UEA Forestal
PrePrint UEA

Sección Forestal
Vol. FOR2424. ep09–400

| Recibido: 04/09/2024 |
| Aceptado: 07/10/2024 |
| Publicado: 26/11/2026 |

Propuesta de la implementación de un sistema agrosilvopastoril en la hacienda Pachanlica, parroquia Benítez, cantón Pelileo, provincia de Tungurahua.

Proposal for an agrosilvopastoral system at Pachanlica farm, Benítez parish, Pelileo canton, Tungurahua province.

Eddie Fabián Valla Auqui[1], Tannia Estefania Paredes Martinez[1] Maria Katharina Elisabeth De Decker[1]

https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vFOR2424ep09-400 Crossref

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo proponer un sistema agrosilvopastoril en la hacienda Pachanlica, ubicada en la parroquia Benítez. Para lo cual se combinó el método explicativo cuantitativo y el exploratorio documental. Este enfoque metodológico facilitó la evaluación preliminar de las condiciones actuales de la hacienda, así como el procesamiento de imágenes satelitales utilizando el software ArcMAP 10.5. De igual forma, permitió una selección de especies para optimizar la producción de leche y de los cultivos, y mejorar la calidad del suelo en la hacienda, a través de su incorporación al sistema agrosilvopastoril, esto fue posible mediante una revisión de literatura en fuentes secundarias. La implementación de las especies *Saccharum officinarum*, *Lolium perenne* y *Medicago sativa* permitirá incrementar la productividad de la leche de 11,81 kg hasta 24,4 kg de leche por vaca día, así como la integración de las especies arbóreas *Alnus acuminata, Baccharis latifolia* y *Morella pubescens* para mejorar las características del suelo, ya que permite fijar nitrógeno y oxigenar el suelo, además de proporcionar sombra a los cultivos y el ganado. La implementación del sistema agrosilvopastoril tiene un impacto positivo en la biodiversidad local y permite mejorar la calidad de vida de las especies animales e incrementar las ganancias de la hacienda de US$ 10.075 a US$ 11.510 con un aumento de US$ 1435 mensuales.

Palabras clave

agrosilvopastoril; especies forestales; pastoreo rotativo; linderos vivos

Abstract

The present research aims to propose an agrosilvopastoral system at the Pachanlica estate, located in the Benítez parish. For this purpose, a combination of the quantitative explanatory method and the documentary exploratory method was used. This methodological approach facilitated the preliminary evaluation of the current conditions of the estate, as well as the processing of satellite images using ArcMAP 10.5 software. Similarly, it allowed for species selection to optimize milk and crop production and improve soil quality on the estate through their incorporation into the agrosilvopastoral system. This was possible through a literature review of secondary sources. The implementation of the species *Saccharum officinarum*, *Lolium perenne*, and *Medicago sativa* will increase milk productivity from 11,81 kg to 24,4 kg of milk per cow per day, as well as the integration of tree species, *Alnus acuminata, Baccharis latifolia*, and *Morella pubescens* to improve soil characteristics, as they allow for nitrogen fixation and soil aeration, in addition to providing shade for crops and livestock. The implementation of the agrosilvopastoral system has a positive impact on local biodiversity. It improves the quality of life of animal species, increasing the estate's profits from US$ 10.075 to US$ 11.510, with an increase of US$ 1435 per month.

Keywords

agrosilvopastoral; forest species; rotational grazing; live fences

Direcciones

[1]Universidad Estatal Amazónica.. Pastaza, Ecuador. Email: ef.vallaa@uea.edu.ec, for2017150@uea.edu.ec, mdedecker@uea.edu.ec

Autor para la correspondencia

Eddie Fabián Valla Auqui. Universidad Estatal Amazónica.. Pastaza, Ecuador. Email: ef.vallaa@uea.edu.ec

Cómo citar

VALLA AUQUI, Eddie Fabián, PAREDES MARTINEZ, Tannia Estefania and DE DECKER, Maria Katharina Elisabeth 2026. **Propuesta de la implementación de un sistema agrosilvopastoril en la hacienda Pachanlica, parroquia Benítez, cantón Pelileo, provincia de Tungurahua.**. PrePrint UEA. Vol. FOR2424. p. ep09–400. https://doi.org/10.59410/PREPRINT-UEA-vFOR2424ep09-400

Editores Académicos Sucoshañay Villalba Darwin Javier

Editorial Editorial de la Universidad Estatal Amazónica 2026

Copyright

Derechos de autor 2026 | PrePrint UEA.
Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución 4.0.
Los autores del artículo autorizan a la RACYT a que este artículo sea compartido bajo las condiciones de la Licencia Creative Commons 4.0 (CC-BY 4.0).

1. Introducción

A nivel mundial, la expansión agrícola y ganadera es la responsable directa de casi el 90% de la deforestación, según el autor Sierra (2019). Este proceso reduce drásticamente las áreas boscosas y las transforma en zonas de cultivo y pastoreo, provocando no solo alteraciones en el paisaje, sino también la pérdida de la biodiversidad y la alteración de los ciclos hidrológicos (Iglesias et al. 2011). A lo largo de la historia, la expansión agrícola y ganadera ha sido un pilar fundamental para la economía y seguridad alimenticia de las sociedades rurales (Hernández y Gutiérrez 2012).

En Ecuador, el sector agrícola contribuye con el 8% del PIB, y representa la principal fuente de empleo en las zonas rurales del país (MAG 2019). De igual forma en el sector pecuario la ganadería representa la principal actividad económica para grandes y pequeños productores a nivel nacional, según la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) existen 4,07 millones de cabezas de ganado vacuno (INEC 2021). Estos datos revelan la importancia de la agricultura y ganadería en el país para los sectores rurales, debido a que son su principal fuente de ingresos, pero también recalca la necesidad de prácticas agrícolas y ganaderas sostenibles.

Las prácticas agrícolas tradicionales son técnicas y métodos que se han adaptado a las condiciones del entorno (González 2022). Por lo cual han sido fundamentales para la producción de alimentos, sin embargo, también han provocado una serie de desafíos ambientales, como la pérdida de la biodiversidad, la compactación del suelo, la erosión y la pérdida de la fertilidad del suelo, tal como lo señalan Hernández y Gutiérrez (2012). Estos desafíos requieren la implementación de prácticas que permitan equilibrar la producción agrícola y ganadera, con la preservación de los ecosistemas naturales. En este contexto la agricultura ha optado por la implementación de prácticas que le permitan equilibrar la producción de alimentos con la conservación de los recursos naturales (Acuña 2015). Las prácticas de agricultura sostenible incluyen técnicas como el uso de abono orgánico, la rotación de cultivos, la conservación del agua y la agroforestería, mismas que fueron diseñadas para minimizar el impacto ambiental y promover la sostenibilidad de los ecosistemas agrícolas (Mier et al. 2023).

Entre las prácticas de agricultura sostenible destacan los sistemas agrosilvopastoriles, que surgieron en base a la necesidad de mejorar la productividad de forma sostenible y resiliente, sin dejar de proporcionar beneficios económicos para los agricultores (Russo 1993). Estos sistemas buscan adoptar prácticas más sostenibles, mediante la integración de especies arbóreas, cultivos y ganado vacuno en una misma unidad de producción (Iglesias et al. 2011). Los sistemas agrosilvopastoriles aprovechan la sinergia entre los diferentes componentes del sistema para mejorar la productividad y la sostenibilidad, ya que los árboles no solo proporcionan sombra, sino también actúan como barreras contra el viento, y sus raíces ayudan a prevenir la erosión del suelo. Los cultivos se benefician de estas condiciones creadas por el sistema, y el ganado aprovecha el forraje y otros subproductos del sistema agrosilvopastoril (Russo 1993). Dentro del sistema agrosilvopastoril la selección de especies es indispensable para el éxito de este, las especies deben tener la capacidad de adaptarse a las condiciones del entorno, ofrecer beneficios como la proporción de alimentos, ser resistentes a plagas, mejorar las características del suelo (Agrosabio 2023).

