividad (Cabezas et al., 2019; Ecopar & PRAA, 2013; Freile et al., 2017; E. López et al., 2015; Proaño & Duarte, 2018).

3 RESULTADOS, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1 Resultados

3.1.1 Identificación de prácticas

En el Noroccidente de Pichincha se han desarrollado diferentes estudios de ganadería regenerativa para la conservación de su biodiversidad bajo un enfoque paisajístico y en mejora de la calidad de vida de los habitantes del Chocó. En la Tabla 3.1 se muestran las prácticas locales, según referencias bibliográficas, y su nivel de aplicación en el caso de estudio, entre las cuales se tienen: reforestación de especies nativas para la recuperación de bosques andinos en sistemas agroforestales; la implementación de parches de especies nativas en sistemas silvopastoriles para el paso de la fauna local, cercas vivas para sombra, protección del viento y restauración de hábitats para aves, franjas y acequias para la regeneración natural de pastos, siembra de agua, producción de biol y fertilizantes orgánicos, así como bienestar animal (Benítez & Peralvo, 2021; Cabezas et al., 2019; Ecopar & PRAA, 2013; Freile et al., 2017; Ibrahim et al., 2006; MAPA, 2017; Proaño & Duarte, 2018),

Tabla 3.1 Prácticas agrícolas impulsadas en Ecuador y su identificación dentro del caso de estudio

Fundación / Corporación	Práctica agrícola	Identificación en el caso de estudio			
		No Necesario	Aplicado	No aplicado	Desconocido
Condesan	Sistema de PRV				
	Producción de biol				
IMAYMANA	Reforestación				
	Siembra de agua				
PASOS	Economía ecológica				
	Sistemas silvopastoriles				
	Estudios de suelos agrícolas				
Ecopar	Cercas vivas				
	Construcción de bebederos				
	Mejoramiento de pastos				

Durante la visita al caso de estudio se identificaron prácticas de ganadería regenerativa las cuales no eran necesarias, debido a que no se ha realizado una tala para el incremento del área de pastoreo de los animales. La presencia de árboles nativos facilita el paso de la fauna local, brinda sombra a los animales, evita la erosión y mantiene la estructura del

suelo. La economía ecológica ya estaba siendo aplicada dentro de la finca, al ofertar una experiencia agroturística abierta al público.

Para la propuesta de prácticas sostenibles dentro del caso de estudio se recogió información sobre la producción lechera de la finca mediante una conversación, guiada por la lista de verificación del Anexo I. Entre las preguntas realizadas se consultó sobre el área total del terreno, su división, cómo es manejado, la raza y número de animales, además se consultó sobre el manejo de excrementos. Se identificó la clara influencia de las prácticas tradicionales heredadas, como son el arreo diario de los animales para que beban una o dos veces al día, el pastoreo extensivo y el ordeño diario sin un horario fijo. Sin embargo, a pesar de su falta de contacto con las organizaciones que trabajan en la MCA, hay interés en implementar nuevas técnicas que aprenden por medio de redes sociales, con el fin de aumentar sus ingresos y abandonar las actividades paralelas a la producción de leche.

3.1.2 Análisis calidad de agua en el tramo del río Alambi

La toma de muestra del punto M1 se realizó en un sector de acumulación de rocas, visible por la temporada seca, bajo un puente. En la Figura 3.1, se aprecia la acumulación de basura arrastrada por la corriente, para evitar la contaminación de la muestra se recolectó la muestra según la guía de la Norma ISO 5667-3 (ISO, 2003).



Figura 3.1 Punto de muestra M1 en el tramo del río Alambi

La muestra M2 fue obtenida en una playa de cantos rodados, en la que no se observaron basura o escombros, lo cual facilitó el muestreo, Figura 3.2.



Figura 3.2 Punto de muestra M2 en el tramo del río Alambi

Los resultados de los análisis de agua se presentan en la Tablas 3.2 con los criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre determinados en el Acuerdo Ministerial No. 097 A, Anexo I del Libro VI Tabla 2 (Ministerio del Ambiente, 2015),

Tabla 3.2 Resultados de laboratorio obtenidos y criterios de calidad

Parámetro	Unidad	Resultados		Criterio de calidad
		M1	M2	
Aceites y Grasas	mg/L	52	< 10	0,3
Coliformes Fecales (CF)	NMP/ 100 mL	$4,6 \times 10^2$	$2,4 \times 10^2$	2×10^2
Coliformes Totales (CT)	NMP/ 100 mL	$4,6 \times 10^4$	$1,1 \times 10^5$	2×10^3
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	< 2	< 2	50
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	< 10	< 10	100
Fosfatos	mg/L	0,51	0,56	10
Nitritos	mg/L	< 0,10	< 0,10	50
Temperatura	°C	18,7	19,58	15 - 22
pH	-	7,88	8,01	6,5 - 9

Oxígeno Disuelto (OD)	% de saturación	89,3	69,6	>80
-----------------------	-----------------	------	------	-----

Fuente: Elaboración propia

En el parámetro de aceites y grasas no fue concluyente, pues este se encuentra en el límite de detección del método y no se puede determinar si el valor al final del tramo analizado está por debajo del límite permisible, actualmente ambos puntos de muestreo se encuentran por encima del criterio de norma.

