



Universidad
Nacional
de Loja

Universidad Nacional de Loja

Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables

Carrera de Ingeniería Agrícola

Planificación y Zonificación agroecológica de una finca de la parroquia y cantón Catamayo, provincia de Loja.

Trabajo de Titulación previo a la obtención del título de Ingeniero Agrícola.

AUTOR:

Patricio Javier Jiménez Medina

DIRECTOR:

Jimmy Javier Cordero Jiménez Mg.Sc.

Loja – Ecuador

2023

Certificación

Loja, 12 de mayo del 2023

Ing. Jimmy Javier Cordero Jiménez Mgs.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

CERTIFICO:

Que he revisado y orientado todo el proceso de elaboración del Trabajo de Titulación denominado: **Planificación y Zonificación agroecológica de una finca de la parroquia y cantón Catamayo, provincia de Loja**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agrícola**, de autoría del estudiante **Patricio Javier Jiménez Medina**, con cédula de identidad Nro.**1105646259**, una vez que el trabajo cumple con todos los requisitos exigidos por la Universidad Nacional de Loja, para el efecto, autorizo la presentación del mismo para su respectiva sustentación y defensa.



Ing. Jimmy Javier Cordero Jiménez Mgs.

DIRECTOR DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Autoría

Yo, **Patricio Javier Jiménez Medina**, declaro ser autor del presente Trabajo de Titulación y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos y acciones legales, por el contenido del mismo. Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja la publicación de mi Trabajo de Titulación, en el Repositorio Digital Institucional – Biblioteca Virtual.

Firma:



Cédula de identidad: 1105646259

Fecha: 9 – 06 - 2023

Correo electrónico: patricio.jimenez@unl.edu.ec

Teléfono: 0980851630

Carta de autorización por parte del autor para la consulta, reproducción parcial o total, y/o publicación electrónica de texto completo del Trabajo de Titulación.

Yo, **Patricio Javier Jiménez Medina** declaro ser autor del Trabajo de Titulación denominado **Planificación y Zonificación agroecológica de una finca de la parroquia y cantón Catamayo, provincia de Loja**, como requisito para optar el título de **Ingeniero Agrícola**, autorizo al sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que, con fines académicos, muestre la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Institucional.

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el Repositorio Institucional, en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia del Trabajo de Titulación que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los nueve días del mes de junio de dos mil veintitrés.

Firma:



Autor: **Patricio Javier Jiménez Medina**

Cédula: **1105646259**

Dirección: Vilcabamba, Loja Ecuador

Correo electrónico: patricio.jimenez@unl.edu.ec

Teléfono celular: (+593) 980851630

DATOS COPLEMENTARIOS

Director de Trabajo de Titulación:

Ing. Jimmy Javier Cordero Jiménez Mg.Sc.

Dedicatoria

A mis padres Patricia y Mario ustedes han sido siempre el motor que impulsa mis sueños y esperanzas, quienes estuvieron a mi lado en los días más difíciles durante mis horas de estudio. Siempre han sido mis mejores guías de vida. Hoy cuando concluyo mis estudios, les dedico a ustedes este logro, como una meta más conquistada.

A mis hermanos David, Cristian y a la pequeña Rafaela por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento a pesar de la distancia.

Patricio Javier Jiménez Medina

Agradecimiento

Mi agradecimiento especial a mí Director de Trabajo de Titulación Ingeniero Jimmy Cordero Mgs. quien me apoyó en todo momento, en la dirección y revisión de este trabajo. A la Universidad Nacional de Loja, a la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, a través de la Carrera de Ingeniería Agrícola, donde obtuve los conocimientos técnicos que han contribuido a mi formación profesional, son muchas las personas que han formado parte de mi vida profesional a las que me encantaría agradecerles su amistad, consejos, apoyo y ánimo.

Patricio Javier Jiménez Medina

Índice de contenidos

Portada	i
Certificación	ii
Autoría	iii
Carta de autorización	iv
Dedicatoria	v
Agradecimiento	vi
Índice de contenidos	vii
Índice de tablas.....	x
Índice de figuras.....	xi
Índice de anexos.....	xii
1. Título	1
2. Resumen	2
2.1. Abstract.....	3
3. Introducción	4
4. Marco Teórico	7
4.1. Ordenamiento Territorial	7
4.1.1. Ordenamiento Territorial Rural.....	7
4.2. Zonificación.....	8
4.2.1. Niveles de Zonificación	8
4.2.1.1. Macrozonificación	8
4.2.1.2. Mesozonificación.....	8
4.2.1.3. Microzonificación.....	8
4.2.2. Zonificación Agrícola.....	9
4.2.3. Zonificación Ecológica	9
4.2.4. Zonificación Ecológica Económica.....	9
4.2.5. Zonificación Agroecológica	9
4.2.6. Zonificación Agroecológica, Zona y Celda	10
4.2.6.1. Zonificación Agroecológica.	10
4.2.6.2. Zona Agroecológica	10
4.2.6.3. Celda Agroecológica.....	10
4.3. Plan De Uso Del Suelo	10
4.4. Evaluación De Tierras.....	11
4.4.1. Conflictos De Uso Del Suelo.....	11
4.4.2. Uso, Sobreuso y Uso Adecuado	11
4.4.3. Aptitud De Los Suelos.....	12
4.5. Sistemas De Información Geográfica.....	12
4.5.1. Base De Datos.....	12
4.5.2. Programas	12
4.5.3. Usuarios.....	12

4.5.4. Técnicos del SIG.....	13
4.5.5. Informáticos	13
4.6. Geoprocesamiento.....	13
4.7. Estudios De Caso.	13
5. Metodología.....	15
5.1. Localización De La Zona De Estudio	15
5.1.1. Ubicación Política.....	15
5.1.2. Ubicación Geográfica.....	15
5.1.3. Ubicación Ecológica.....	16
5.2. Metodología para Elaborar la zonificación agroecológica de la finca.....	17
5.2.1. Delimitación del predio agrícola	17
5.2.2. Elaboración del mapa base.....	18
5.2.3. Ubicación de las calicatas.....	19
5.2.4. Descripción del perfil del suelo	19
5.2.5. Propiedades físicas y químicas del suelo	19
5.2.6. Estudio de suelos.....	19
5.2.6.1. Estudio de campo	19
5.2.6.2. Análisis en el Sistema de información geográfica.....	20
5.2.6.3. Análisis edáfico de la finca.....	20
5.2.6.4. Análisis de pendientes	21
5.2.6.5. Análisis climático de la finca	22
5.2.6.6. Vialidad de la finca	23
5.2.6.7. Análisis de cobertura vegetal y uso actual del suelo.....	24
5.2.6.8. Uso potencial del suelo	25
5.2.6.9. Conflictos de usos.....	26
5.2.6.10. Accesibilidad	27
5.2.6.11. Zonificación agroecológica.....	27
5.3. Metodología para formular una propuesta de uso del suelo en base a su aptitud.	27
6. Resultados.....	29
6.1. Elaboración la zonificación agroecológica de la finca.	29
6.1.1. Descripción del perfil del suelo	31
6.1.1.1. Perfil 1.....	31
6.1.1.2. Perfil 2.....	33
6.1.1.3. Perfil 3.....	35
6.1.1.4. Perfil 4.....	37
6.1.1.5. Perfil 5.....	39
6.1.2. Geología.	41
6.1.3. Variables edáficas.....	43
6.1.4. Régimen climático.....	44
6.1.4.1. Zonas de vida.....	44

6.1.4.2. Temperatura y precipitación.....	47
6.1.5. Cobertura vegetal.....	47
6.1.5.1. Cultivos	47
6.1.5.2. Pastizal	47
6.1.5.3. Plantación Forestal	47
6.1.5.4. Matorral.....	48
6.1.6. Uso potencial	49
6.1.7. Conflictos de uso.....	51
6.1.8. Análisis de accesibilidad	51
6.1.9. Zonificación agroecológica.....	51
6.1.9.1. Zona de potencial agrícola.....	54
6.1.9.2. Zona de potencial agrícola con técnicas de conservación	54
6.1.9.3. Zona de potencial agroforestal.....	54
6.1.9.4. Conservación de bosque	54
6.1.9.5. Restauración ecológica.....	55
6.2. Formular una propuesta de uso del suelo en base a su aptitud.....	55
6.2.1. Plan de uso del suelo.....	55
6.2.2. Visión de la finca en 5 años	55
6.2.3. Objetivos estratégicos.....	55
6.2.4. Políticas	56
6.2.5. Programa de producción agrícola y agroforestal.....	56
6.2.5.1. Proyecto: Potenciación de la producción de cultivos de ciclo corto	56
6.2.5.2. Proyecto: Potenciación de producción de hortalizas con técnicas de conservación.....	58
6.2.5.3. Proyecto: Potenciación de producción agroforestal	59
6.2.6. Programa conservación de bosque y restauración ecológica	61
6.2.6.1. Proyecto: Protección, conservación de bosques y restauración ecológica	62
6.2.7. Cronograma de actividades de proyectos.....	63
7. Discusión.....	64
7.1. Análisis de suelos	64
7.2. Zonificación agroecológica de la finca.	68
7.2.1.1. Zona de potencial agrícola.....	69
7.2.1.2. Zona de potencial agrícola con técnicas de conservación	69
7.2.1.3. Zona de potencial agroforestal.....	70
7.2.1.4. Conservación de bosque y Restauración ecológica.....	70
7.3. Plan de uso de suelos.....	71
8. Conclusiones	72
9. Recomendaciones	73
10. Bibliografía	74
11. Anexos.....	79