Por tanto, la implementación de un sistema agrosilvopastoril se ha convertido en una estrategia clave para promover la sostenibilidad y la productividad en las fincas agrícolas. Por lo cual, considerando los beneficios de este sistema, la presente investigación busca proponer un sistema agrosilvopastoril en la hacienda Pachanlica, ubicada en la parroquia Benítez, cantón Santiago de Pelileo, provincia de Tungurahua. Mediante la combinación de los métodos explicativo cuantitativo y exploratorio documental, estos métodos permitieron realizar un diagnóstico inicial de la hacienda y la recopilación de fuentes bibliográficas relevantes para la investigación. A través de la implementación de un sistema agrosilvopastoril en la hacienda Pachanlica, se busca optimizar el uso del suelo, aumentar la productividad de los cultivos comerciales y la producción de leche.

2. Metodología

2.1. Localización

El área de estudio está localizada en la provincia de Tungurahua, cantón Santiago de Pelileo, parroquia Benítez, en la Hacienda Pachanlica. La zona de estudio se caracteriza por su ecosistema de Bosque Seco Tropical, con una vegetación predominante de arbustos, pastos y áreas cultivadas. La fauna local incluye una diversa microfauna, así como aves y mamíferos típicos de la región. Se ubica a una altitud que varía entre 2300 y 3000 metros sobre el nivel del mar, la parroquia goza de una temperatura promedio de 14°C y recibe precipitaciones moderadas durante la temporada invernal (Salazar 2014). El terreno presenta una topografía ondulada, con inclinaciones que oscilan entre el 30% y el 100%. El suelo, de tipo semiduro, es reconocido por su fertilidad y excelentes condiciones de drenaje, lo que permite que el agua acumulada durante las lluvias se disipe rápidamente (Pilco 2015).

De forma específica la hacienda Pachanlica está situada en las coordenadas UTM 768296,51 m.E. (X); 9852641,93 m.N. (Y) de la zona 17 Sur del sistema de coordenadas WGS 1984 UTM. La Hacienda, abarca una superficie de 6,8 hectáreas dedicadas a la producción agrícola y ganadera, como se muestra en la **Figura 1**.

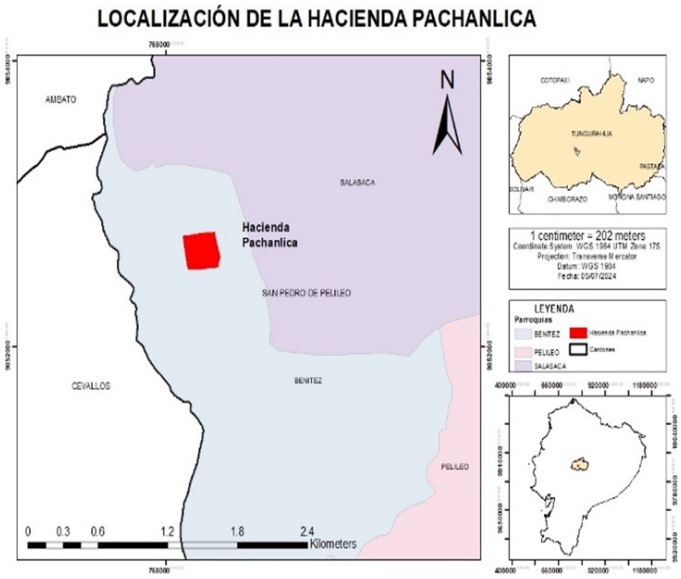


Figura 1 | Localización de la hacienda Pachanlica

2.2. Métodos

La presente investigación combinó dos métodos de investigación; el explicativo cuantitativo que permitió realizar un diagnóstico inicial, mediante la recolección y cuantificación de datos en campo de forma ín situ, además, de la georreferenciación de la hacienda. Y el exploratorio documental, permitió la recopilación de bibliografía relevante para la selección de las especies a integrarse dentro de la propuesta del sistema agrosilvopastoril.

2.3. Diagnóstico inicial de la hacienda

2.3.1. Levantamiento de la línea base

Se realizó la recopilación de las características del suelo, la geomorfología, las condiciones meteorológicas y la vegetación de la zona de estudio, a través de las páginas del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), Ministerio de Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), y del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT) de

la parroquia rural Benítez.

De igual forma, mediante una visita de campo ín situ, se realizó una entrevista al propietario de la hacienda Pachanlica, para la recopilación de información relevante para la investigación, como las actividades productivas de la hacienda y sus ingresos mensuales. Además, para la obtención de las coordenadas de las diferentes áreas productivas se utilizó la aplicación GPS Essentials, disponible en Google Play para sistemas Android. La aplicación ofrece una interfaz similar a la que se encuentra en los receptores GPS estándar del mercado, permitiendo visualizar las coordenadas, la constelación de satélites, la precisión de las coordenadas y otras opciones (Ribeiro de Santana et al. 2020). Las coordenadas presentadas en la **Tabla 1** corresponden a las áreas productivas y fueron tomadas en la zona 17 Sur del sistema UTM, basado en el datum WGS 1984.

Tabla 1 | Georreferenciación de las áreas productivas

Punto	X	Y	Z (m.s.n.m.)
Hacienda	768184,18	9852536,14	2700
	768140,95	9852766,97	2693
	768410,56	9852797,80	2722
	768425,36	9852740,53	2722
	768459,38	9852617,80	2720
	768450,73	9852597,47	2721
	768446,24	9852554,78	2700
Área de pastoreo	768139,53	9852768,46	2693
	768316,59	9852790,01	2704
	768361,68	9852658,25	2707
	768360,59	9852606,26	2718
	768413,25	9852599,63	2722
	768441,31	9852598,39	2722
	768455,28	9852605,79	2698
	768446,13	9852552,57	2695
	768190,33	9852540,71	2700
Área de cultivos	768316,59	9852790,01	2706
	768356,53	9852661,36	2707
	768441,89	9852684,62	2720
	768410,09	9852799,23	2721
Área intervenida	768363,31	9852658,18	2708
	768360,34	9852605,96	2707
	768409,81	9852599,97	2719
	768441,95	9852598,12	2722
	768455,03	9852605,58	2721
	768456,28	9852621,65	2721
	768442,38	9852683,69	2708

2.3.2. Procesamiento de las capas

Se realizó el procesamiento de las coordenadas de las áreas productivas, detalladas en la **Tabla 1**, mediante el Software ArcMAP 10.5. Este procesamiento permitió determinar la distribución del terreno y calcular de forma precisa el tamaño de las áreas productivas.

Adicionalmente, se adquirieron capas de información geográfica (shapefile) sobre la cobertura y uso del suelo del año 2022 mediante el Sistema Nacional de Bosques del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE). Asimismo, se recopilaron shapefiles del nivel de fertilidad del suelo, aptitudes agrícolas y de la geopedología mediante el Geoportal de Agricultura del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). El procesamiento de estos shapefiles se realizó con las herramientas de geoprocesamiento del Software ArcMAP 10.5., estas herramientas permitieron cortar, delimitar y clasificar los shapefiles de acuerdo al área de estudio según las necesidades de la investigación.

2.4. Selección de especies para incrementar productividad

La selección adecuada de las especies para el sistema agrosilvopastoril es indispensable para asegurar su éxito. Las especies seleccionadas deben tener la capacidad de adaptarse a las condiciones del entorno, ofrecer beneficios como la proporción de alimentos, ser resistente a las plagas, mejorar las características del suelo, entre otras (Agrosabio 2023).

En la presente investigación la selección de las especies se basó en una exhaustiva revisión bibliográfica a través del buscador Google Académico, ya que, este contempla una amplia base de datos de fuentes primarias y secundarias como artículos científicos, informes, documentos de sitio Web, y tesis. Se buscaron términos como “alimentación de ganado lechero con especies nativas”, “especies forrajeras para producción de leche”, “integración de árboles en sistemas de pastoreo”, “sostenibilidad en sistemas agrosilvopastoriles”. Estos términos de búsqueda permitieron la optimización y el hallazgo de resultados relevantes para la investigación.

Los criterios de selección priorizaron la relevancia de la información, la temporalidad y la calidad. Es decir, se seleccionaron investigaciones sobre especies utilizadas en la implementación de sistemas agrosilvopastoriles dentro de la sierra ecuatoriana, dando prioridad a los que se hayan realizado en la parroquia Benítez. También se dio prioridad a investigaciones procedentes de revista científicas, publicadas en los últimos 10 años, a excepción de investigaciones relevantes en materia de los sistemas agrosilvopastoriles. Esto con el fin de garantizar una adecuada selección de especies para su implementación dentro del sistema agrosilvopastoril en la hacienda Pachanlica.