Los parámetros de CT y CF están por encima del límite máximo, indicador de contaminación por actividades antropogénicas antes del tramo analizado. En el Anexo II se aprecia que en el punto RA 001, cercano a la zona industrial de Calacalí, la cantidad de CF aumenta. Este decrecimiento río abajo puede atribuirse a la capacidad de autorregulación del Alambi por su elevada cobertura vegetal de rivera. (Cajape, 2021; GAD Nanegalito, 2020; Gallegos & Ríos, 2016; Gamba & Uquillas, 2021).

Se conoce que el número más probable de CF disminuye a lo largo del tramo analizado, el incremento de CT es por el desarrollo o ingreso de coliformes no fecales al río. Las coliformes no fecales son microorganismos no patógenos que crecen naturalmente en el suelo y pueden arrastrarse hasta los cuerpos de agua por escorrentías de lluvia. Estos coliformes pueden sobrevivir y multiplicarse en el suelo alimentándose de nitratos orgánicos de material vegetal en descomposición o residuos de fertilizantes que no aprovechan los cultivos. Este parámetro sería un indicador de una sobre fertilización por parte de las fincas aledañas (Cajape, 2021).

Al comparar los valores de DBO₅, DQO, fosfatos y nitritos cumplen con los criterios de admisibilidad para preservación. Todos se encuentran en el límite de detección de su método de análisis, a excepción de los fosfatos, en los cuales se aprecia un aumento en el tramo analizado. El fósforo es un elemento presente en el excremento animal, el cual puede llegar a los cuerpos de agua por lixiviación o escorrentía, un indicador de una falta en el manejo de las excretas (Cajape, 2021; Lavie et al., 2010).

En los análisis in situ, los parámetros de pH y temperatura están dentro de la norma y se mantienen a lo largo del tramo, pero la cantidad de oxígeno disuelto disminuye considerablemente, esto se puede deber a diferentes factores como: temperaturas altas, elevada radiación solar, escasez en el nivel del agua, coliformes y macroinvertebrados acuáticos (Cajape, 2021; EPMAPS & FONAG, 2023).

Por lo expuesto, se determinó que al momento de la toma de muestra y en el tramo de muestreo la calidad del agua del río Alambi no puede preservar la vida acuática y silvestre, bajo los criterios establecidos por la normativa ecuatoriana (Ministerio del Ambiente, 2015). Es el interés del Gobierno Provincial, Gobierno Parroquial, la nueva administración zonal Noroccidente del Municipio del Distrito Metropolitano de Quito y FONAG, entre otros actores locales, en emprender acciones para mejorar la condición de los recursos hídricos. En este esfuerzo, las prácticas de ganadería regenerativa pueden aportar. El Plan de Desarrollo Territorial del GAD de Nanegalito contempla también acciones con este interés (GAD Nanegalito, 2020).

3.1.3 Propuesta de prácticas de ganadería regenerativa, caso de estudio

Como lo indica Solorio (2022), para la propuesta de prácticas regenerativas es necesario conocer las afectaciones medio ambientales y los factores a mejorar para incrementar la producción de leche. Por lo que se buscó conocer los índices de calidad de suelo para pastoreo y el nivel de aprovechamiento del pasto en la finca. Se realizaron en total 30 muestras, representadas en la Tabla 3.3 y georreferenciadas en la Figura 3.3, con la finalidad de obtener una aproximación a la calidad del suelo y la cantidad promedio de pasto por m^2 del que se dispone (Cabezas et al., 2019; Mendoza & Espinoza, 2017).



Figura 3.3 Ubicación de todos los puntos de muestreo de suelo

Tabla 3.3 Datos obtenidos en los puntos de muestreo para la evaluación de la capacidad de carga

Punto	Inclinación	Peso (kg)	Coordenadas
1	Inclinado	33	0° 1'27.10"N 78°42'47.40"O
2	Inclinado	30	0° 1'26.76"N 78°42'46.47"O
3	Inclinado	32	0° 1'26.44"N 78°42'47.43"O
4	Plano	2	0° 1'31.28"N 78°42'47.26"O
5	Plano	1,5	0° 1'31.15"N 78°42'46.05"O
6	Inclinado	2	0° 1'29.85"N 78°42'46.66"O
7	Inclinado	1	0° 1'30.35"N 78°42'49.45"O
8	Inclinado	1	0° 1'29.83"N 78°42'49.91"O
9	Inclinado	0,5	0° 1'30.55"N 78°42'50.84"O
10	Muy Inclinado	3	0° 1'31.90"N 78°42'55.63"O
11	Inclinado	3	0° 1'32.71"N 78°42'56.35"O
12	Muy Inclinado	2,5	0° 1'31.67"N 78°42'56.35"O
13	Inclinado	1,5	0° 1'29.10"N 78°42'54.67"O
14	Inclinado	1,5	0° 1'29.42"N 78°42'53.60"O
15	Inclinado	1	0° 1'28.29"N 78°42'53.00"O
16	Inclinado	2	0° 1'27.63"N 78°42'55.62"O
17	Plano	2	0° 1'28.45"N 78°42'56.46"O
18	Inclinado	1,5	0° 1'29.37"N 78°42'56.31"O
19	Inclinado	4	0° 1'29.61"N 78°42'59.85"O
20	Inclinado	4	0° 1'28.50"N 78°42'59.04"O