Índice de tablas

Tabla 1.	Rango de pendientes utilizado en la finca.....	21
Tabla 2.	Matriz utilizada para el uso potencial.	26
Tabla 3.	Matriz de categorías de zonificación.	27
Tabla 4.	Descripción de los Horizontes.....	32
Tabla 5.	Análisis físico-químicos de la calicata 1.	32
Tabla 6.	Descripción de los Horizontes.....	34
Tabla 7.	Análisis físico-químicos de la calicata 2.	34
Tabla 8.	Descripción de los Horizontes.....	36
Tabla 9.	Análisis físico-químicos de la calicata 3.	36
Tabla 10.	Descripción de los Horizontes.....	38
Tabla 11.	Análisis físico-químicos de la calicata 4.	38
Tabla 12.	Descripción de los Horizontes.....	40
Tabla 13.	Análisis físico-químicos de la calicata 5.	40
Tabla 14.	Zonas de vida en la finca.	44
Tabla 15.	Cobertura vegetal.....	47
Tabla 16.	Uso potencial de la finca.	49
Tabla 17.	Conflictos de uso de suelos.	51
Tabla 18.	Accesibilidad de la finca.	51
Tabla 19.	Costo total del proyecto de producción.	58
Tabla 20.	Costo total del proyecto de producción.	59
Tabla 21.	Costo total del proyecto de producción.	61
Tabla 22.	Costo total del proyecto de producción.	62
Tabla 23.	Cronograma de actividades de proyectos.	63

Índice de figuras

Figura 1.	Mapa de ubicación	15
Figura 2.	Mapa base de la finca	16
Figura 3.	Flujograma para la elaboración de la zonificación.	17
Figura 4.	Flujograma de la elaboración de la capa límite de la finca.....	18
Figura 5.	Flujograma de la elaboración del mapa base de la finca.	18
Figura 6.	Flujograma del análisis edáfico de la finca.....	21
Figura 7.	Flujograma para el proceso de elaboración del mapa de pendientes.	22
Figura 8.	Flujograma para elaborar el mapa de temperaturas.	22
Figura 9.	Flujograma para elaborar el mapa de precipitación.	23
Figura 10.	Flujograma para elaboración de mapa de vías.	24
Figura 11.	Flujograma de elaboración de mapa de cobertura vegetal.	25
Figura 12.	Matriz utilizada para el conflicto de usos.....	26
Figura 13.	Flujograma para elaborar el plan de uso de suelo	28
Figura 14.	Mapa de ubicación de las calicatas.....	30
Figura 15.	Perfil de la calicata 1	31
Figura 16.	Perfil de la calicata 2	33
Figura 17.	Perfil de la calicata 3	35
Figura 18.	Perfil de la calicata 4	37
Figura 19.	Perfil de la calicata 5	39
Figura 20.	Mapa geológico de la finca.	42
Figura 21.	Mapa de Profundidad De La Finca.....	44
Figura 22.	Mapa de zona de vidas de la finca.....	46
Figura 23.	Mapa de cobertura vegetal de la finca.	48
Figura 24.	Cruce de información para obtener el uso potencial del suelo.....	49
Figura 25.	Mapa de uso potencial de la finca.....	50
Figura 26.	Cruce de información para obtener la zonificación agroecológica.	52
Figura 27.	Mapa de zonificación agroecológica de la finca.	53
Figura 28.	Mapa de potencial agrícola de la finca.....	57
Figura 29.	Mapa de potencial agroforestal de la finca.....	60

Índice de anexos

Anexo 1.	Mapa de textura del suelo de la finca.....	79
Anexo 2.	Mapa del pH del suelo de la finca	80
Anexo 3.	Mapa de pendientes de la finca.	81
Anexo 4.	Mapa geomorfológico de la finca.	82
Anexo 5.	Mapa de temperatura de la finca.....	83
Anexo 6.	Mapa de precipitación de la finca.....	84
Anexo 7.	Mapa de conflictos de uso del suelo de la finca.	85
Anexo 8.	Mapa de accesibilidad de la finca.	86
Anexo 9.	Respaldo fotográfico	87
Anexo 10.	Certificado de traducción	90

1. Título

**Planificación y Zonificación agroecológica de una finca de la parroquia y cantón
Catamayo, provincia de Loja**

2. Resumen

La presente investigación propone: realizar una zonificación agroecológica basada en una planificación para el uso de suelo adecuado en un predio del cantón Catamayo, Provincia de Loja; se realizó 5 calicatas en lugares representativos de la finca y se extendió la información mediante barrenaciones en el área de estudio, entre las propiedades que se analizó están: textura, pH, materia orgánica, CIC, mediante los análisis químicos y físicos realizados en el laboratorio de suelos de la Universidad Nacional de Loja. Los resultados obtenidos permitieron la elaboración de los mapas temáticos, se procedió a georreferenciar la zona con un GPS, utilizando las herramientas de sistemas de información geográfica. Dando como resultado que en el predio según la USDA clasificación de suelos y según la descripción de perfiles según la FAO, se encuentran en el orden de: inceptisoles y entisoles, con materia orgánica media, predomina una textura fina (FcAc, FcAcLo, Lo, AcAo, AcLo, Ac) con 14,28ha que corresponde al 56,4 %, seguidamente 10,74ha son de textura media (FcAo, FcLo, Fc, FcAcAo) con 42,4 % del total de la superficie y finalmente la textura gruesa (Ao, AoFc) 0,3ha que representa el 1,18 % y pH prácticamente neutro de 6.5 a 7, con los datos obtenidos en textura, pendiente y clima, se clasifico las zonas en base a la aptitud definiendo Zona de potencial agrícola, Zona de potencial agrícola con técnicas de conservación, Zona de potencial agroforestal, Conservación de bosque, Restauración ecológica. Con estos resultados el estudio sugiere una propuesta de planificación de uso de suelos con la implementación de alternativas productivas de corto, mediano y largo plazo en componentes pecuario, forestal y agrícola, con la finalidad de obtener una producción sustentable y minimizar los riesgos de erosión, elaborando una zonificación agroecológica aprovechando las potencialidades de la finca con las condiciones climáticas de precipitación y temperatura que oscila entre 772 mm año⁻¹ y 20 °C, lo cual influye en la selección de los cultivos a introducir y su posible rendimiento en el ámbito ganadero.

Palabras clave: Zonificación, Agroecológica, Planificación

2.1. Abstract

The current investigation proposes: to carry out an agroecological zoning based on a planning for the adequate use of soil in a property of the Catamayo canton, Loja Province; pits were carried out in representative places of the farm and the information was extended through drilling in the study area, among the properties that were analyzed are: texture, pH, organic matter, CEC, through the chemical and physical analyzes carried out in the laboratory of soils of the Universidad Nacional de Loja. The results obtained allowed the elaboration of the thematic maps, the area was georeferenced with a GPS, using the tools of geographic information systems. Resulting in the property according to the soil classification based on the description of profiles are inceptisols and entisols, with medium organic matter, a fine texture predominates (FcAc, FcAcLo, Lo, AcAo, AcLo, Ac) with 14.28ha corresponding to at 56.4%, followed by 10.74 ha of medium texture (FcAo, FcLo, Fc, FcAcAo) with 42.4% of the total area and finally coarse texture (Ao, AoFc) 0.3ha, which represents 1,18% and a practically neutral pH of 6.5 to 7, With the data obtained in texture, slope and climate, the zones were classified based on aptitude defining Agricultural Potential Zone, Agricultural Potential Zone with conservation techniques, Agroforestry Potential Zone, Forest Conservation, Ecological Restoration. With these results, the study suggests a proposal for land use planning with the implementation of productive alternatives in the short, medium and long term in livestock, forestry and agricultural components, in order to obtain sustainable production and minimize erosion risks. elaborating an agroecological zoning taking advantage of the potential of the farm with the climatic conditions of precipitation and temperature that oscillates between 772 mm year⁻¹ and 20 °C, which influences the selection of the crops to be introduced and their possible performance in the livestock field.

Keywords: Zoning, Agroecology, Planning

3. Introducción

La zonificación es dividir áreas con igual similitud en potencialidad y limitación para el desarrollo de los cultivos, es la ubicación de espacios en lugares adecuados teniendo en cuenta las necesidades que van a satisfacer, sin dejar de lado la disposición, coordinación y circulaciones con los demás espacios (Bustán, 2014).

Desde el punto de vista de Pérez y Geissert (2006), la zonificación agroecológica es donde se identifica los tipos de uso del suelo más adecuados a la producción; Careaga (2005) señala que es la manera óptima de aprovechar los recursos naturales de una forma sustentable, integrando los conocimientos y las experiencias en el campo.

MAE (Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica) et al. (2008), manifiesta que en los suelos del Ecuador se evidencia su degradación ya sea por la formación de los Andes en la estructura de los ecosistemas o por la composición de los mismo suelos, recalca un 0,33 % de la superficie del suelo del país se encuentra desértica, y se estima un 47,9 % a suelos vulnerables a la erosión que va desde muy activos hasta los potenciales, debido a la cordilleras presenta pendientes mayores a 50 % afectando a los bosques y a la cobertura vegetal; INEC (Instituto Nacional de Estadística y Censos) (2012), da a conocer que el uso del suelo está distribuido por un 29,85 % de pastos cultivados; un 11.96 % de pastos naturales; los cultivos permanentes y transitorios con un 11,62 % y un 8,58 % respectivamente; el mayor porcentaje con 30,10 % son suelos ocupado por bosques y monte.