2.5. Propuesta de Sistema Agrosilvopastoril

A. Distribución del Terreno

Utilizando los datos recabados durante el diagnóstico inicial, tales como la caracterización del suelo, la geomorfología y la distribución de las áreas productivas. Se procedió a la redistribución del terreno contemplando los criterios técnicos establecidos en la **Tabla 2**.

B. Selección de especies

La selección de las especies destinadas al sistema agrosilvopastoril de la hacienda se fundamenta en el diagnóstico inicial, donde se identificaron a las especies existentes en la hacienda. Y en la revisión bibliográfica, que permitió seleccionar especies para mejorar la producción de leche, de las áreas de cultivo y del suelo a través de especies arbóreas. Este enfoque integrado permitió una selección informada y estratégica de especies, optimizando así el potencial productivo de la hacienda.

C. Propuesta del Sistema Agrosilvopastoril

La metodología aplicada para el diseño del sistema agrosilvopastoril en la hacienda Pachanlica, se fundamentó en los criterios establecidos en la **Tabla 2**, en el diagnóstico inicial de la hacienda y en la selección de especies identificadas mediante la revisión bibliográfica. El diseño contempla

una distribución estratégica del terreno, asignando zonas específicas para pastoreo, cultivos comerciales y linderos vivos. Además, se consideraron los múltiples beneficios que este sistema aporta, tanto para la optimización del uso del suelo como para la mejora de la productividad agrícola y la sostenibilidad ambiental.

Tabla 2 | Criterios para la distribución del terreno

Criterio	Detalle	Autor
Caracterización del suelo	El suelo debe presentar una fertilidad media con buena capacidad de retención de agua. Por lo cual el área destinada para los cultivos tiene que estar cerca de un sistema de riego. Además, se recomienda la rotación de cultivos para evitar la desmineralización del suelo.	(Hernández y Gutiérrez 2012).
Geomorfología	Para minimizar la erosión del suelo asociada a la pendiente del terreno, se ha considerado la siembra de árboles en la zona este adyacente al área de cultivos. De igual forma el autor recomienda la implementación de barreras vivas entre las diferentes áreas de producción.	(Russo 1993).
Distribución de las áreas productivas	Las áreas de pastoreo se deben ubicar cerca de los caminos para la movilidad del ganado. De igual forma considerando que el 73% del terreno es utilizado para la siembra de pasto según el diagnóstico inicial, se contempla una disminución del área y el incremento en las especies de forraje. Según el autor, esta medida permite diversificar las especies de forraje, mejorando así la calidad de la alimentación del ganado y optimizando el uso del suelo.	(Benjamin 2019).

De igual forma la redistribución del terreno para las áreas productivas del sistema agrosilvopastoril se realizó utilizando la herramienta de software ArcMAP 10.5. Este proceso implicó la creación de múltiples capas representativas del terreno, las cuales fueron segmentadas en parcelas mediante la función "Cut Polygon Tool". A cada una de estas capas se le asignaron atributos específicos con el fin de mejorar la representatividad del sistema agrosilvopastoril.

2.6. Materiales

La presente investigación utilizó la aplicación GPS Essentials para georreferenciar la hacienda Pachanlica y el software ArcMAP para mapear las áreas productivas de la hacienda. Además, se empleó una conexión a internet y una computadora para la recopilación de referencias bibliográficas pertinentes a las especies apropiadas para ser integradas en el sistema agrosilvopastoril. Este proceso contribuyó a la precisión y relevancia de la investigación.

3. Resultados y discusión

3.1. Resultados

3.1.1. Diagnóstico inicial de la hacienda

La hacienda Pachanlica se encuentra localizada en la parroquia Benítez, misma que se caracteriza por su dedicación a la agricultura. El 34% de la población es económicamente activa, se dedica a esta actividad en la parroquia, lo que subraya la importancia de un sistema agrícola eficiente a nivel económico y ambiental (GADPBz 2017).

La presente investigación realizó la caracterización del área de estudio, utilizando investigaciones previas, como se muestra en la siguiente **Tabla 3**:

Tabla 3 | Caracterización de la zona de estudio

Diagnóstico	Descripción
Geomorfología	Está marcada por relieves montañosos y valles interandinos con pendientes bajas y medias (Salazar 2014).
Tipo de suelo	*Franco arenoso:* En las riberas del río Pachanlica (GADPBz 2017). *Entisoles:* Suelos de ceniza arenosos profundos en la parte centro y norte (GADPBz 2017). *Inceptisoles Andepts:* Suelos negros profundos en relieves de cimas frías (GADPBz 2017).
Condiciones climáticas	*Precipitaciones anuales:* 250 -750 mm. Temperatura: 10-14 °C *Humedad:* alcanza su punto máximo del 86% durante los meses de mayo y junio, mientras que el nivel más bajo se registra en septiembre, octubre, diciembre y enero, con un 83% (GADPBz 2017).
Vegetación	Presentan bosques húmedos montanos bajos, bosques muy húmedos montanos, bosques secos montanos bajos y estepas espinosas montanas bajas. Actualmente la vegetación está siendo reemplazada por la agricultura y expansión urbana.

De igual forma mediante el procesamiento de los shapefile del Sistema Nacional de Bosques del Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), se identificó y clasificó el uso de suelo. La **Figura 2** muestra la distribución de uso de suelo en la parroquia Benítez durante el año 2022. Se identificaron 19,99 hectáreas destinadas a zonas antrópicas. En cambio, la infraestructura presenta un área de 3,56 hectáreas, mientras que las plantaciones forestales abarcan 1,54 hectáreas. Adicionalmente, la vegetación arbustiva predomina en 31,91 hectáreas, los pastizales se distribuyen en 0,49 hectáreas, y una significativa extensión de 437,37 hectáreas está dedicada a mosaicos agropecuarios. Este análisis de la información recabada determinó que la hacienda Pachanlica forma parte integral del mosaico agropecuario, es decir, que sus suelos se dedican tanto al cultivo agrícola como a la siembra de pastos (Llamuca y Pilco 2015).

De igual forma la caracterización del suelo reveló que la hacienda tiene una fertilidad de grado medio, y se clasifica con una aptitud agrícola tipo C4, lo cual sugiere que es adecuada para cultivos permanentes. Además, se identificaron suelos de tipo entisoles, inceptisoles y molisoles. La **Figura 3** ilustra estos hallazgos, basados en el análisis de capas obtenida del MAATE y del MAG.

Además, el análisis de la shapefile proyectadas en la Figura 3 permitió identificar tres tipos de suelo dentro de la hacienda Pachanlica, mismos que se describen a continuación:

Entisoles: son suelos jóvenes formados a partir de material geológico, no presenta horizontes bien definidos (Malagón 2023).

Mollisoles: estos son suelos caracterizados por un horizonte superficial oscuro y rico en materia orgánica, conocido como epipedón mólico. Esta característica confiere a los Mollisoles una buena fertilidad, lo que los hace ideales para la agricultura, debido a su capacidad para retener nutrientes y

agua. Su estructura granular no solo beneficia el desarrollo radicular de las plantas, sino que también promueve una eficiente infiltración de agua (Ibañez et al. 2019).

Inceptisoles: son reconocidos por ser suelos jóvenes y el incipiente desarrollo de sus horizontes. Estos suelos se caracterizan por su capacidad moderada para retener nutrientes y agua, lo que los hace versátiles para distintos usos como la agricultura y la silvicultura. Su génesis es el resultado de la meteorización y la translocación de materiales, procesos que les dotan de una variada gama de propiedades físicas y químicas (Ibañez et al. 2011).