21	Inclinado	2,5	0° 1'28.90"N 78°43'0.50"O
----	-----------	-----	------------------------------

(Continúa)

(Continuación Tabla 3.3)

22	Muy Inclinado	1, 5	0° 1'29.32"N 78°43'4.65"O
23	Muy Inclinado	1	0° 1'30.67"N 78°43'4.69"O
24	Inclinado	1,5	0° 1'28.61"N 78°43'4.16"O
25	Inclinado	0, 5	0° 1'27.93"N 78°43'5.35"O
26	Muy Inclinado	0, 5	0° 1'27.59"N 78°43'5.47"O
27	Muy Inclinado	0, 5	0° 1'28.41"N 78°43'6.17"O
28	Inclinado	3	0° 1'31.57"N 78°43'8.34"O
29	Inclinado	1	0° 1'30.81"N 78°43'8.34"O
30	Inclinado	2, 5	0° 1'30.94"N 78°43'9.17"O
Promedio Corregido		1, 796 kg/m ²	

Fuente: Elaboración propia

En el análisis de suelos, Tabla 3.4, se muestra que este es un suelo con características adecuadas para la producción de cultivos por su alta cantidad de nitrógeno, fósforo y porcentaje de materia orgánica disponible en el suelo, sin embargo, la deficiencia de potasio es un factor para resolver, esto reduce la resistencia del pasto ante las heladas y sequías.

Ante ello, la producción de biol a partir del excremento de los propios animales es una práctica regenerativa que permite un correcto manejo de las excretas y una reincorporación de nutrientes al suelo. El biol es un fertilizante orgánico rico en potasio con una concentración de 111,7 mg/l y también es rico en nitrógeno. Un análisis de suelo por potrero podría sustentar un plan de fertilización más acorde a la necesidad de cada potrero (Bernal & Espinosa, 2003; Gil Ramírez et al., 2023; León et al., 2018).

Tabla 3.4 Resultados de laboratorio obtenidos en los puntos de muestreo del suelo

Nutriente	Unidad	Análisis		Bajo	Medio	Alto	Toxicidad
pH	potenciales de hidrógeno	5,89	Med. Ácido		7		
N	ppm	96,11	Alto	< 31	31-40	> 40	
P	ppm	38,20	Alto	< 8	8 – 14	> 14	
K	meq/100 g	0,10	Bajo	< 0,2	0,2 – 0,38	> 0,38	
MO	%	6,19	Alto	< 3	3 – 5	> 5	
B	ppm	0,42	Bajo	< 0,2	0,2 – 0,49	> 0,49	> 1,0
Mn	ppm	11,80	Medio	< 5,1	5,1 – 15	> 15	
Textura	%	Franco Arcillosa con un 15 % de arcilla					

Fuente: Elaboración propia

3.1.4 Evaluación de la capacidad de carga

La capacidad de carga comenzó con la evaluación de pastos, los propietarios de la finca afirmaron el crecimiento de variedades de pastos locales como: rey Grass, kikuyo, setaria, mulato, milín y caña forrajera para las zonas de pastoreo, de los cuales se pudo identificar las variedades kikuyo, setaria y milín por observación y comparación de características foliares con información bibliográfica (León et al., 2018). Un análisis foliar y radicular podría determinar la totalidad de las especies que crecen en los potreros y el porcentaje que representa cada una.

Dentro del caso de estudio el mayor inconveniente que se evidenció es la subexplotación que se tiene del suelo, como se reportó en el Anexo I, solo poseen 8 UBAs en un área total 9 hectáreas. Dentro de la MCA en promedio se maneja 1 UBA/ha y 1.5 UBAs/ha a nivel nacional, encontrándose por debajo de la media en ambos casos. Además, su producción diaria es de aproximadamente 30 litros de leche/día, cuando el valor medio en el sector es 10 litros/UBA (CFN, 2023; GAD Nanegalito, 2020; Ipiates & Cuichán, 2024). Por lo que se propone el sistema PRV para incrementar el aprovechamiento del suelo, el incremento

paulatino de la calidad del alimento y el volumen de leche producida (Castagna et al., 2008; León et al., 2018).

Con un total de 30 puntos muestreados, de los cuales los 3 primeros se encontraban en una parcela destinada a la producción de pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum*) (Figura III.1), como una forma de producir alimento aprovechable en la temporada seca, conservado mediante el método de ensilaje. Sin embargo, como se aprecia en la figura 3.4 estos 3 valores son atípicos en comparación al resto del muestreo.



Figura 3.4 Gráfico de columnas de la cantidad de pasto por m² en cada punto de muestreo

En el cálculo de la capacidad de carga se cuantifica el número máximo de UBAs que pueden pastar dentro de un terreno. El pasto de los 3 primeros puntos de muestreo no va a ser consumido por pastoreo bovino, por lo que sus porcentajes de aprovechamiento no son iguales a los valores que se supondrán en cálculos posteriores. Descartando dichos puntos se obtiene la gráfica corregida de la Figura 3.5, a partir de estos datos se obtuvo un promedio de 1, 796 kg de pasto/m². De no descartarse los puntos, el promedio sería 4, 783 kg de pasto/m², un valor superior en un 266, 31 % que aumentaría de manera errónea la capacidad de carga (Castagna et al., 2008; Pinheiro et al., 2021).