En la provincia de Loja la topografía irregular da origen a una diversidad de suelos y vegetación, donde se encuentran áreas significativas de suelos aluviales, también presenta arcilla en los horizontes superficiales, y por consecuencia encontramos bajo contenido de materia orgánica, nitrógeno y fósforo, el potasio es alto en áreas secas y tropicales (PDOT Loja, 2017).

El uso del suelo del cantón Catamayo según el análisis multitemporal, utilizado por Peña (2018) está distribuido con bosque natural un 10,0 %, vegetación secundaria con 8,7 %, matorral seco bajo y xerófilo con 37,7 % los cultivos y mosaico agropecuario con un 6,4 %, los pastos naturales y cultivados con 35,3 %, la zona poblada con un 0,97 %, los páramos abarca un 0,27 %, los cuerpos de agua el 0,25 % y el 0,36 % de áreas sin información de todo el territorio; el cantón representa severos procesos de erosión lo cual se debe dar prioridad a proyectos para controlar la extensión y grado de afectación de este fenómeno, según Ramón y Reyes (2005) el 53 % de toda el área tiene una pérdida de 50 a 100 t ha año⁻¹ causada principalmente por las fuertes pendientes, la agresividad de la lluvia y la escasa vegetación que se encuentra.

Catamayo, se caracteriza por ser netamente agrícola donde la agricultura familiar campesina juega un rol importante, cultivan de una manera tradicional con un riego por

superficie, sin considerar la pendiente, la textura de los suelos, llevando a una erosión del mismo, un excesivo uso de químicos para el control fitosanitario en los cultivos, se dedican a la crianza de animales menores sin ninguna tecnificación (Carrera, 2019).

La zonificación agroecológica es un trabajo especializado que es de gran importancia en el desarrollo agrícola de un país, debido a que con los resultados obtenidos en estos estudios se puede definir las zonas más aptas para el establecimiento de cultivos, permite así diseñar estrategias para alcanzar una explotación racional, de acuerdo con la capacidad productiva de los recursos naturales y conservación de los ecosistemas (Albán, 2012)

Con estos antecedentes, el presente trabajo de investigación tiene la finalidad de generar alternativas para el desarrollo de la agroecología que permita facilitar técnicas agrícolas adecuadas que tiendan a mejorar la productividad de los cultivos (maíz, café, frutales), conservar el recurso suelo y brindar calidad de vida al propietario de la finca, siendo la agricultura el principal sustento económico, enfocándose en dejar un antecedente para la réplica de similares ejercicios en las fincas aledañas con miras a institucionalizar la planificación para recuperar los suelos erosionados y realizar reforestación con sistemas agroforestales con plantaciones de Faiques, Ceibos, Higueros, en zonas con fuertes pendientes y contribuir con soluciones concretas en los sectores cultivables .

Objetivo general

- Formular una propuesta de manejo sustentable de la finca de la parroquia y cantón Catamayo de la provincia de Loja, orientada al mejoramiento de la producción agrícola.

Objetivos específicos

- Elaborar la zonificación agroecológica de la finca.
- Formular una propuesta de uso del suelo en base a su aptitud.

4. Marco Teórico

4.1. Ordenamiento Territorial

Conjunto de acciones concretadas para guiar la innovación, ocupación y uso de los diferentes espacios geográficos, en busca de su desarrollo económico, social y cultural, considerando las necesidades de la población, las potencialidades del terreno y la armonía con la naturaleza. Se vincula una serie de nombres asociados con diferentes visiones disciplinarias tales como planificación socioeconómica, planificación forestal, ordenamiento minero, planificación ecológica, ordenamiento de cuencas (Montes, 2001).

Pérez (2014) menciona que el ordenamiento territorial es un instrumento que beneficia al territorio y a sus habitantes, como al desarrollo económico, basándose en un amplio conjunto de variables espaciales, sociales y económicos, con la finalidad de elaborar un perfil modelo para la optimización de las actividades sobre el territorio disponible.

Siguiendo la Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo de Ecuador que tiene por objeto fijar los principios y reglas generales que rigen el ejercicio de las competencias de ordenamiento territorial, uso y gestión del suelo urbano y rural, y su relación con otras que incidan significativamente sobre el territorio o lo ocupen, para que se articulen eficazmente, promuevan el desarrollo equitativo y equilibrado del territorio Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), (2020).

4.1.1. Ordenamiento Territorial Rural

Paruelo et al. (2014) menciona que el OTR es una metodología político, técnico, administrativo dirigido a la organización, planificación, y gestión del uso y ocupación del territorio en función de sus potencialidades y debilidades; este proceso debe ser participativo e interactivo con todos los autores del territorio aprovechando oportunidades, reduciendo riesgos, protegiendo los recursos en el corto, mediano y largo plazo y repartiendo de forma racional los costos y beneficios del uso territorial.

Los Planes de Ordenamiento Territorial están configurados por el conjunto de objetivos, estrategias, directrices, metas, programas, actuaciones, normas e instrumentos específicos adoptados para orientar y administrar el desarrollo físico del territorio y la utilización del suelo a efectos de armonizar la consistencia de sus determinaciones, deberán contar con los siguientes contenidos mínimos: el diagnóstico de las dinámicas territoriales incluyendo el análisis de riesgo, los objetivos, las estrategias y los escenarios estructurales de largo plazo, definiendo áreas críticas, clasificación del uso del suelo mínimamente en urbano y/o rural, con zonificaciones y normativas específicas según CEPAL (2016).

4.2. Zonificación

En palabras de Retamal (2011) manifiesta que la zonificación es el proceso discriminativo de la percepción espacial, donde el interpretador puede dividir en unidades de diferente forma, tamaño y ubicación y, cada una de estas áreas se presenta en diferentes intensidades, posiciones llegando así a no coincidir. Con base a lo mencionado la zonificación que elabora la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA, 2013) tiene como propósito reconocer las zonas del sector que cuentan con mayor aptitud con la finalidad de fomentar las actividades agrícolas, pecuarias, forestales, acuícolas de carácter productivo.

4.2.1. Niveles de Zonificación

La zonificación puede realizarse a diferentes niveles tales como:

4.2.1.1. Macrozonificación

Su principal objetivo es identificar ecosistemas o unidades ambientales de gran tamaño, con el propósito de definir sus características y posteriormente determinar su potencial y posibilidades de uso, se usa con frecuencia a escalas de información cartográfica de 1 : 250 000 y la escala de publicación puede variar de 1 : 500 000 y 1: 1 000 000, que fácilmente abarca a nivel de país o región, con ello permitirá la identificación y dar prioridad al uso de las áreas o en otras circunstancias pueden ser usados como instrumento para la conservación y uso sostenible de los recursos naturales (Vargas, 2018).

4.2.1.2. Meso zonificación

Ayudan a optimizar y diversificar la producción, recuperación de áreas degradadas, manejos de ecosistemas especiales, conservación de áreas únicas, solución de conflicto de uso, mejoramiento de servicios básicos, en si contribuyen a la elaboración y aprobación de planes de desarrollo y OT; Las escalas de la información cartográfica pueden ser de 1: 50 000 a 1: 100 000 y la escala de publicación puede variar de 1: 100 000 a 1:250 000 (Grijalva y Otalvaro, 2011).

4.2.1.3. Microzonificación

Facilita el diseño y posteriormente la implementación de proyectos de desarrollo en áreas específicas, como por ejemplo zonificación agroecológica de cultivos, manejo de cuencas, proyectos de desarrollo agropecuario y forestal, de conservación y recuperación de áreas erosionadas, entre otros. Las escalas pueden ser de 1: 10 000 y, la escala de publicación varía de 1: 25 000 y 1:50 000 (Vargas, 2018).

4.2.2. Zonificación Agrícola

(Rodgers, 2000) sostiene que la zonificación agrícola es agrupar áreas homogéneas que permitirán establecer estrategias de desarrollo rural que se adapten a cada una de estas, y así dar prioridad a áreas de mayor potencialidad, abarca factores naturales en cuanto a la calidad del suelo, ecología y la hidrografía con la finalidad de realizar estudios básicos que faciliten el proceso de planificación y coordinación de actividades en el sector agrícola. Posteriormente Bertel y Cardozo (2006) concuerdan con esta definición y mencionan que las estrategias de desarrollo rural deben minimizar o eliminar los conflictos ambientales.

4.2.3. Zonificación Ecológica

Como afirma Salazar et al. (1998), la zonificación ecológica se basa en criterios ecológicos como la identificación, definición y caracterización de las zonas con distintas condiciones ecológicas en un lugar geográficamente determinado, en su definición abarca variables del ambiente bio-geo-físico, las mismas que son factores propios del paisaje local de cada zona, según González, (2018) que cita a (ZEE, 1998), las zonas ecológicas se encuentran con un alto grado de uniformidad interna en todos sus aspectos o en factores que más resaltan de la zona.

4.2.4. Zonificación Ecológica Económica

Es un proceso de inclusivo y amplio basados en criterios ecológicos como económicos, proceso que armoniza las actividades económicas con la utilización de los recursos; contiene la misma definición de la zonificación ecológica con la diferencia que se realiza una evaluación en términos de aptitud física, ecológica, su viabilidad económica y social en apoyo de ciertos tipos específicos en la utilización de los recursos (Pozo, 2011). Por consiguiente (Almeida, 2019), menciona ser un aspecto principal para la gestión en la planificación territorial, un instrumento para preservar la conservación del medio ambiente y el uso sostenible de los recursos naturales, esto implica identificar áreas productivas en el sector agrícola, pecuario, forestal, minero energético, entre otras, sabiendo aprovechar estos recursos económicamente.