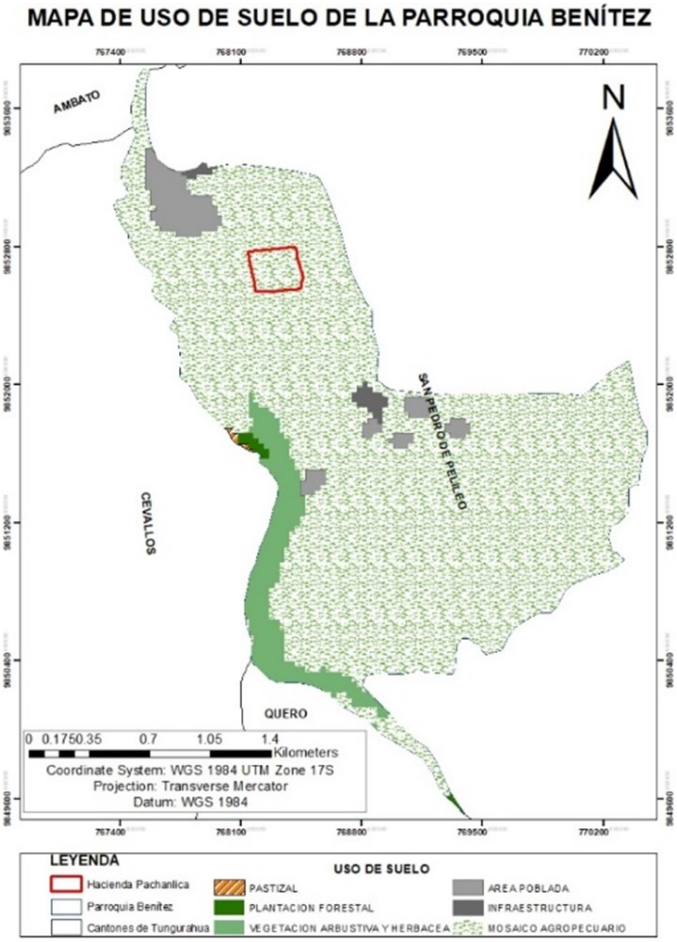


Figura 2 | Mapa de uso de suelo según la clasificación del MAATE

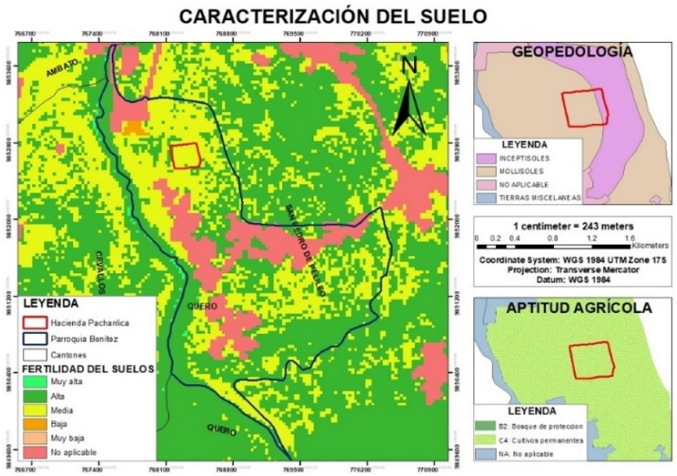


Figura 3 | Caracterización del suelo

La georreferenciación de las áreas productivas de la Hacienda Pachanlica se realizó en base a las coordenadas establecidas en la **Tabla 1**. La **Figura 4**, muestra que la hacienda presenta un área total de 6,8 hectáreas. De estas áreas 5 hectáreas están dedicadas al pastoreo, sosteniendo un rebaño de 50 cabezas de ganado (*Bos Taurus*). Adicionalmente, 1,2 hectáreas se utilizan para el cultivo de diversas especies comerciales, incluyendo cultivos como la papa (*Solanum tuberosum*) y el tomate (*Solanum lycopersicum*). El resto de la superficie 0,6 hectáreas, alberga edificaciones de vivienda y las instalaciones para la crianza de animales menores.

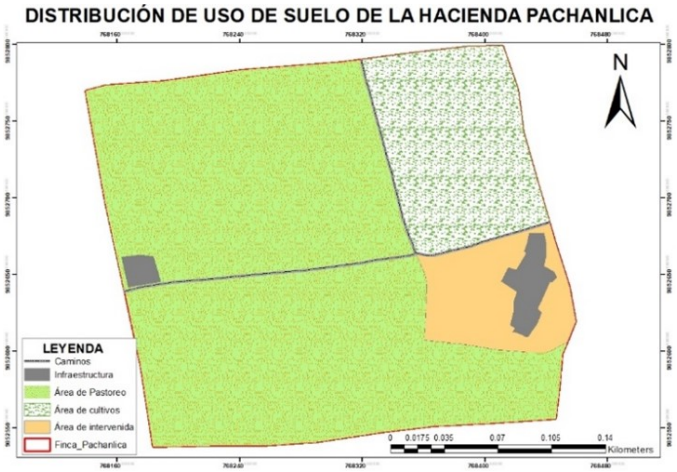


Figura 4 | Uso de suelo en la hacienda Pachanlica

A través de una entrevista realizada al propietario de la hacienda, se determinó que los ingresos mensuales derivados de las actividades productivas ascienden a US$10.075, sin considerar los gastos de mantenimiento de la hacienda. Su principal fuente de ingresos proviene de la producción de leche **(Tabla 4**), y de la venta de cultivos comerciales tales como la papa (*Solanum tuberosum*) y el tomate (*Solanum lycopersicum*), entre otros (**Tabla 5**).

Tabla 4 | Ingresos de la producción de leche en la Hacienda Pachanlica

N° de vacas	Producción (litro/vaca/día)	Producción total (litro)	Precio ($)	Ingreso ($)
50	12	600	0,30	180
TOTAL ($/MES)				5400

Tabla 5 | Ingresos de la producción de cultivos

Nombre	Producción (t/mes)	Producción total (kg)	Precio ($)	Ingreso ($)
Papa (Solanum tuberosum)	4,5	4500	0,25	1125
Tomate (*Solanum lycopersicum*)	5	5000	0,40	2000
Col (Brassica oleracea)	1,5	1500	0,50	750
Lechuga (*Lactuca sativa*)	2	2000	0,4	800
TOTAL ($/MES)				4675

Para la producción de leche, la hacienda destina un área de 5 hectáreas al cultivo de pasto *Lolium perenne*, conocido por su resistencia y rápido crecimiento. Esta combinación

permite la obtención de ingresos, pero no es sostenible a largo plazo ya que puede remineralizar el suelo afectando su fertilidad y contribuyendo con la erosión de este (Rodríguez, Bernués y Olaizola 2019).

3.1.2. Selección de especies para incrementar la productividad.

Los sistemas agrosilvopastoriles integran árboles y arbustos para mejorar la estructura del suelo, aumentar la materia orgánica, reducir la erosión y proporcionar sombra y protección al ganado, mejorando su bienestar y productividad. Además, promueven la biodiversidad al proporcionar hábitats para diversas especies de flora y fauna. Asimismo, estos sistemas se caracterizan por combinar cultivos, pastos y árboles, lo que permite una producción más diversificada y resiliente (Fraire et al. 2023).

A continuación, se detallan las especies seleccionadas para ser integradas a la propuesta de un sistema agrosilvopastoril en la hacienda Pachanlica, estas especies cumplen con el requisito de adaptabilidad al entorno, proporcionar alimento al ganado y contribuir a mejorar la calidad del suelo.

3.1.2.1. Especies para mejorar la producción de leche.

A. Saccharum officinarum, conocida comúnmente como caña de azúcar, se cultiva en diferentes altitudes y climas, comúnmente es utilizada para la producción de azúcar y derivados (Martín 2005). Además, este producto se emplea como ensilaje, para complementar la alimentación del ganado en períodos de escasez del pasto, según la investigación de Sánchez (2022). Este suplemento incrementa la producción láctea en bovinos, gracias a su alto contenido fibroso y energético (Sánchez 2021). Por ejemplo, al incorporar un 40% de ensilaje de caña y un 60% de concentrado en la dieta de las vacas lecheras, se ha observado un aumento en la producción de hasta 24,4 kg de leche por vaca al día. Adicionalmente, este puede combinarse con otros ingredientes para potenciar su valor nutricional y la eficiencia en la producción pecuaria, según la investigación de Sánchez (2021).