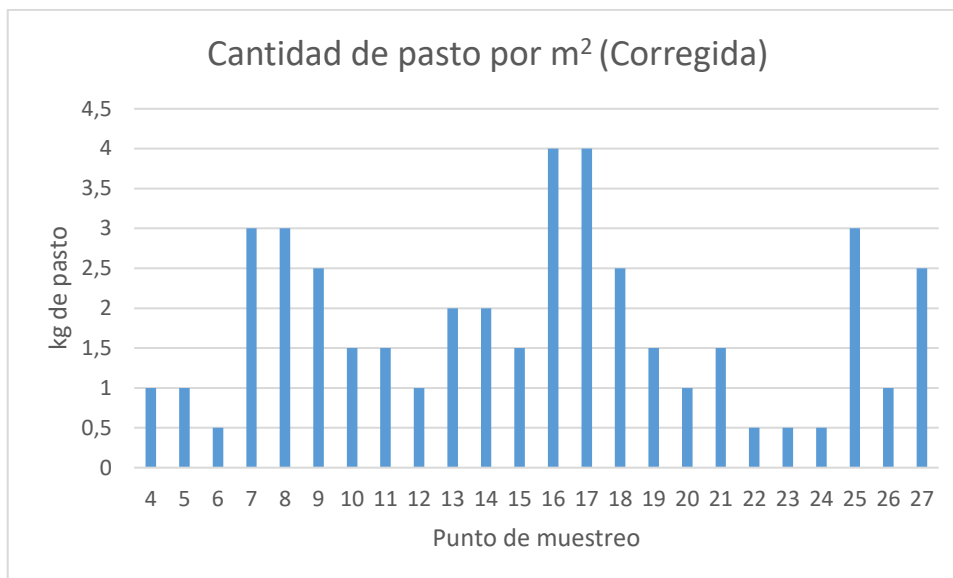


Figura 3.5 Gráfico de columnas de la cantidad de pasto por m² en cada punto de muestreo

En el cálculo de la capacidad de carga y la capacidad de alimentación, como se observa en las Tablas 3.5 y 3.6, se asumieron los siguientes valores debido a los aspectos que se detallan a continuación:

- El promedio de pasto verde por área es de 1, 796 kg/m².
- El tiempo de rebrote para los pastos identificados es de entre 28 a 55 días, por lo que este debe ser cortado o pastoreado mínimo 6 veces por año.
- Para evitar que alguna variedad de pasto entre en etapa de espigue, el tiempo de descanso debe ser máximo de 45 días.
- El aprovechamiento del forraje por pastoreo es de un 60 %, por que el manejo intensivo es una nueva técnica para los productores y al que las UBAs no están acostumbradas, este valor puede aumentar a un 80 % con un manejo adecuado.
- La cantidad de materia seca en el forraje es del 18 % en épocas lluviosas y del 36 % en temporada seca, por lo que se utilizará un promedio del 27 % de materia seca anual.
- Una UBA debe consumir diariamente un 4 % de su peso como materia seca, una vaca criolla pesa aproximadamente 450 kg, esta requiere 18 kg de pasto seco diario y 6 570 kg anuales.

- En la técnica de PRV las parcelas serán pastoreadas durante solo 1 día.

Con estos valores supuestos se calculó la cantidad máxima de UBAs que puede sustentar actualmente el terreno y la cantidad de UBAs que se podrían aumentar aplicando el método PRV.

Tabla 3.5 Cálculo de la capacidad de carga

Promedio de kg de pasto verde en 1 m ²	X	Conversión de m ² a ha	=	kg de forraje verde por ha por corte
1,796	X	10 000	=	17 962,963
kg de forraje verde por ha por corte	X	No. de cortes por año	=	kg de forraje verde producido por ha por año
17 962,963	X	6	=	107 777,778
kg de forraje verde producido por ha por año	X	Porcentaje aprovechable de forraje verde por ha	=	kg de forraje verde aprovechable producido por ha por año
107 777,778	X	60 %	=	64 666,667
kg de forraje verde aprovechable producido por ha por año	X	Porcentaje promedio de materia seca	=	kg de forraje seco aprovechable por ha por año
64 666,667	X	27 %	=	17 460
kg de forraje seco aprovechable por ha por año	÷	Requerimiento anual de kg de forraje seco de una UBA	=	Capacidad de carga (No. de UBA por ha)
17 460	÷	6 570	=	2,658
Capacidad de carga (No. de UBA por ha)	X	ha de pastoreo en la distribución actual	=	Capacidad de carga de la finca (No. total, de UBAs)
2,658	X	9	=	23,918

Por los resultados de la capacidad de carga calculada, el caso de estudio no se encuentra aprovechando todos los recursos que el suelo les entrega, la finca cuenta con el alimento suficiente para aumentar el tamaño de su hato hasta las 24 UBAs con un método de producción semi intensivo.