4.2.5. Zonificación Agroecológica

De acuerdo con la (FAO, 1997) la zonificación agroecológica define zonas en base a combinaciones de suelo fisiografía y características climáticas, estos parámetros hacen referencia a los requerimientos de los cultivos y del manejo que se encuentran, cada zona tiene similitud de limitaciones y potencialidades para el uso de la tierra, sirviendo como punto de referencia para la toma de decisiones para mejorar su producción o conservación y evitar

la degradación de los mismos; dentro de este marco Albán (2012) ratifica que es la sectorización de un territorio con diferentes criterios, ubicando partes geográficas similares con características físicas, biológicas y socioeconómicas con potencial ecológico, ya que implica poder subsistir con la naturaleza, usar los recursos naturales con un enfoque agroecológico.

Dentro de los usos de la zonificación agroecológica se puede mencionar que sirven para evaluar potencialidades en condiciones naturales del territorio, para distintos proyectos sostenibles de uso de suelos; alcanzar una explotación racional evitando sobreexplotar; toma de decisión: inversión, fomento productivo, extensión de cultivos; rotación de cultivos; optimización y planificación del uso de las tierras (Zambrano, 2018).

4.2.6. Zonificación Agroecológica, Zona y Celda

4.2.6.1. Zonificación Agroecológica.

Hace referencia a la división de la superficie de tierra en unidades de menor tamaño, que contienen una similitud en sus características con relación al suelo, a la producción y el impacto ambiental.

4.2.6.2. Zona Agroecológica

Es una unidad cartográfica de recursos de tierra, se la define en términos de cubierta de tierra y clima, debido a que tienen un rango específico de debilidades y potencialidades para el uso de tierras.

4.2.6.3. Celda Agroecológica

Es el resultado de la combinación de características climáticas, suelo y de la fisiografía, siendo la unidad básica de referencia para el análisis físico en estudios de la zonificación agroecológica (FAO, 1997).

4.3. Plan De Uso Del Suelo

El plan de uso de suelos es un instrumento de planificación que brinda establecer modelos de gestión y aprovechamiento del suelo, González, (2018) que cita a Andes (2009), menciona que la ley de OT y usos del suelo consiste en obtener el equilibrio entre el crecimiento económico y el urbanístico poblacional, siempre siguiendo los debidos protocolos en el cuidado del medio ambiente para lograr un desarrollo equitativo de los recursos de una manera sustentable.

En la mayoría de planes para uso del suelo pueden ser utilizados como una herramienta de ayuda a la gestión y toma de decisiones, siendo muy diversos sus campos de aplicación

tales como Infraestructuras: vías de comunicación, redes eléctricas, etc.; protección civil, catastro, gestión territorial, marketing, demografía, recursos mineros, análisis de mercados, medio ambiente y recursos naturales

4.4. Evaluación De Tierras

Debelis (2003) afirma que la evaluación de tierras es el proceso de determinación y predicción de cómo se comporta la tierra que ha sido usada en diferentes fines, teniendo en consideración las características físicas, económicas y sociales; es una herramienta necesaria para la planificación de los recursos naturales y humanos, con el propósito de que cada área debe ser usada de tal manera que provea el máximo beneficio a la sociedad, sin degradarla; dentro de este orden de ideas, UPRA (2013) argumenta, que el objetivo de la evaluación de tierras es proponer sistemas biofísicos apropiados, sociales aceptables, económica viable, y que no ocasionen impacto negativo en el medio ambiente, que sean sostenibles y sustentables con el pasar del tiempo.

4.4.1. Conflictos De Uso Del Suelo

Izquierdo y Maldonado (2011), hace referencia que los conflictos de uso del suelo describen como se conforma un territorio, enfocando los escenarios de sus diferentes clases de tierra, sin lograr el aprovechamiento de sus potencialidades dadas en la utilización de herramientas de sistemas de clasificación técnicos- académicos con principios en la ciencia del suelo.

De la misma forma Rodríguez (2014), manifiesta que son dichas actividades que desarrolla el ser humano sobre el recurso suelo expresada como uso y cobertura actual del suelo, se identifica las áreas por su uso inadecuado (sobreuso) lo cual genera una degradación de las tierras, de la misma manera las tierras que están siendo aprovechada (uso adecuado) lograr un potencial mayor de producción, generando una competitividad y sostenibilidad del sector agrícola y ambiental.

4.4.2. Uso, Sobreuso y Uso Adecuado

Fontalvo y Calvano (2014) expresa que el uso del suelo abarca las diferentes coberturas implementadas por el hombre, tal como la, ganadería, agricultura y el área destinada al uso urbano, aportando actividades sociales, económicas y culturales que determinan el aprovechamiento sostenible del territorio.

De acuerdo con Ríos et al. (2017), el sobreuso del suelo se evidencia cuando las demandas del uso actual que existe son mayores que la oferta productiva del suelo, por su parte, Bonilla (2019) argumenta que es la disminución de su capacidad productiva ocasionado

por un deterioro en las propiedades físicas-químicas y biológicas generadas en su mayoría por la actividad humana.

En la opinión de Rodríguez (2014), el uso adecuado del suelo señala a que los usos actuales comprenden la sostenibilidad con respecto a la capacidad de uso del suelo, sin presentar degradación o deterioro, manteniendo su productividad y permiten una mayor explotación de este recurso.

4.4.3. *Aptitud De Los Suelos*

Maldonado (2016) menciona, que la aptitud de los suelos es la característica que tiene para adaptarse a un uso definido en el ámbito agropecuario, el suelo puede considerarse en estado natural o después de realizar enmienda o aportes; es una herramienta que permite producir cultivos concretos y con un manejo específico, considera que cada suelo tiene sus propias exigencias y sus limitaciones.

4.5. *Sistemas De Información Geográfica*

Los sistemas de información geográfica (SIG) son herramienta que se utiliza para ingresar, almacenar, recuperar, manipular y obtener datos referenciados geográficamente con la finalidad de apoyar en la toma de decisiones de la planificación y manejo del suelo, recursos naturales entre otros, (Almeida, 2019)

4.5.1. *Base De Datos*

Consiste en una colección de datos relacionados entre sí, y un conjunto de programas para acceder a los mismos, se basa principalmente en una serie de capas de información espacial en formato digital con la representación de diferentes variables (Sarría, 2013).

4.5.2. *Programas*

Es la unión de diferentes tipos de aplicaciones informáticas como la cartografía tradicional, los sistemas de gestión de base de datos, herramientas de análisis digital de imágenes, los sistemas de ayuda a la toma de decisiones y técnicas de modelización física(Almeida, 2019).

4.5.3. *Usuarios*

Su objetivo es obtener información del SIG y su posterior toma de decisiones, suelen utilizar una interfaz sencilla debido a la falta de conocimiento (Almeida, 2019).

4.5.4. Técnicos del SIG

Su función es seleccionar herramientas, los datos, la escala adecuada de representación para los fines del sistema, y sus debidos procedimientos en el SIG; cuentan con formación y experiencia en el campo, con relación a lo que se desee cubrir con el SIG. Software de representación cartográfica, análisis de datos espaciales y plataforma de ubicación (esri, 2020).

4.5.5. Informáticos

Se encargan de la administración, esto abarca modificar o incluso crear desde cero las herramientas del SIG, adaptándolos a las demandas de los usuarios cuando no puedan realizar los técnicos del SIG con las herramientas del sistema (esri, 2020).

4.6. Geoprocesamiento

Es un conjunto de herramientas que nos permite procesar datos geográficos, se utiliza comúnmente para análisis espaciales o administrar los datos SIG de forma automática, se modela y analiza información geográfica y a partir de esto se puede generar nueva información, también es un marco potente que admite el control del entorno de procesamiento y permite crear herramientas personalizadas para automatizar más su trabajo (esri, 2020).

El principio fundamental del geoprocesamiento es permitir automatizar las tareas SIG, realizar análisis y modelado espacial. Casi todos los usos de SIG incluyen la repetición del trabajo y esto crea la necesidad de contar con métodos para automatizar, documentar y compartir procedimientos de varios pasos conocidos como flujos de trabajo (González, 2018).

4.7. Estudios De Caso.

La zonificación agroecológica es una herramienta en la formulación de planes de ordenamiento territorial, la microcuenca del río Vilcabamba en su propuesta de zonificación se determinó 6 zonas homogeneizadas en función de sus características físicas y biológicas, las cuales son: Zona 6: Áreas Protegidas y de conservación; Zona 5: Área urbana; Zona 4: Área de recuperación y conservación de áreas en proceso de degradación; Zona 3: Zonas de desarrollo agro-productivo bajo sistemas especiales de manejo; Zona 2: Sistema silvopastoril; y, Zona 1: integración al desarrollo socioeconómico; la investigación evaluó parámetros ecológicos y agrologicos, lo cual permite identificar las áreas más críticas, y con ello la formulación de proyectos de ordenamiento territorial con base a las necesidades de la población (Merino y Sotomayor, 2014).

La zona de riego del sistema Santiago, obtuvo un diagnóstico integral en donde las variables analizadas fueron: profundidad, textura, pH, pendiente, temperatura, precipitación,

cobertura, uso actual del suelo y la red vial, y diagnóstico agro productivo; para la elaboración del plan de uso del suelo, se evaluó el uso actual del suelo, mediante el análisis de la cobertura vegetal a través fotos aéreas y salidas de campo, para interceptar seguidamente con el uso potencial del suelo y obtener los conflictos de uso, obteniendo finalmente la zonificación agroecológica donde se evidencio cuatro zonas de uso del suelo: 1. Zona de desarrollo potencial para la producción de hortalizas, 2. Zona de desarrollo agrosilvopastoril, 3. Zona de desarrollo potencial para producción de frutales y 4. Zona de protección y conservación, de estas zonas se formularon cuatro proyectos inmersos en la propuesta de mejoramiento de la producción agropecuaria (González, 2018).