B. Lolium perenne es una gramínea de alto valor nutricional, óptima para sistemas de producción que dispongan de riego constante. Su capacidad para tolerar condiciones adversas es limitada, mostrando una baja resistencia a temperaturas elevadas y a la sequía (Wims et al. 2013). Sin embargo, su versatilidad permite que se asocie eficazmente con otras gramíneas o leguminosas, creando praderas mixtas que ofrecen un valor nutritivo superior. *Lolium perenne* es adecuado tanto para el corte como para el pastoreo, y su uso puede resultar en un incremento significativo en la producción lechera, alcanzando hasta 11,81 kg de leche por vaca por día (Cantu y Gama 2019). En un estudio realizado en Colombia, se encontró que las vacas alimentadas con diferentes cultivares de *Lolium perenne* mostraron una producción de leche de hasta 17,5 kg de leche por vaca por día (Wims et al. 2013).

C. Medicago sativa L, conocido como alfalfa, es una leguminosa de alto valor nutricional que beneficia la calidad del suelo mediante la asociación simbiótica con bacterias fijadoras de nitrógeno (García 2019). Esta planta es notablemente adaptable, prosperando en altitudes que van desde los 700 hasta los 2800 m.s.n.m. Además, la alfalfa contribuye al incremento significativo en la producción de leche, puede alcanzar hasta 12,55 kg de leche por vaca al día (García 2019).

D. Baccharis latifolia, conocida como Chilca, es un arbusto nativo de la región Sierra, crece a altitudes entre 2000 y 3500 m.s.n.m. Esta planta silvestre es resistente a condiciones adversas y se caracteriza por su alto valor nutricional. Su inclusión en la dieta del ganado puede contribuir significativamente a la reducción de costos de producción, al tiempo que incrementa la disponibilidad de nutrientes esenciales para la producción láctea (Avilés y Pacheco 2024). Otros beneficios asociados con la Chilca incluyen la mejora de la calidad del suelo, la provisión de sombra y protección para otros cultivos, y la utilización de sus propiedades medicinales para tratar diversas afecciones en el ganado (Avilés y Pacheco 2024).

3.1.2.2. Especies utilizadas como linderos vivos:

A. Alnus acuminata, conocida como aliso, crece en altitudes que oscilan entre los 800 a 3500 m.s.n.m. Es una especie común en la región andina, utilizada frecuentemente en programas de reforestación debido a su capacidad para mejorar la fertilidad del suelo, presenta una gran capacidad de adaptación a los diferentes requerimientos edáficos (Anilema 2018). Se contempla el uso de esta especie, por su capacidad de mejorar suelos pobres mediante la fijación de nitrógeno.

B. Morella pubescens, conocida como Laurel de cera, pertenece a la familia de las myricaceae, es una especie valorada por su madera y su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones climáticas. Crece entre los 1600-3900 m.s.n.m., presenta nódulos en sus raíces que permiten figar nitrógeno y oxigenar el suelo, por lo cual es utilizada para la restauración de suelos erosionados (Rodríguez 2022).

C. Buddleja incana, conocida comúnmente como Quishuar, esta especie puede alcanzar los 15m, y crece a una altitud de 1400-4500 m.s.n.m. Además, es una especie importante para la conservación del suelo y la biodiversidad local (Enciso et al. 2020).

La integración de estas especies al sistema agrosilvopastoril tiene como objetivo aumentar la producción de leche, optimizar los cultivos comerciales existentes en la hacienda y mejorar la calidad del suelo. Esta estrategia integral no solo busca incrementar la eficiencia productiva, sino también, promover la sustentabilidad y la salud ambiental del ecosistema de la hacienda.

3.1.3. Propuesta de un sistema Agrosilvopastoril

Mediante el diagnóstico inicial, se determinó que la hacienda se beneficia de características geopedológicas favorables, destacándose la presencia de entisoles, e inceptisoles en proporciones menores y una mayor presencia de molisoles (**Tabla 3**). Estos últimos son suelos que reflejan la fertilidad y el alto potencial productivo del terreno (**Figura 3**). La sinergia de estos suelos constituye una base robusta para el avance sostenible de las prácticas agrícolas y pecuarias. Además, la fertilidad media del suelo es una ventaja significativa que impulsa tanto la agricultura como la ganadería, optimizando el rendimiento y la calidad de producción de la hacienda.

La propuesta del sistema agrosilvopastoril tiene como objetivo incrementar la productividad de la leche y de los cultivos comerciales, y de mejorar la calidad del suelo, asegurando un equilibrio entre las actividades agrícolas, forestales y ganaderas. A continuación, se presenta la propuesta del sistema, considerando las características de la hacienda Pachanlica y de los estudios previos de (Benjamin 2019; Hernández y Gutiérrez 2012; Russo 1993).

3.1.3.1. Distribución del terreno

Se propone un rediseño del uso de suelo actual de la hacienda Pachanlica, ubicada en la parroquia Benítez, considerando los criterios establecidos en la **Tabla 2**. El rediseño contempla una disminución de 1 hectárea del área de pastoreo, un incremento en las áreas de cultivos comerciales de 0,2 hectáreas. Además de la implementación de 1,1 hectárea destinada a linderos vivos, y una disminución de 0,3 hectáreas de infraestructura y viviendas, como se detalla en la **Tabla 6**.

Tabla 6 | Distribución de terreno

Cobertura	Superficie actual (ha)	Superficie propuesta (ha)
Área para pastoreo	5	4
Área para cultivos	1,2	1,4
Infraestructura y vivienda	0,6	0,3
Área para linderos vivos	-	1,1
Total	6,8	6,8

3.1.3.2. Selección de especies

Las especias para implementarse dentro del sistema agrosilvopastoril cumplen con los requisitos de adaptabilidad, proporcionar alimentos y mejorar la calidad del suelo de la hacienda, estas se describen a continuación:

A. Pastos y forrajes

Mediante el diagnóstico inicial en la hacienda Pachanlica, se determinó la existencia del pasto *Lolium perenne*, el cual es ideal para pastoreo debido a su alta digestibilidad y valor nutritivo. Adicionalmente, mediante la revisión bibliográfica, se propone la implementación de la especie *Medicago sativa L*, la cual es una excelente fuente de proteína para el ganado y por ente contribuye a mejorar la producción de leche. De igual forma se plantea combinarla con la especie *Saccharum officinarum*, ya que puede ser utilizada como forraje, facilitando así la rotación de cultivos y optimizando el uso de los recursos de la hacienda.

B. Árboles y arbustos

Mediante la revisión bibliográfica se propone la incorporación de las especies arbóreas y arbustivas *Alnus acuminata, Morella pubescens* y *Baccharis latifolia,* ya que, sus características resultan altamente beneficiosas para los sistemas agrosilvopastoriles. Estas especies no solo proporcionan sombra, sino que también contribuyen a la diversificación de la producción y al equilibrio ecológico, como lo establece López y Monterroso (2020).

3.1.4. Propuesta del Sistema Agrosilvopastoril

La implementación del sistema agrosilvopastoril tiene como objetivo incrementar la productividad de la hacienda Pachanlica de forma sostenible, mediante la combinación de especies y el uso sostenible de los recursos.

La **Figura 5**, detalla la distribución del terreno propuesto para el sistema agrosilvopastoril en la Hacienda Pachanlica. Este esquema proporciona una visión clara, de cómo se propone organizar los espacios para maximizar la eficiencia y la productividad, asegurando una integración armoniosa de las actividades agrícolas, forestales y ganaderas, de forma específica las áreas de superficie destinadas a cada actividad productiva se detallan en la **Tabla 6**.



Figura 5 | Distribución del sistema Agrosilvopastoril

El diseño contempla los siguientes aspectos:

A. Pastoreo Rotacional

El diagnóstico inicial reveló la existencia de 50 cabezas de ganado (*Bos Taurus),* lo que excede la capacidad de carga y podría generar la sobreexplotación del suelo, la degradación del pasto y problemas en la salud del ganado (Fedegan 2022). Por lo cual, se recomienda la disminución de la cantidad de ganado a 32 cabezas, con la finalidad de alcanzar la sostenibilidad.

Una técnica de manejo de ganado sostenible es el pastoreo rotacional. Esta es una técnica que optimiza el uso de los pastizales y mejora la salud del ganado, este método implica dividir el terreno en varias secciones para controlar el movimiento del ganado, permitiendo que el pasto se recupere y mantenga su calidad nutricional (González et al. 2023). Además, el pastoreo rotacional contribuye a la salud del suelo y a la biodiversidad del ecosistema (Benjamín 2019).