Según los cálculos de la Tabla 3.6, para la implementación del sistema de PRV cada hectárea debe ser subdividida en 5 potreros, para respetar el tiempo de reposo del pasto, Al contar con 9 hectáreas destinadas al pastoreo, se contaría con un total de 45 potreros, lo que es recomendable para el PRV. Cada potrero ha de ser pastoreado durante solo 1 día y tiene la capacidad de producir el alimento necesario para mantener 32 UBAs. Por lo que en el caso de estudio se puede tener un crecimiento del 300 %. (Bernal & Espinosa,

2003; Cabezas et al., 2019; Cajape, 2021; León et al., 2018; Pinheiro et al., 2021; Triminio, 2020).

Tabla 3.6 Cálculo del tamaño de parcelas y capacidad de alimentación

Área total de pastoreo (ha)	÷	Días de descanso recomendado para el pasto	=	Tamaño de la parcela de alimentación diaria (ha)
9	÷	45	=	0,2 (1/5)
kg de forraje seco aprovechable por ha por año	÷	No. de cortes al año	=	kg de forraje seco aprovechable por ha por corte
17 460	÷	6	=	2 910
kg de forraje seco aprovechable por ha por corte	X	Tamaño de la parcela de alimentación diaria (ha)	=	kg de forraje seco aprovechable en la parcela de alimentación diaria
2 910	X	0,200	=	582
kg de forraje seco aprovechable en la parcela de alimentación diaria	÷	Requerimiento diario de materia seca de una UBA (kg)	=	Capacidad de UBAs alimentables por parcela
582	÷	18	=	32,333
Cantidad de UBAs dentro del caso de estudio	=>	Capacidad de UBAs alimentables por parcela	=	Porcentaje de crecimiento
8	=>	32	=	300 %

3.1.5 Propuesta para el uso y manejo del agua

Durante la visita se observó la falta de bebederos para los animales dentro de los potreros, lo cual causa una disminución en el nivel de producción de leche por el estrés hídrico que sufre el animal al solo tomar agua dos veces al día (Agrocalidad, 2016; Quevedo et al., 2019).

La Ley Orgánica de Recursos Hídricos, Usos y Aprovechamiento del Agua, Título I, Capítulo I, Art 4 b) indica: “El agua, como recurso natural debe ser conservada y protegida mediante una gestión sostenible y sustentable, que garantice su permanencia y calidad”, d) “El agua es patrimonio nacional y estratégico al servicio de las necesidades de las y los ciudadanos y elemento esencial para la soberanía alimentaria; y el Título II, Capítulo I, Art 50 “Fortalecimiento, apoyo y subsidiaridad en la prestación del servicio. El Estado, en sus diferentes niveles de gobierno y de acuerdo con sus competencias, fortalecerá a los

prestadores del servicio de agua; sean estos públicos o comunitarios, mediante el apoyo a la gestión técnica, administrativa, ambiental y económica, así como a la formación y cualificación permanente de los directivos y usuarios de estos sistemas” (Asamblea Nacional del Ecuador, 2014). El agua como un recurso estratégico cuenta con el apoyo del estado para su gestión con un enfoque de cuenca hidrográfica. Por este medio se puede reducir el estrés hídrico en el hato sin la necesidad de un endeudamiento para la inversión del capital necesario.

En el Noroccidente de Pichincha se tiene un periodo de verano de hasta cinco meses al año (entre junio a octubre), por lo que proyectos que aprovechen el excedente de agua de los meses lluviosos podría suplir los requerimientos de agua de los meses secos, además de la construcción de surcos y acequias podrían retener el agua por más tiempo para aumentar la infiltración y evitar el arrastre de suelo fértil (Cabezas et al., 2019).

3.2 Conclusiones

La ganadería regenerativa es una serie de prácticas aplicadas en la MCA desde hace años, pero por desconocimiento, falta de difusión y apoyo en la implementación son pocos los productores que han logrado conocer sus beneficios para mejorar los niveles de producción y preservar sus territorios. En la finca Los Cedros se mantienen prácticas de producción tradicionales. El análisis de suelos en la finca determinó que existe un suelo con buenas características para la producción de cultivos, pero con deficiencia de potasio, y existe una subexplotación del suelo para la producción de leche.

En el tramo del río Alambi, en el que se realizó el muestreo, el agua no posee las características necesarias para poder preservar la vida acuática o silvestre, sin embargo, a pesar de estar afectado por desechos sólidos el río presenta una capacidad de autodepuración, al considerar datos de otras campañas de monitoreo. Las buenas prácticas agrícolas y de ganadería regenerativa podrían cambiar su condición.

Ante ello, se propuso la práctica de ganadería regenerativa de Pastoreo Racional Voisin (PRV) para mejorar la calidad de los pastos (producción de biomasa y valor nutritivo) e incrementar las cabezas de ganado hasta 32, aumentando así la capacidad de carga del terreno que era 24 y teniendo un porcentaje de aumento del 300 %, con respecto al estado actual de la finca.

Con relación al uso y manejo del agua, se planteó la instalación de bebederos y sistemas de captación para evitar el estrés hídrico en el hato. Además, la elaboración de biol, fertilizante natural del suelo, a partir de excretas, lo que evitaría la contaminación de fuentes de agua y mejoraría la calidad del suelo. Un análisis de suelo por potrero podría sustentar un plan de fertilización más acorde a la necesidad.