5. Metodología

5.1. Localización De La Zona De Estudio

5.1.1. Ubicación Política.

La investigación se realizó en el predio agrícola del Sr Luis Jiménez Sotomayor ubicado en la parroquia y cantón Catamayo, provincia de Loja. Sus límites son: al norte y sur con los predios del Sr Estanislao Villa, al este con el predio de la señora Fanny Aguinaca y al oeste con el río Guayabal Figura 1.

Figura 1.

Mapa de ubicación



Elaborado por: El autor

Fuente: (MAG-SIGTIERRAS, 2018)CIT 2020.

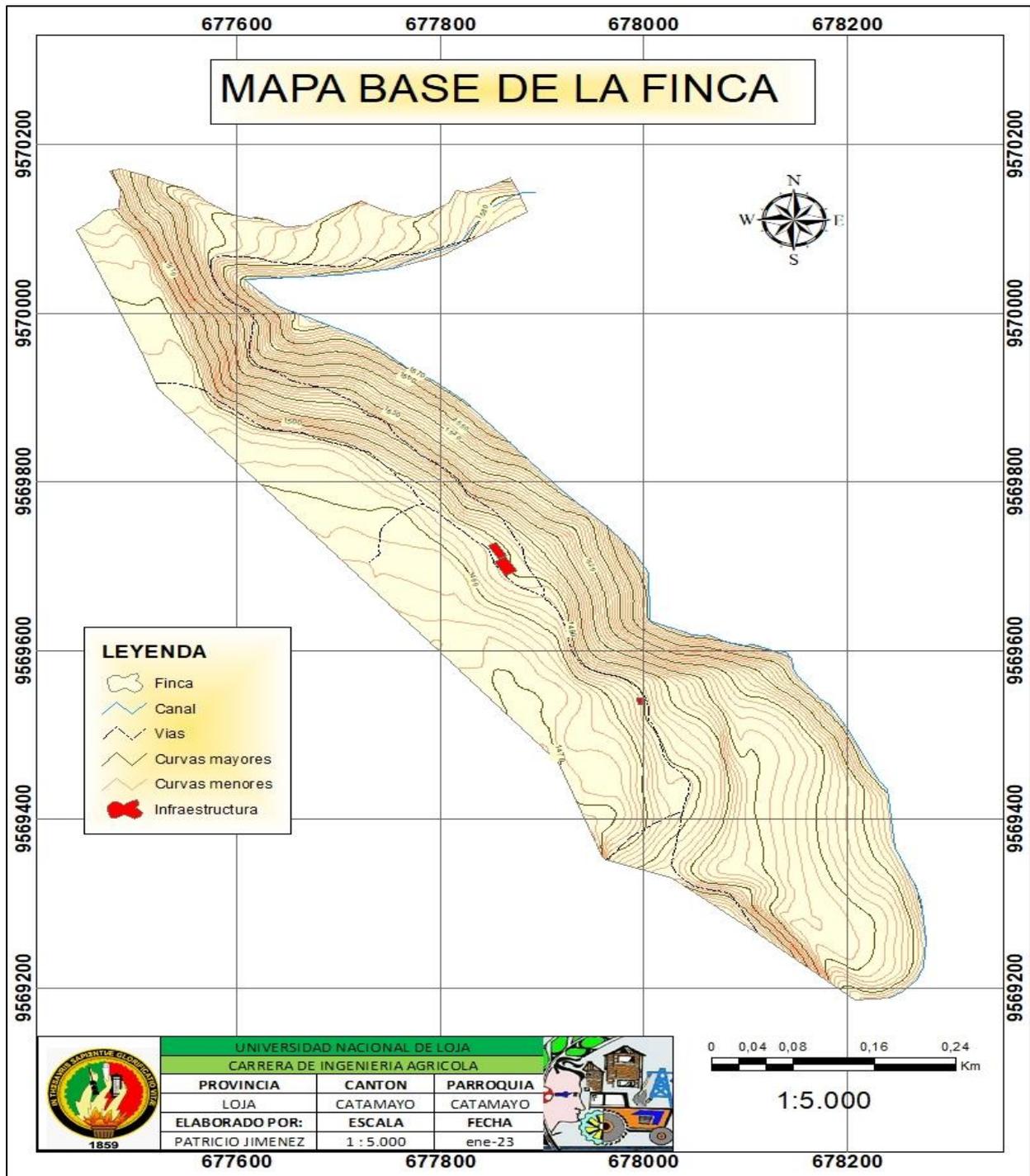
5.1.2. Ubicación Geográfica.

Geográficamente el predio del Sr Luis Jiménez Sotomayor se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas planas: UTM (WGS84, zona 17s) Norte 9 569 687.2 m, Este 677 876.68 m; altitud media 1500 m.s.n.m Figura 2.

5.1.3. Ubicación Ecológica.

Según datos registrados en la Estación Meteorológica de Catamayo durante el período 2009 a 2015, las condiciones climáticas son: precipitación anual 402 mm año⁻¹, temperatura promedio 24.3 °C, humedad atmosférica 59 %, velocidad del viento promedio 10.7 km h⁻¹ y zona de vida según Holdridge (Me-T), Monte espinoso.

Figura 2.
Mapa base de la finca



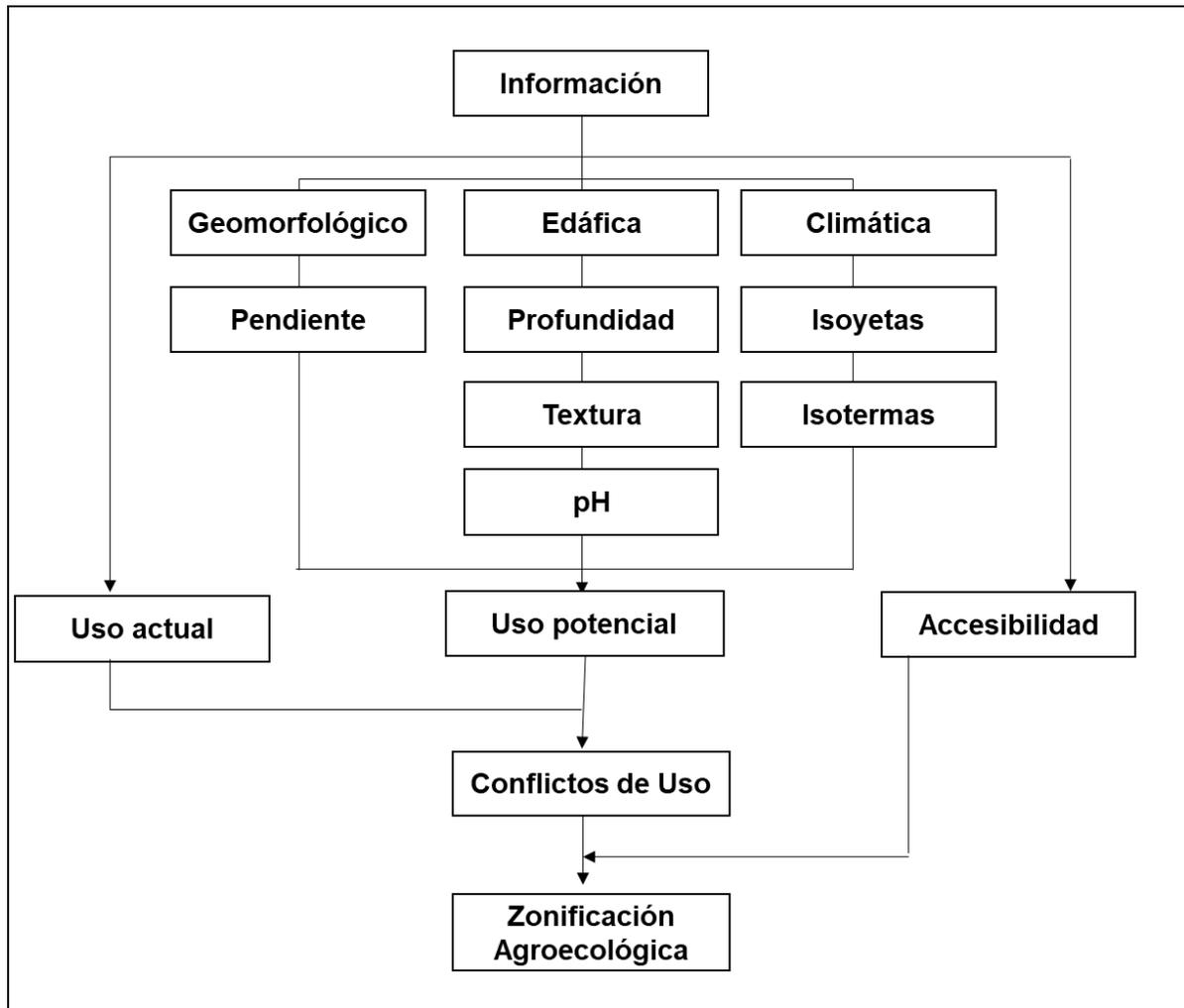
Elaborado por: El Autor
Fuente: CIT 2020, Datos de campo.

5.2. Metodología para Elaborar la zonificación agroecológica de la finca.

Para elaborar la zonificación de la finca y dar cumplimiento del primer objetivo se siguió la siguiente metodología descrita en la Figura 3 (González, 2018).

Figura 3.

Flujograma para la elaboración de la zonificación.