Por tanto, se plantea un pastoreo rotativo entre las tres especies mencionadas, donde las cuatro hectáreas designadas para este sistema se dividirán en 8 parcelas de 0,5 hectáreas cada una. La rotación del ganado entre parcelas permitirá la recuperación del pasto y evitará el sobrepastoreo.

B. Rotación de cultivos comerciales

La rotación de los cultivos es una práctica que permite una gestión sostenible del terreno, alternando entre estos dos usos para optimizar la fertilidad del suelo y la producción agrícola. Por lo cual la **Tabla 7**, detalla la distribución de cultivos comerciales. La inclusión de estos cultivos proporciona una fuente de ingreso, maximizando su producción.

Tabla 7 | Distribución de los cultivos

Cultivo	Área (ha)	Requerimientos
Col (Brassica oleracea)	0.2	Suelos fértiles y bien drenados, y su ubicación central facilita el acceso para el manejo y cosecha.
Papas (Solanum tuberosum)	0.4	Suelos bien drenados y ricos en materia orgánica. La ubicación norte puede aprovechar mejor la luz solar.
Zanahorias (*Daucus carota*)	0.2	Suelos sueltos y profundos, y la ubicación sur puede proporcionar condiciones óptimas de crecimiento.
Lechuga (*Lactuca sativa*)	0.2	Esta sp es de rápido crecimiento y su ubicación en la parte este facilita el acceso para la cosecha frecuente.
Tomates (*Solanum lycopersicum*)	0.2	Buen manejo del riego y control de plagas, y la ubicación oeste puede proporcionar condiciones adecuadas para su crecimiento.
Hierbas Aromáticas (Albahaca, Perejil, Cilantro)	0.2	Las hierbas aromáticas pueden aprovechar los espacios intermedios y bordes, mejorando la biodiversidad.

C. Implementación de linderos vivos

Se optó por la especie *Alnus acuminata*, la cual contribuye a la fijación del nitrógeno y a mejorar la fertilidad del suelo. También, por la especie *Morella pubescens*, ya que, proporciona sombra y protección contra el viento. Y por la especie *Baccharis latifolia*, esta es una opción viable por su valor nutricional como forraje, además, contribuye a mejorar la estructura del suelo, lo que favorece el desarrollo de otras plantas.

D. Beneficios del sistema agrosilvopastoril

Este sistema contribuirá a mejorar la producción de leche, mediante la inclusión de las especies *Saccharum officinarum, Medicago sativa L.* y *Lolium perenne*, mismas que no solo incrementan la cantidad y calidad de la leche, sino que también favorecen la salud y el bienestar del ganado. Paralelamente, contribuirá con la conservación del suelo, ya que los árboles y arbustos funcionan como una barrera natural para prevenir la erosión y mejoran la fertilidad del suelo. Además, la inclusión de cultivos comerciales permite una diversificación de los ingresos para la hacienda Pachanlica, porque optimiza la utilización del terreno y maximiza la rentabilidad económica. La combinación estratégica de diferentes especies vegetales, junto con prácticas de pastoreo sostenible, fomenta la creación de un ecosistema variado y resiliente, capaz de adaptarse a los cambios y desafíos ambientales. Este enfoque holístico no solo mejora la producción agrícola, sino que también asegura la sostenibilidad y la salud del entorno agrario a largo plazo (Benjamin 2019).

E. Resultados del sistema agrosilvopastoril

Mediante la implementación de forraje con alto valor nutricional en la dieta del ganado, se espera incrementar la producción de leche de 12 litros a 20 litros, tal como lo establece los estudios de (García 2019; Martín 2005; Sánchez 2021). La **Tabla 8** muestra que a pesar de que se optó por disminuir el número de cabezas de ganado para evitar el sobrepastoreo, no se afectó la productividad de la leche y se incrementó US$ 360 en las ganancias mensuales en comparación a los ingresos iniciales.

Tabla 8 | Ingresos de la producción de leche en el sistema agrosilvopastoril

N° de vacas	Producción (litro/vaca/día)	Producción total (litro)	Precio ($)	Ingreso ($)
32	20	640	0,30	192
TOTAL ($/MES)				5760

Teniendo en cuenta una productividad óptima y un incremento en el área destinada para cultivos comerciales, se espera incrementar las ganancias en US$ 1075 más que la inicial, como se muestra en la **Tabla 9**.

Tabla 9 | Ingresos de la producción de cultivos

Nombre	Producción total (kg/mes)	Precio ($)	Ingreso ($)
Papa (Solanum tuberosum)	5000	0,25	1250
Tomate (*Solanum lycopersicum*)	5000	0,40	2000
Col (Brassica oleracea)	2000	0,50	1000
Zanahoria (*Daucus carota*)	2000	0.25	500
Lechuga (*Lactuca sativa*)	1500	0,4	600
Hierbas Aromáticas (Albahaca, Perejil, Cilantro)	2000	0.20	400
TOTAL ($/MES)			**5750**

3.2. Discusión

El diagnóstico inicial en la hacienda Pachanlica, reveló que el suelo presenta una fertilidad media, que existe tres tipos de suelo, los entisoles, los inceptisoles y los mollisoles, mismos que son adecuados para la agricultura y la ganadería. Los suelos de tipo molisoles, son reconocidos por su disposición de materia orgánica, convirtiéndolos en suelos óptimos para la agricultura (Ibáñez et al. 2019). Estos suelos se caracterizan, por un horizonte superficial oscuro y fértil, conocido como epipedón mólico, que es el resultado de la acumulación a largo plazo de materia orgánica derivada de las raíces de las plantas y la biomasa superficial, su estructura granular suave favorece la retención de agua y nutrientes, lo que es esencial para el crecimiento saludable de los cultivos (Treminio, Mendoza y Garmendia 2023). Sin embargo, actividades como el sobrepastoreo y la sobreexplotación del suelo, pueden influir de forma negativa en estas características, no solo contribuyendo a la pérdida de la fertilidad, sino también, incrementando la erosión del suelo y provocando la compactación de este (Hernández y Gutiérrez, 2012). Adicionalmente, se determinó que el sistema agrícola no es sostenible, ya que el número de cabezas de ganado excede la capacidad de carga (Fedegan 2022). En este contexto y considerando que los ingresos se obtienen de la producción de leche y la venta de cultivos comerciales, la implementación de un sistema agrosilvopastoril es una opción viable para mejorar el sistema existente a través del

manejo sostenible (Mier et al. 2023).

Los sistemas agrosilvopastoriles permiten la coexistencia de especies forestales, bovinos y cultivos agrícolas de forma armoniosa (Hernández y Gutiérrez 2012). La implementación de estos sistemas no solo contribuye a la optimización de la producción agrícola, sino que, también disminuyen la erosión del suelo, mejoran el bienestar de los animales y mejoran los ingresos económicos (Russo 1993). Esta combinación permite la sostenibilidad del suelo a largo plazo.

La selección de las especies para los sistemas agrosilvopastoriles es indispensable, ya que, de ella depende la sostenibilidad y eficiencia del sistema. Una buena selección permitirá una producción agrícola eficiente, la conservación del suelo, y el bienestar de los animales como lo establece Benjamin (2019). La implementación de un sistema agrosilvopastoril en la hacienda Pachanlica, tiene como propósito optimizar la producción de leche y de los cultivos comerciales, garantizando su sostenibilidad a largo plazo. Por lo cual se seleccionaron las especies *Saccharum officinarum, Lolium perenne*, y *Medicago sativa*, para mejorar la producción de leche y a su vez disminuir el sobrepastoreo, y contribuir a mejorar la calidad del suelo a largo plazo (Wims et al. 2013; García 2019), estos autores en sus investigaciones destacan que estas especies contribuyen al aumento significativo en la producción de leche.