3.3 Recomendaciones

Es recomendable, realizar un análisis de suelo por cada hectárea de pasto, para de esta forma realizar un cálculo de fertilizante necesario en cada potrero.

Se pueden mejorar los cálculos de capacidad de carga y capacidad de alimentación por medio de un análisis foliar y radicular para determinar las especies forrajeras que crecen en la finca y el porcentaje que representa cada una.

La implementación del PRV requiere seguimiento mientras se obtienen resultados y a medida que las UBAs se acostumbran a este.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrocalidad. (2016). *Buenas Prácticas PECUARIAS en Ganadería de Leche para pequeños productores*.
- Álvarez, C. A., Ruiz, M. A., Vargas, O., & Sánchez, Á. (2020). Valoración del bienestar animal en una finca lechera bovina. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(3), 83–92.
<https://orcid.org/0000-0002-1067-1663>
- Álvarez, R., González, H., & Duque, G. (2016). *GESTIÓN Y POLÍTICA PÚBLICA AMBIENTAL, PARA EL MANEJO SOSTENIBLE Y USO ECOEFICIENTE DEL PATRIMONIO NATURAL EN COLOMBIA*.
- Argilés, J., & Duch, N. (2007). *A comparison of the economic and environmental performances of conventional and organic farming: Evidence from financial statements*.
<https://www.researchgate.net/publication/28186425>
- Asamblea Nacional del Ecuador. (2014). LEY ORGANICA DE RECURSOS HIDRICOS USOS Y APROVECHAMIENTO DEL AGUA. En 2014. <https://www.regulacionagua.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/Ley-Organica-de-Recursos-Hidricos-Usos-y-Aprovechamiento-del-Agua.pdf>
- Atis, E., Miran, B., Bektaş, Z. K., Salali, E., Karabat, S., & Altindisli, A. (2017). COMPARATIVE ECONOMIC ANALYSIS OF ORGANIC AND CONVENTIONAL RAISIN FARMS. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26(4), 3056–3061.
<https://www.researchgate.net/publication/376457411>
- Benítez, A., & Peralvo, M. (2021). *GESTIÓN SOSTENIBLE DE PAISAJES DE MONTAÑA*. CONDESAN. www.bosquesandinos.org
- Bernal, J., & Espinosa, J. (2003). *MANUAL DE NUTRICION Y FERTILIZACION DE PASTOS*. IPNI.
- Cabezas, J., Benítez, A., Odio, F., Proaño, R., & Maldonado, G. (2019). *Guía de prácticas para el Noroccidente de Pichincha*.
- Cajape, J. (2021). *Índice de calidad de agua de las fuentes hídricas que abastecen al ganado bovino, parroquia Quiroga*.
- Castagna, A. A., Aronovich, M., & Rodrigues, E. (2008). Pastoreio Racional Voisin manejo agroecológico de pastagens. *Programa Rio Rural*.
- CFN. (2023). *FICHA SECTORIAL LECHE Y SUS DERIVADOS SUBGERENCIA DE ANÁLISIS DE PRODUCTOS Y SERVICIOS*.
- Eco Business Fund. (2023). *Guía para la producción de ganado para carne y leche*.
- Ecopar, & PRAA. (2013). *IMPLEMENTACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS PARA EL MANEJO ADAPTATIVO DEL SISTEMA PECUARIO Y LA CONSERVACIÓN DEL ECOSISTEMA PÁRAMO*.

- EPMAPS, & FONAG. (2023). *ANUARIO HIDROMETEOROLÓGICO 2022*.
<http://www.aguaquito.gob.ec>
- Freile, J., Vaca, A., & Escobar, Z. (2017). *Sistematización del primer concurso de buenas prácticas y modos de vida sostenibles en la MCA*.
- GAD Nanegalito. (2020). *PDOT PARROQUIA NANEGALITO – 2019-2023*.
- Gallegos, S., & Ríos, B. (2016). Informe y sistematización de resultados del Monitoreo de la calidad ecológica de ríos de las cuencas de Mashpi y Pachijal. Programa Bosques Andinos. *Con el apoyo técnico del Centro de Investigación de la Biodiversidad y Cambio Climático-Universidad Tecnológica Indoamérica*.
- Gamba, E., & Uquillas, J. (2021). *Desarrollo de un sistema de monitoreo comunitario de calidad del agua en la Mancomunidad del Chocó Andino*.
- Gavito, M., van der Wal, H., Aldasoro, M., Ayala, B., & Atenea, A. (2017). Ecología, tecnología e innovación para la sustentabilidad: retos y perspectivas en México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 88, 150–160.
- Gil Ramírez, L. A., Leiva Cabrera, F. A., Lezama Escobedo, M. K., Bardales Vásquez, C. B., & León Torres, C. A. (2023). Biofertilizante “biol”: caracterización física, química y microbiológica. *Revista Alfa*, 7(20), 336–345.
<https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.219>
- Gomez, F. A. (2023). *SERVICIOS ECOSISTÉMICOS DEL BOSQUE ANDINO PATAGÓNICO DE LA PROVINCIA DEL CHUBUT: EFECTOS DE LA GANADERÍA BOVINA SOBRE LOS RECURSOS SUELO Y AGUA*.
- Gutiérrez-León, F. A., Lastra-Bravo, X. B., & Cali Aguirre, V. A. (2023). ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LAS GANADERÍAS DE LECHE DE LA ZONA ANDINA DEL ECUADOR. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 39(3), 305–318.
<https://doi.org/10.29393/chjaa39-27eh30027>
- Herrera-Velasquez, J. A., García-Pacheco, Y., & Pacheco-Carrascal, D. (2023). *COMPARACIÓN ENTRE LA GANADERÍA ECOLÓGICA Y GANADERÍA TRADICIONAL*.
<https://orcid.org/0009-0008-8825-3884>;
- Hoyos, J. F. (2022). Indicadores de bienestar animal en bovinos. *Mundo Fesc*, 12, 41–50.
- Ibrahim, M., Villanueva, C., Casasola, F., & Rojas, J. (2006). *Sistemas silvopastoriles como una herramienta para el mejoramiento de la productividad y restauración de la integridad ecológica de paisajes ganaderos*. (Vol. 29, Número 4).
- INEN. (2013). *AGUA. CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. MANEJO Y CONSERVACIÓN DE MUESTRAS*.
- Ipiales, O., & Cuichán, M. (2024). *Boletín técnico: Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua*.