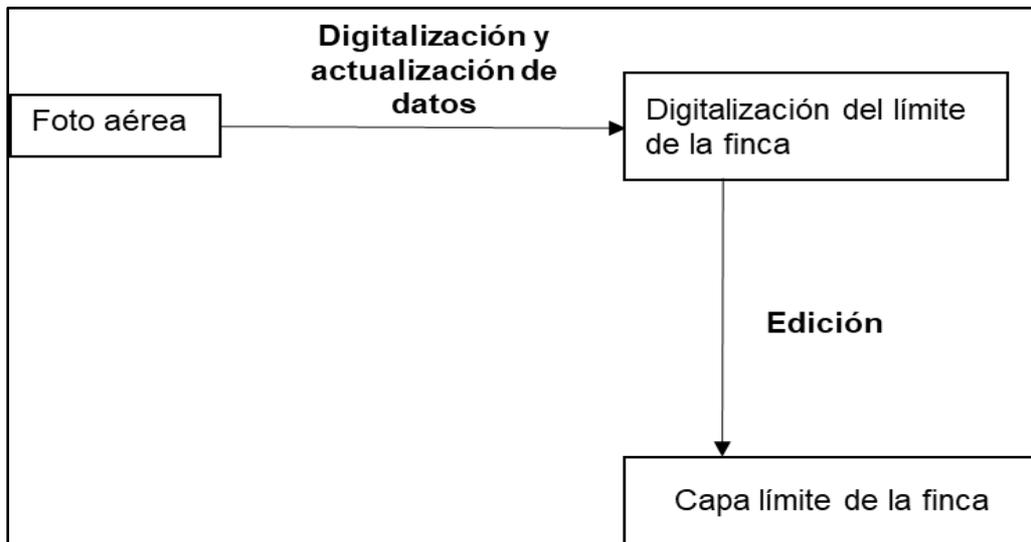
Elaborado por: El Autor

Fuente: González, 2018

5.2.1. Delimitación del predio agrícola

Utilizando fotos aéreas con resolución de (90 x 90 m del año 2019), se procedió a elaborar la capa base de límite del área del predio agrícola, siguiendo el flujograma de la Figura 4 (González, 2018).

Figura 4.
Flujograma de la elaboración de la capa límite de la finca.



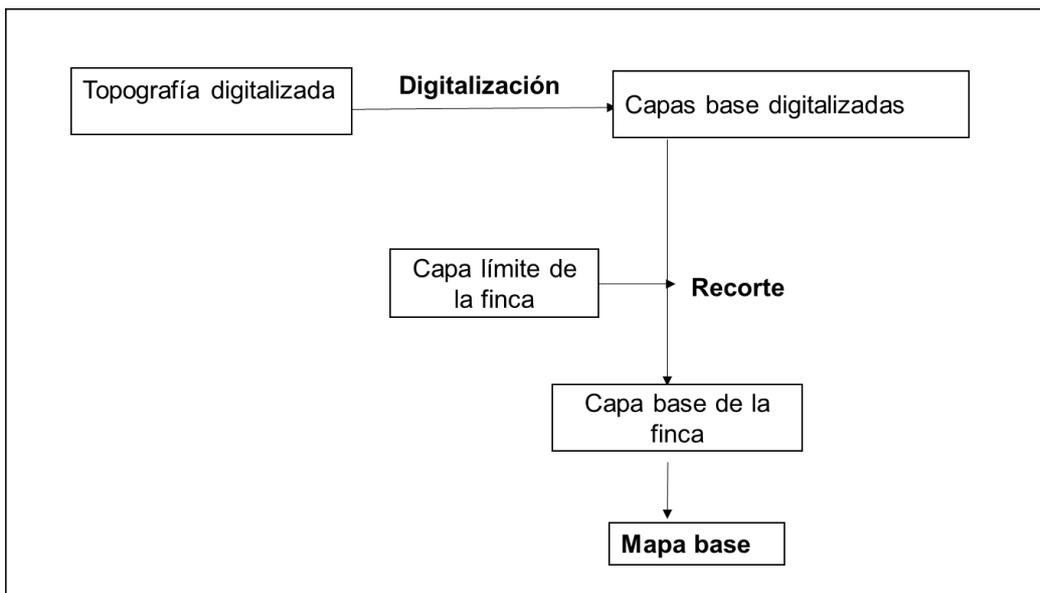
Fuente: (González, 2018)

5.2.2. Elaboración del mapa base

El mapa se elaboró en base a información levantada en campo y cartas topográficas digitales pertenecientes al cantón Catamayo, consta de los siguientes temas:

Infraestructura, vías, ríos, curvas de nivel, simbología de orientación y escala, grilla de coordenadas UTM (unidad Transversa Mercator) Figura 5 .

Figura 5.
Flujograma de la elaboración del mapa base de la finca.



Fuente: González, (2018)

5.2.3. Ubicación de las calicatas

Para la ubicación de las calicatas se consideró los mapas de pendientes (**Anexo 6**), geológico Figura 20 y geomorfológico (**Anexo 8**) y se situó en una zona representativa del terreno Figura 14.

5.2.4. Descripción del perfil del suelo

Para la descripción del perfil del suelo, se utilizó la Guía para la Descripción de Perfiles de Suelos del USDA (2014) y la (FAO, 2009); para ello, se realizó una calicata de 1,5 m de largo, 1,0 m de ancho y una profundidad de 2,0 m o hasta donde se encontró el material parental, donde se delimitó cada horizonte; de los tres primeros se tomó muestras de suelo con corte trasversal y se realizó la descripción del color, ensayos de campo rápidos para determinar la textura, porosidad, plasticidad, adhesividad, estructura, resistencia, y reacción al ácido clorhídrico (HCl).

5.2.5. Propiedades físicas y químicas del suelo

Se tomaron muestras disturbadas de cada horizonte de las calicatas y se procedió a realizar los análisis de: pH, conductividad eléctrica, textura y materia orgánica, en el laboratorio de suelos, aguas y bromatología de la Facultad Agropecuaria de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja.

5.2.6. Estudio de suelos

5.2.6.1. Estudio de campo

El trabajo de campo se realizó tomando las muestras y sus respectivos análisis in situ; bajo la metodología de la guía de descripción de suelos (FAO, 2009).

- **Toma de muestras**

Considerando que el predio agrícola tiene un área 25,32 ha se procedió a tomar las muestras mediante barrenaciones a 50 m al norte, sur, este y oeste, de las calicatas formando una cuadrícula en la finca, esto permitió la interpolación y la expresión gráfica de todas las variables con la ayuda de softwares especializados en sistemas de información geográficas.

- **Diagnóstico de la profundidad efectiva**

Se determinó la profundidad mediante las barrenaciones realizadas en la toma muestras, se comparó con las calicatas ya descritas; la profundidad efectiva se determinó con la profundidad de las raíces, con la ayuda del flexómetro se midió y se procedió anotar en la hoja de campo.

- **Análisis de textura del suelo**

La determinación de la Textura se la obtuvo de forma manual, se procedió tomando una porción considerable de suelo de las barrenaciones realizadas, con la muestra que se extrajo, se procedió a seguir a detalle la guía práctica para la Caracterización del Suelo y del Terreno (RASTA). Se determinó el tipo de textura de la misma forma en todos los puntos de barrenación. Los resultados se los anoto en las hojas de campo.

- **Análisis del color del suelo**

Al igual que el análisis de textura y de profundidad, de las barrenaciones se determinó el color del suelo en seco y húmedo comparándolos con los colores de la tabla Munsell, se anotó los resultados en la hoja de campo, cabe mencionar que el color brinda información tentativa de fertilidad, contenido de humedad, material parental y condiciones de drenaje del suelo.

5.2.6.2. Análisis en el Sistema de información geográfica

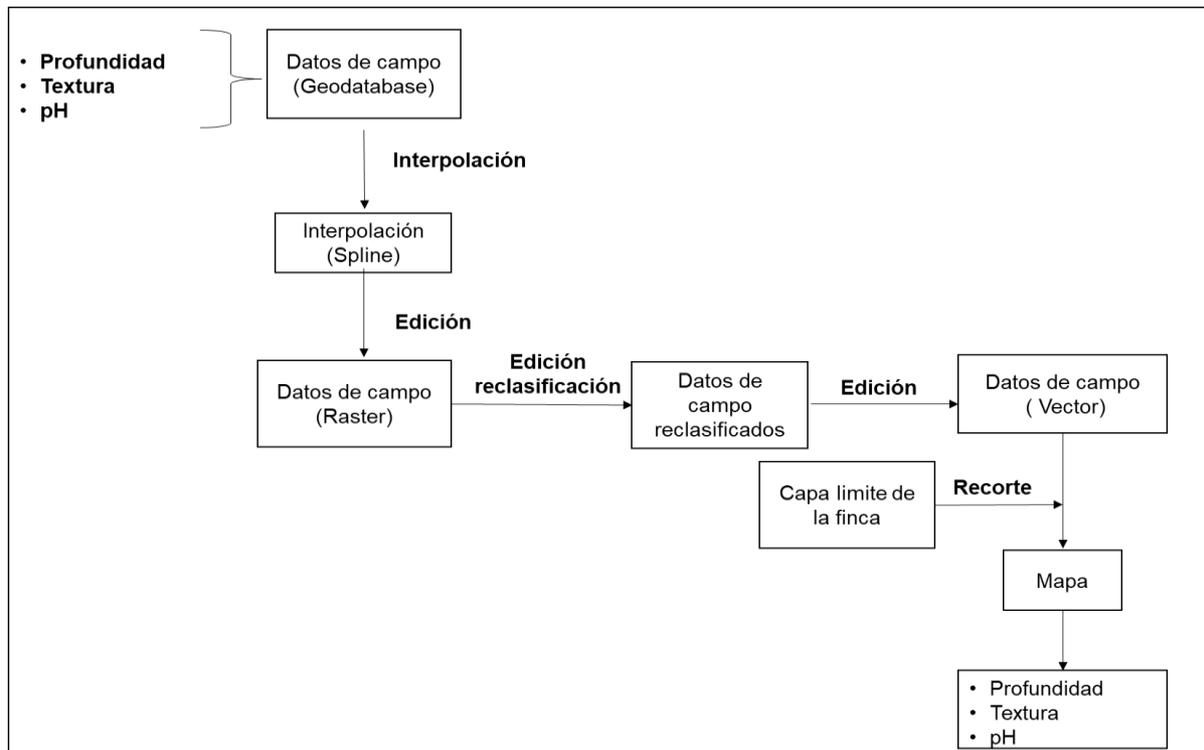
Finalizado el estudio de campo se analizó y sistematizo la información para posteriormente realizar el procesamiento digital.