El diagnóstico inicial, reveló la existencia de 50 cabezas de ganado dedicados a la producción de leche, mismos que son alimentados únicamente con *Lolium perenne*. Esto representa una desventaja tanto para la productividad, como la calidad del suelo. Por lo cual, mediante el sistema agrosilvopastoril se recomienda una disminución a 32 cabezas de ganado, para evitar exceder la capacidad de carga (Chuma et al. 2015). Además, para mantener el nivel de la productividad de leche, se propone la integración de un sistema rotativo de pastoreo. Esto permitirá mejorar la salud del suelo y disminuir la erosión del suelo, evitando la compactación y el sobrepastoreo, como lo menciona Reinoso y Soto (2006). Además, permite la regeneración de las áreas destinadas al pastoreo, contribuye con la biodiversidad y aumenta la productividad ganadera (Iglesias et al. 2011). En este contexto, la distribución del terreno se dividió en ocho parcelas con tres especies de forraje diferentes y adicionalmente se consideró la integración del arbusto *Morella pubescens*, en los linderos vivos como un forraje complementario por su alto valor nutricional. La integración de estas especies optimiza la producción de leche y la integración de técnicas de pastoreo rotativo evita el sobrepastoreo y contribuye a la conservación del suelo (Chillo y Ojeda, 2020). De igual forma la propuesta del sistema agrosilvopastoril contempla la rotación de cultivos, según la investigación de Vial y Inostroza (2022), la rotación de cultivos mejora la estructura del suelo, mantienen los niveles de nutrientes y disminuyen la aparición de plagas.

La propuesta del sistema destina 1,1 hectáreas a la implementación de linderos vivos ya que la integración de especies nativas mejora la estructura del suelo y proporciona sombra a los cultivos y animales, esta es una práctica comúnmente recomendada para promover la salud del ecosistema, como lo establece López y Monterroso (2020). De igual forma, el autor Fraire et al. (2023), destaca la importancia de la diversificación de cultivos y la integración de árboles para mejorar la sostenibilidad del suelo y la biodiversidad. Las especies destinadas a los linderos vivos son la *Alnus acuminata, Baccharis latifolia* y *Morella pubescens*, alrededor de las parcelas destinadas al pastoreo y cultivos, con el propósito de mejorar la estructura del suelo y en el caso de la *Morella pubescens* proporcionar un forraje suplementario para el ganado. La implementación de estas especies ofrece múltiples beneficios, incluyendo la fertilidad del suelo, la protección natural contra el viento, la proporción de forraje adicional y la mejora de la estructura del suelo, tal y como se evidencia en los estudios previos de (Anilema 2018; Avilés y Pacheco 2024; Rodríguez 2022).

4. Conclusiones

El diagnóstico inicial de la hacienda Pachanlika, identificó la presencia de tres tipos de suelos, los entisoles, mollisoles e inceptisoles. Estos suelos, exhiben un nivel de fertilidad “media”, y según él uso de suelo se clasifican como mosaico agropecuario, lo cual los hace idóneos para actividades agrícolas. Sin embargo, es crucial señalar que la distribución del uso del suelo no es sostenible a largo plazo, ya que, existe un riesgo de compactación por las prácticas de sobrepastoreo, esto sugiere la necesidad de optar por prácticas más sostenibles. Por lo cual la implementación de un sistema agrosilvopastoril es una opción viable para la hacienda Pachanlica, ya que permite combinar cultivos comerciales, pastos, especies arbóreas y ganado. Esta coexistencia no solo mejora la eficiencia en el uso del suelo, sino que también promueve una mayor biodiversidad y sostenibilidad en las actividades agrícolas.

La selección de especies es un paso fundamental para el sistema agrosilvopastoril. En el contexto de la investigación se preseleccionaron especies arbóreas *Alnus acuminata, Morella pubescens,* y *Buddleja incanam,* también, se contemplaron diferentes tipos de forraje como el *Baccharis latifolia, Medicago sativa L*, *Lolium perenne* y *Saccharum officinarum.* Para la selección de estas especies se contempló su adaptabilidad a las condiciones ambientales de la hacienda Pachanlica, dando prioridad a las especies nativas, y por los beneficios que brindan al suelo y la provisión de forraje con alto valor nutricional.

La propuesta de un sistema agrosilvopastoril para la hacienda Pachanlica, contempló la redistribución del uso del suelo, la implementación de técnicas de pastoreo rotativo para incrementar la producción de leche, contemplando una disminución de 18 cabezas de ganado para evitar el sobrepastoreo. Además, de la incorporación de linderos vivos para proporcionar sombra a los cultivos y al ganado, de igual forma contempla la rotación de cultivos comerciales. Esta iniciativa proyecta optimizar la productividad de la hacienda de forma sostenible e incrementar sus ganancias de US$ 10.075 a US$ 11.510 con un aumento de US$1.435.

Contribuciones de los autores:

Eddie Fabián Valla Auqui: Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Tannia Estefania Paredes Martinez: Adquisición, y análisis de los datos; redactó el manuscrito, aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Maria Katharina Elisabeth De Decker: Concepción del trabajo; aprobó la versión enviada y la versión sustancialmente editada

Todos los autores aporbaron la version enviada y editada.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

5. Referencias

ACUÑA, Daniela, 2015. Agricultura sostenible: antecedentes e iniciativas. *Oficina De Estudios Y Políticas Agrarias* [online]. No. 1987. Retrieved from : https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2015/07/AgriculturaSostenible2015.pdf [accessed 15 September 2024].

AGROSABIO, 2023. 4 Claves Para Seleccionar Las Especies Adecuadas En Sistemas Agroforestales. *Agrosabio.com ©2023* [online]. 2023. Retrieved from : https://agrosabio.com/4-claves-para-seleccionar-las-especies-adecuadas-en-sistemas-agroforestales/ [accessed 21 September 2024].

ANILEMA, José, 2018. *Aplicación de tres dosis de fertilizante en el crecimiento y desarrollo de Alnus acuminata Kunth, (Aliso) en la comunidad de Tiocajas, canton Guamote, provincia de Chimborazo.* [online]. Ingeniero/a Forestal. Guamote : Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Retrieved from : http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/10365 [accessed 31 August 2024].

AVILÉS, Diana and PACHECO, Carlos, 2024. *Evaluación de alfalfa (Medicago sativa), chilca (Baccharis latifolia) y eneldo (Anethum graveolens) sobre índices productivos y reproductivos en cuyes hembras nativas* [online]. Tesis Medicina Veterinaria. Repositorio Universidad Técnica de Ambato. Retrieved from : https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/41356 [accessed 31 August 2024].

BENJAMIN, Walter, 2019. Propuesta de sistema agrosilvopastoril en la fina Florecita. *Universida Autonoma de Occidente*. Vol. 3.

CANTU, María and GAMA, Oscar, 2019. *Evaluación De Ballico Perenne (Lolium Perenne) Cv. Bargala Y Alta Fescue (Festuca Arundinacea) Cv. K31 En Praderas Bajo Pastoreo Por Vacas Lecheras En Sistemas De Producción De Leche En Pequeña Escala En El Noroeste Del Estado De México* [online]. Tesis de Licenciatura. México : Universidad Autónoma del Estado de México. Retrieved from : http://hdl.handle.net/20.500.11799/104875 [accessed 31 August 2024].

CHILLO, M. V. and OJEDA, R. A., 2020. Pastoreo rotativo en producciones bovinas extensivas como herramienta para la conservación de la biodiversidad en el Monte Central. *Agronomia y ambiente*. Vol. 40, no. 1.

CHUMA, J et al., 2015. Manejo y parámetros productivos de ganado lechero en la región lechera del cantón de Cuenca, Ecuador. *Maskana*. Vol. 6.

ENCISO, Javier et al., 2020. Ethnomedicinal use, phytochemistry and biological activity of the Andean plant Buddleja incana Ruiz & Pav. (Scrophulariaceae). *Ethnobotany Research and Applications*. Vol. 20, no. 0.

FEDEGAN, 2022. Número de vacas por hectárea se duplica en fincas tecnificadas. [online]. 1 December 2022. Retrieved from : https://www.contextoganadero.com/ganaderia-sostenible/numero-de-vacas-por-hectarea-se-duplica-en-fincas-tecnificadas [accessed 15 September 2024].

FRAIRE, Silvia et al., 2023. Aporte de los sistemas agrosilvopastoriles de Escárcega y Champotón, Campeche, al bienestar familiar. *Avances en Investigación Agropecuaria*. Vol. 23, no. Suplemento II. DOI 10.53897/revaia.23.27.40.