- ISO. (2003). *Norma ISO 5667-3 Water quality - Sampling - Part 3: Guidance on the preservation and handling of samples*.
- Lavie, E., Bermejillo, A., Morábito, J. A., Filippini, M. F., & Salatino, S. E. (2010). Contaminación por fosfatos en el oasis bajo riego del río Mendoza. *FCA UNCuyo*, 72, 169–184.
- León, R., Bonifaz, N., & Gutiérrez, F. (2018). *Pastos y forrajes del Ecuador: Siembra y producción de pasturas*.
- López, C., & Meneses, W. (2023). Modulación de las emisiones de gases efecto invernadero de un hato lechero. *Revista Alfa*, 7(20). <https://doi.org/10.33996/revistaalfa.v7i20.226>
- López, E., Vásquez, J., Villa, F., & Reinoso, G. (2015). Assessing the quality of the riparian forest using a simple and rapid method in two rivers of tropical dry forest (Tolima, Colombia). *Revista Tumbaga*, 10, 6–29.
- MAPA. (2017). *Guía de las mejores técnicas disponibles para reducir el impacto ambiental de la ganadería*. Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, Centro de Publicaciones.
- McSherry, M. (2013). Effects of grazing on grassland soil carbon: a global review. *Global Change Biology*, 19(5), 1347–1357.
- Mendoza, R. B., & Espinoza, A. (2017). *Guía Técnica para Muestreo de Suelos*.
- Ministerio del ambiente. (2015). *ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TULSMA: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES: RECURSO AGUA*.
- Ministerio del Ambiente. (2015). *ANEXO 2 DEL LIBRO VI DEL TULSMA: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL DEL RECURSO SUELO Y CRITERIOS DE REMEDIACIÓN PARA SUELOS CONTAMINADOS*.
- Ministerio del ambiente. (2018, julio 25). *El Chocó Andino de Pichincha es declarado por la UNESCO, como la nueva Reserva de Biósfera*. <https://www.ambiente.gob.ec/el-choco-andino-de-pichincha-es-declarado-por-la-unesco-como-la-nueva-reserva-de-biosfera/>
- Motta, P., Zambrano, J., & Herrera, W. (2023). Investigación de sistemas silvopastoriles en la Amazonia: ganadería sostenible y adaptación al cambio climático. *Misión Verde Amazonia*.
- Perfecto, I., Vandermeer, J., & Wright, A. (2009). *Nature's Matrix Linking Agriculture, Conservation and Food Sovereignty*. eartsacn.
- Pinheiro, L., Seó, H., Daros, R., Enriquez, D., & Wendling, A. (2021). Voisin rational grazing as a sustainable alternative for livestock production. En *Animals* (Vol. 11, Número 12). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ani11123494>

- Proaño, R., & Duarte, N. (2018). *GUÍA PARA LA RESTAURACIÓN DE BOSQUES MONTANOS TROPICALES PLANIFICACIÓN PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS DE RESTAURACIÓN A ESCALA LOCAL*. www.bosquesandinos.org
- Quevedo, W., Ortiz, L., Sardán, S., Rivera, E., & García, D. (2019). Disponibilidad y consumo de agua para la ganadería bovina en el municipio de Mojocoya. *Ciencia, Tecnología e Innovación*, 17(20), 133–142.
- Rosillón, N., Urdaneta, F., & Casanova, A. (2008). Gerencia y Productividad en Sistemas Ganaderos de Doble Propósito. *Revista Venezolana de Gerencia (RVG)*, 13, 468–491.
- Sánchez, H. (2015). *Simulación hidrológica de la cuanca del río Alambi en Nanegal frente al cambio del uso del suelo y su impacto en el recurso hídrico*.
- SEMARNAT. (2000). *Estrategia nacional sobre biodiversidad de México*. Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca, Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad.
- SISTEMA BIOBOLSA. (2015). *Manual de BIOL*. www.sistemabiobolsa.com
- Solorio, F. J. (2022). *PROGRAMA DE CAPACITACIÓN PARA IMPULSAR PRÁCTICAS DE GANADERÍA BOVINA CON ENFOQUE REGENERATIVO O SOSTENIBLE Y SISTEMAS AGROFORESTALES EN CHIAPAS, CHIHUAHUA, JALISCO Y VERACRUZ*.
- Suárez, B., & Rosado, I. M. (2019). *Desarrollo local y Sustentabilidad Sección 2-1 SECCIÓN 2: Desarrollo local y sustentabilidad*. <https://www.researchgate.net/publication/359684871>
- Triminio, A. (2020). *Pastoreo Racional Voisin (PRV) como un sistema de producción sostenible*. Escuela Agrícola Panamericana.
- Vargas, J., Benitez, D., & Torres, A. (2012). Tipificación de fincas ganaderas en el piedemonte tropical de las provincias Cotopaxi y Los Ríos, Ecuador. *Universidad Estatal Amazónica*.