Los sistemas de información geográficos permitieron digitalizar cada una de las capas mediante la introducción de los datos recolectados aplicando distintos métodos.

5.2.6.3. Análisis edáfico de la finca

Se lo realizo con la ayuda del software Qgis, se tabulo los datos recolectados en campo con la finalidad de poder interpolar, graficar e interpolar la información que presenta el predio agrícola, los parámetros analizados son la profundidad efectiva, textura y pH, el procedimiento a seguir en el software se indica en el flujograma a continuación Figura 6.

Figura 6.
Flujograma del análisis edáfico de la finca.



Fuente: González, 2018

5.2.6.4. Análisis de pendientes

El parámetro de pendientes se presenta en porcentajes y los rangos utilizados se categorizo como manifiesta la FAO (2009) expuestas en la tabla 1. La elaboración del mapa se partió de las curvas de nivel a 3 metros de todo el predio agrícola la metodología a seguir se evidencia en el flujograma de la Figura 7.

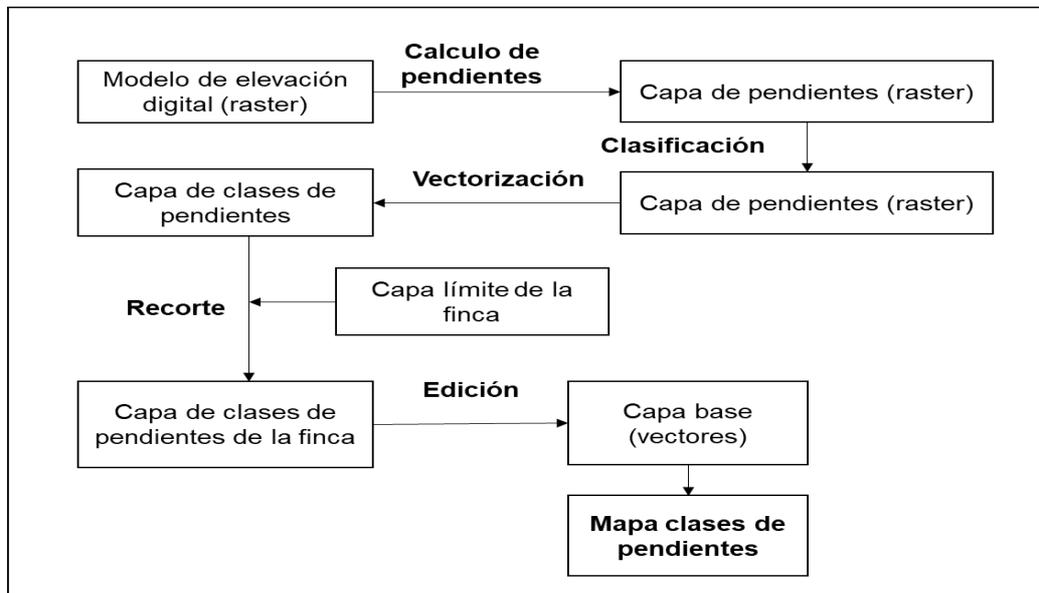
Tabla 1. Rango de pendientes utilizado en la finca.

Símbolo	Rango de pendiente	Descripción
1	0 - 5 %	Pendiente coluvial
2	5 -12 %	Relieve ondulado
3	12 - 24 %	Relieve colinado alto
4	24 - 50 %	Relieve montañoso alto
5	50 - 70 %	Relieve montañoso escarpado
6	> 70 %	Fuertemente escarpado

Fuente: FAO (2009)

Figura 7.

Flujograma para el proceso de elaboración del mapa de pendientes.



Fuente: González, 2018

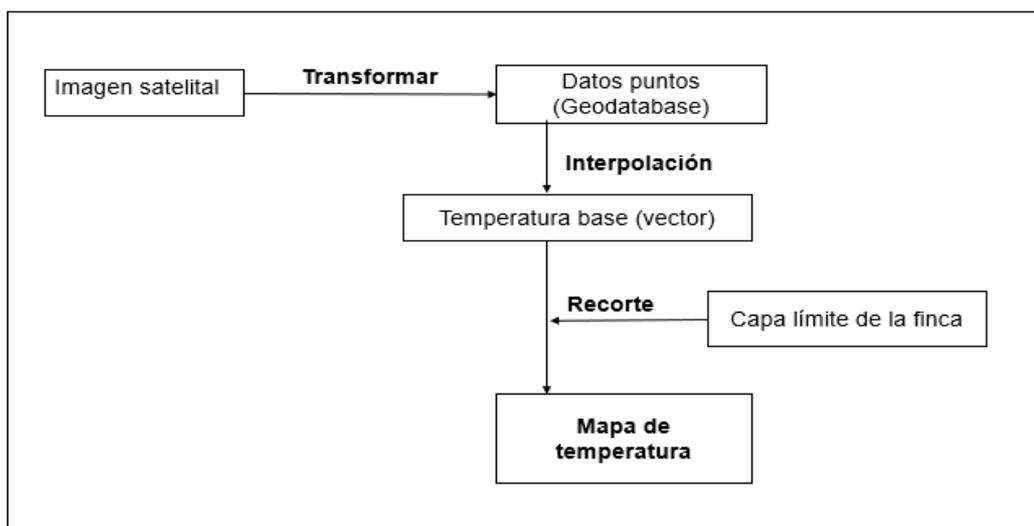
5.2.6.5. Análisis climático de la finca

- **Análisis de temperatura media anual**

El análisis de la temperatura media de la finca, se realizó a través de imágenes satelitales con un tamaño de píxel de 90m x 90m, con ayuda del SIG se procedió a interpretar el valor de cada píxel y así poder interpolar para toda la finca, obteniendo de tal manera el mapa de la temperatura media anual Figura 8 González, (2018) .

Figura 8.

Flujograma para elaborar el mapa de temperaturas.

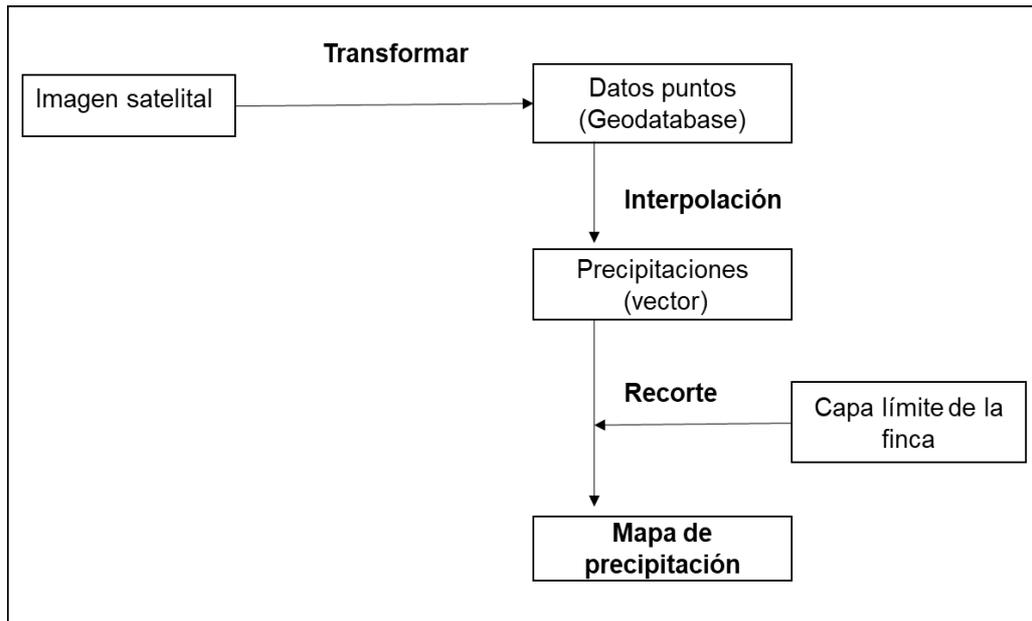


Fuente: González, 2018

- **Análisis de precipitación media anual**

El análisis de la precipitación media anual de la finca, se realizó a través de imágenes satelitales con un tamaño de pixel de 90m x 90m, con ayuda del SIG se procedió a interpretar el valor de cada pixel y así poder interpolar para toda la finca, obteniendo de tal manera el mapa de la precipitación media anual Figura 9 (González, 2018).

Figura 9.
Flujograma para elaborar el mapa de precipitación.