GADPBZ, 2017. *Actualización del plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia rural Benítez Pachanlica 2017-2021.* [online]. Benítez. Retrieved from : https://benitez.gob.ec/attachments/category/90/PDOT%20GAD%20BENITEZ%202017-2021.pdf [accessed 15 September 2024].

GARCÍA, Edilberto, 2019. *Calidad de forraje y producción de leche en alfalfa (Medicago sativa L.) bajo fertilización orgánica y mineral en San Pedro, Coahuila.* [online]. Torreón, Coahuila, México. Retrieved from : http://repositorio.uaaan.mx/xmlui/handle/123456789/45939 [accessed 31 August 2024].

GONZÁLEZ, Arianna Lizeth, VALENCIA, Ma. Inés and NÚÑEZ, Christian Josué, 2023. Brosimum alicastrum (Mojote) y Theobroma cacao (Cacao) en el manejo agrosilvopastoril. *Avances en Investigación Agropecuaria*. Vol. 23, no. Suplemento II. DOI 10.53897/revaia.23.27.64.

GONZÁLEZ, Tomás, 2022. Las prácticas agrícolas tradicionales de los Mayas de la Península de Yucatán. *UNESCO* [online]. 3 March 2022. Retrieved from : https://www.unesco.org/es/articles/las-practicas-agricolas-tradicionales-de-los-mayas-de-la-peninsula-de-yucatan [accessed 15 September 2024].

HERNÁNDEZ, Salvador and GUTIÉRREZ, Miguel, 2012. Manejo de Sistemas Agrosilvopastoriles. *Unidad de alimentaciòn animal, Escuela de Zootecnia, Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad de San Carlos de Guatemala, Ciudad Universitaria, Zona 12, Guatemala, C,A.*

IBAÑEZ, Sara, BLANQUER, Juan and MORENO, Héctor, 2019. Mollisoles. *Universidad Politécnica de Valencia*.

IBAÑEZ, Sara, MORENO, Héctor and GISBERT, Juan, 2011. *Morfología de las cuencas hidrográficas* [online]. Universitat Politècnica de València. Retrieved from : http://hdl.handle.net/10251/10782 [accessed 31 August 2024].

IGLESIAS, J.M. et al., 2011. Diseños agrosilvopastoriles en el contexto de desarrollo de una ganadería sustentable.

Apuntes para el conocimiento. *Pastos y Forrajes*. Vol. 34, no. 3.

INEC, 2021. *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua* [online]. Quito. Retrieved from : https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2021/Principales%20resultados-ESPAC_2021.pdf [accessed 21 September 2024].

LLAMUCA, Darío Sebastián and PILCO, Wilmer, 2015. *Déficit en la evacuación de las aguas servidas domésticas no tratadas y su incidencia en la condición sanitaria del barrio El Carmen de la parroquia de Benítez* [online]. Ambato : Repositorio Universidad Técnica de Ambato. Retrieved from : http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/15892 [accessed 31 August 2024].

LÓPEZ, L. and MONTERROSO, A., 2020. Respiracion del suelo en un sistema agrosilvopastoril en el centro de Mexico. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. Vol. 23.

MAG, 2019. Agricultura, la base de la economía y la alimentación. *Ministeri* [online]. 9 September 2019. Retrieved from : https://www.agricultura.gob.ec/agricultura-la-base-de-la-economia-y-la-alimentacion/#:~:text=En%20Ecuador%2C%20este%20sector%20aporta%20con%20el%208%25,contribuyen%20a%20reducir%20la%20pobreza%20en%20el%20campo. [accessed 21 September 2024].

MALAGÓN, Dimas, 2023. ENSAYO SOBRE TIPOLOGÍA DE SUELOS COLOMBIANOS - ÉNFASIS EN GÉNESIS Y ASPECTOS AMBIENTALES. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*. Vol. 27, no. 104. DOI 10.18257/raccefyn.27(104).2003.2082.

MARTÍN, P C, 2005. El uso de la caña de azúcar para la producción de carne y leche. *Cubana de Ciencia Agrícola*. Vol. 39.

MIER, Jesus et al., 2023. Una Revisión Preliminar de la Literatura Sobre los Retos en la Agricultura Sostenible de América Latina. *Boletín de Innovación, Logística y Operaciones*. Vol. 5, no. 1. DOI 10.17981/bilo.5.1.2023.09.

PILCO, Wilmer Edison, 2015. *Déficit en la evacuación de las aguas servidas domésticas no tratadas y su incidencia en la condición sanitaria del barrio El Carmen de la parroquia de Benítez* [online]. Benítez : UniversidadTécnicadeAmbato. Retrieved from : https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/15892 [accessed 22 September 2024].

REINOSO, V and SOTO, C, 2006. CALCULO Y MANEJO EN PASTOREO CONTROLADO. II) PASTOREO ROTATIVO Y EN FRANJAS. *Revista Veterinaria, Montevideo*. Vol. 41(161-162):15–24.

RIBEIRO DE SANTANA, John Kennedy et al., 2020. PRECISÃO DE GPS EM SMARTPHONES: UMA FERRAMENTE PARA PESQUISAS ACADÊMICAS E TRABALHOS DE CAMPO. *Revista de Geografia - PPGEO - UFJF*. Vol. 9, no. 2. DOI 10.34019/2236-837x.2019.v9.30154.

RODRÍGUEZ, Edwin, 2022. *Extracción y caracterización físico-química de cera natural de Morella pubescens Humb & Bonp (laurel de cera) a nivel laboratorio*. [online]. UDCTFRN;33T00409. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Retrieved from : http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/18194 [accessed 31 August 2024].

RODRÍGUEZ, Tamara, BERNUÉS, Alberto and OLAIZOLA, Ana María, 2019. El papel de la ganaderia extensiva en la provisión de beneficios ambientales en los agroecosistemas mediterráneos. *Temes rurals*.

RUSSO, Ricardo, 1993. Los Sistemas agrosilvopastoriles en el contesxto de una agricultura sostenible. *IX Congreso Nacional Agronomico y de Recursos Naturales*.

SALAZAR, Dipson Gonzalo, 2014. *Universidad Técnica De Ambato Facultad De Ingeniería Civil Y Mecánica Carrera: Ingeniería Civil Trabajo Estructurado De Manera Independiente Previo A* [online]. Benítez : Repositorio Universidad Técnica de Ambato. Retrieved from : http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/8225 [accessed 31 August 2024].

SÁNCHEZ, Mishell, 2021. *Uso del ensilaje de bagazo de caña de azúcar (Saccharum officinarum) para mejorar la producción lechera de Bovinos en el trópico Ecuatoriano*. [online]. Universidad Técnica de Babahoyo. Retrieved from : http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/10349 [accessed 31 August 2024].

SIERRA, Yvette, 2019. La primera causa de deforestación es la expansión agrícola y ganadera. Entrevista a Hivy Ortiz. *Mongabay* [online]. 25 October 2019. Retrieved from : https://es.mongabay.com/2019/10/hivy-ortiz-bosques-fao/ [accessed 15 September 2024].

TREMINIO, Maykeling Lisbeth, MENDOZA, Reynaldo Bismarck and GARMENDIA, Miguel Angel, 2023. Erodabilidad en suelos Andisoles, Mollisoles y Vertisoles de la región del Pacífico de Nicaragua. *La Calera*. Vol. 23, no. 41. DOI 10.5377/calera.v23i41.16678.

VIAL, Manuel and INOSTROZA, Juan, 2022. PERSISTENCIA DEL EFECTO DEL SUBSOLADO EN UN SUELO BAJO ROTACIÓN DE CULTIVOS-PASTOREO EN EL SECANO DE LA REGIÓN DE LA ARAUCANÍA, CHILE. *Chilean journal of agricultural & animal sciences*. Vol. 38, no. 2. DOI 10.29393/chjaa38-22pemj20022.

WIMS, C. M. et al., 2013. Effect of perennial ryegrass (Lolium perenne L.) cultivars on the milk yield of grazing dairy cows. *Animal*. Vol. 7, no. 3. DOI 10.1017/S1751731112001814.