5 ANEXOS

ANEXO I

Información obtenida durante la visita del 12 de junio del 2024 a la finca de estudio.

Información General			
Fecha de Visita:	12/06/2024	Latitud:	0,02526
Nombre del Predio:	Los Cedros	Longitud:	-78,71921
Propietario:	Alexander Peralvo	Altitud:	1345 msnm

Información Bovinos					
Razas:	Criolla		Leche:	X	
Terneras:	6	Terneros:	0	Vaonas:	4
En Lactancia	8	Secas:	0	Total de Bovinos:	21
				Machos:	3

¿Cuánto es el área total del terreno, su división y cómo es manejado?
El área total de la finca es de 38 hectáreas, de las cuales solo 10 están vinculadas a la producción de leche, no poseen un mapa o croquis que facilite la comprensión del seccionamiento de la finca.
¿Cuál es sistema actual de tratamiento de excremento y desechos?
Se aprovecha el excremento de los animales, recolectando una parte en los potreros de pastoreo, para luego esparcirlo en una parcela donde se empezó a cultivar pasto elefante morado.
¿El sistema de pastoreo es libre? ¿Existe un sistema de rotación de potreros?
Las vacas, terneras y vaonas pastorean libremente juntas durante aproximadamente 25 días en un potrero de 1 hectárea antes de ser rotadas al siguiente potrero. Los animales son arreados colina abajo hasta la parcela de ordeño dos veces al día donde además toman agua.
¿Cuál es el nivel de producción de leche y su sistema de venta?
Tras la venta de 3 UBAs su producción actual es de aproximadamente 30 litros, estos son entregados en pomas a un camión recolector que lleva la leche de varios productores de la zona a la ciudad, el productor recibe \$0,35 por litro de leche que se paga cada quincena.

¿Existe algún otro producto o servicio siendo trabajado en paralelo con los animales?

La finca además de la producción lechera, también se dedica al cultivo de maíz, banano y al agroturismo.

ANEXO II

Datos obtenidos en este estudio y otros anteriores en el río Alambi (Gamba & Uquillas, 2021).

Tabla II.1 Localización de los puntos de muestreo anteriores al presente estudio

Autoría	Código de Punto	Coordenadas UTM WGS 84	Altitud (msnm)	Coordenadas Google Earth
Gamba Uquillas	RA 001	17 N 773772, 00529	2577	0°00'17.2" N 78°32'25.6" W
	RA 002	17 N 758582, 15625	1085	0°08'28.5" N 78°40'36.6" W
Propia	M1	17 N 759813, 09168	1279	0°04'58.4" N 78°39'56.8" W
	M2	17 N 760672, 11504	1221	0°06'14.4" N 78°39'29.0" W

Tabla II.2 Resultados de los análisis de agua según los puntos de muestreo y criterio de calidad admisible

Parámetro	Unidad	Valores				Criterio admisible
		Resultados (2021)		Resultados (2024)		
		RA001	RA002	M1	M2	
Aceites y Grasas	mg/L	-	-	52	< 10	0,3
Coliformes Fecales (CF)	NMP/ 100 mL	1,5 x 10 ⁶	4,8 x 10 ³	4,6 x 10 ²	2,4 x 10 ²	2 x 10 ²
Coliformes Totales (CT)	NMP/ 100 mL	-	-	4,6 x 10 ⁴	1,1 x 10 ⁵	2 x 10 ³
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	65	<2	< 2	< 2	50
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	140	6	< 10	< 10	100
Fosfatos	mg/L	-	-	0,51	0,56	10
Nitritos	mg/L	0,09	0,01	< 0,10	< 0,10	50
Temperatura	°C	16,9	21	18,7	19,58	15 - 22
pH	-	7,58	8,27	7,88	8,01	6,5 - 9
Oxígeno Disuelto (OD)	% de saturación	52,7	59,3	89,3	69,6	>80

ANEXO III

Evidencias de la visita al caso de estudio el 12 de junio de 2024



Figura III.1 Punto de muestreo 1, parcela cultivada con pasto pasto elefante morado (*Pennisetum purpureum*)



Figura III.2 Punto de muestreo 22, parcela categorizada como “muy inclinada” por su pendiente aproximada de 40°



Figura III.3 Marco de madera para el muestreo de pastos