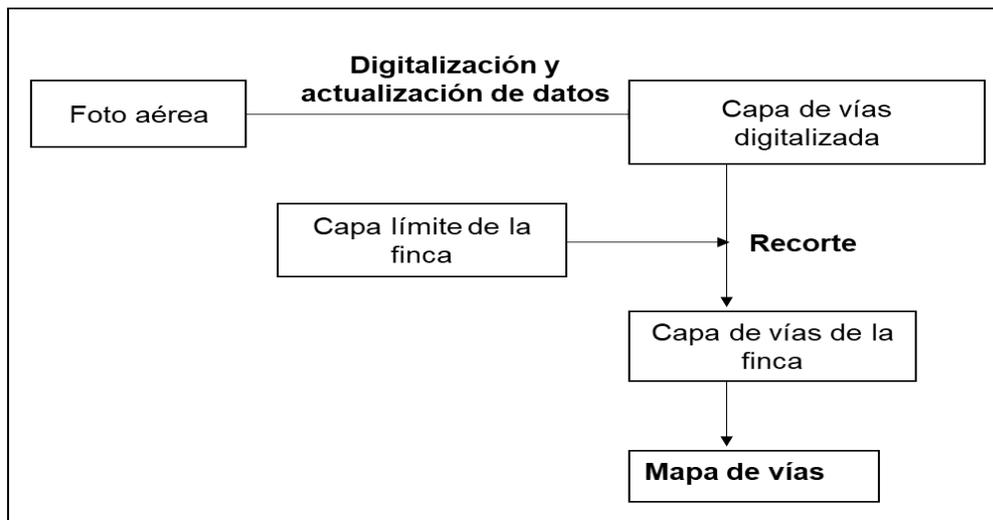


Fuente: González, 2018

5.2.6.6. Vialidad de la finca

Este parámetro se procedió a extraer las vías de los shape de la base de datos del Centro de Investigaciones Territoriales de la Universidad Nacional de Loja, se comparó con la visita del campo, se dibujó las vías faltantes con la ayuda de toma de puntos de control y de fotografías aéreas, el procedimiento se describe en el flujograma de la Figura 10 (González, 2018).

Figura 10.
Flujograma para elaboración de mapa de vías.



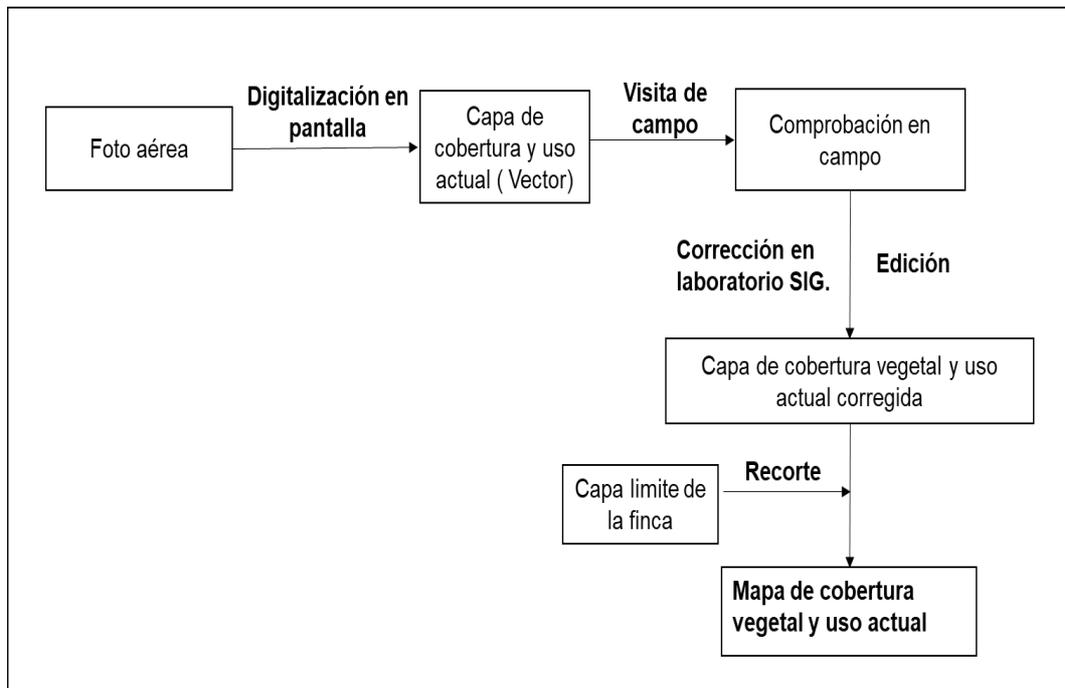
Fuente: González, 2018

5.2.6.7. Análisis de cobertura vegetal y uso actual del suelo

Para realizar el análisis del uso actual se utilizó la metodología propuesta por el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE, 2011) modificada por el Programa SIGTIERRAS, Sánchez R., (2017). Se la elaboro una clasificación supervisada con la ayuda de fotografías aéreas del año 2019 con una resolución de 90m * 90m de las cuales fueron descargada del (MAG-SIGTIERRAS, 2018) y GoogleEarth, y además basándose en tener un amplio conocimiento de la finca en estudio.

En la elaboración del mapa se consideró evaluar las áreas agrícolas destinadas a diferentes cultivos, las zonas forestales, cuerpos de agua, entre otras cosas, adicionalmente se realizó las debidas visitas de campo para corroborar la información elaborada en el laboratorio SIG, finalmente se realizó la edición en el software y llegando a tener el mapa de uso actual del suelo, Figura 11.

Figura 11.
Flujograma de elaboración de mapa de cobertura vegetal.



Fuente: González, 2018

5.2.6.8. Uso potencial del suelo

Para el uso potencial se empleó la información recolectada en el campo: profundidad efectiva, textura y pH; las variables climáticas como la temperatura media y la precipitación anual.

Siguiendo la metodología propuesta por el Instituto Espacial Ecuatoriano (IEE, 2011) modificada por el Programa SIGTIERRAS, se manejó la información de pendiente, profundidad, textura y pH (Tabla 2) con la finalidad de obtener una zonificación preliminar para el uso potencial del suelo, con lo cual se categorizo la pendiente; la profundidad; el pH y la textura, una vez realizado el proceso se clasifico y en base a las características de cada polígono se le dio un uso potencial.

Tabla 2. Matriz utilizada para el uso potencial.

USO POTENCIAL PARA LA FINCA			
Parámetro	Descripción		Código
Pendiente	Tierras planas	0 a 25 %	1000
	Tierras casi planas	25 a 50%	2000
	Laderas	> 50%	3000
Textura	Finos	arcillosos	100
	Medio	francos	200
	Gruesos	arenosos	300
Profundidad	Poco profundo	< 30 cm	10
	Profundo	30 a 50 cm	20
	Muy Profundo	> 50 cm	30
pH	Prácticamente Neutro	6 a 7	1
	Alcalino	> 7	2

Fuente: El Autor

5.2.6.9. Conflictos de usos

Para los conflictos de uso de suelos se obtuvo de comparar la información del uso actual y el uso potencial, dándoles unidades existentes en parámetros de uso adecuado, sobreuso y subuso a cada tipo de tierra presente en la finca.

El uso adecuado del suelo hace referencia a que la tierra es utilizada de acuerdo a su capacidad caso contrario está en conflicto, ya sea sobreuso o subuso; el sobreuso es cuando la actividad de la tierra es de mayor intensidad a su capacidad y subuso cuando se encuentra por debajo de su potencialidad, los valores a dar se utilizó la siguiente matriz expuesta en la Figura 12 (Sánchez, 2017).

Figura 12.

Matriz utilizada para el conflicto de usos.

COBERTURA Y USO DE LA TIERRA	CLASES DE CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS							
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Área Poblada*	S	S	S	S	A	A	A	A
Cultivos anuales	A	A	A	O1	O1**	O3	O3	O3
Cultivos permanentes	S	S	S	A	O1	O1	O3	O3
Cultivos semipermanentes	A	A	A	O1	O2	O2	O3	O3
Pasto cultivado	S	S	S	O2	A	O1	O3	O3
Pasto cultivado con presencia de arboles	S	S	S	A	A	O1	O3	O3
Plantación Forestal (conservación – producción)	S	S	S	S	S	A	O1	O2
Plantación Forestal (producción)	S	S	S	A	A	A	O2	O3
Vegetación Arbustiva (pastoreo)	S	S	S	S	S	A	O1	O3
Vegetación Herbácea (pastoreo)	S	S	S	S	A	O1	O2	O3

Fuente: Sánchez R. 2017

5.2.6.10. Accesibilidad

La accesibilidad hace referencia a tiempo requerido para acceder a ciertos puntos dentro de la finca. El análisis se lo realizó a través de las vías dentro de la finca, buscando la distancia euclidiana entre ellas con la ayuda del QGIS, una vez realizado el análisis se clasificó en rangos de fácil acceso, acceso moderado y difícil acceso (esri, 2020).

5.2.6.11. Zonificación agroecológica

Para zonificar los diferentes usos del suelo, se estableció rangos de condiciones bajo los cuales ciertos usos pueden existir en un determinado espacio, sin ocasionar conflictos de uso y definir a cuál categoría de uso corresponde.

Para la finca en estudio se generaron 4 categorías de ordenamiento, a través de SIG utilizando, los patrones de uso actual en relación a los conflictos de uso y el análisis de accesibilidad Tabla 3, mediante la combinación de temas (uso x conflicto x acceso) sobre un modelo digital de terreno (MDT) (González, 2018 y Paredes, 2018).

Tabla 3. Matriz de categorías de zonificación.

TEMA	CATEGORIA	CODIGO
Uso de la tierra	Matorral	1
	Agricultura tradicional o tecnificada	2
	Pastizal	3
	Plantaciones forestales	4
Conflictos	Subuso	100
	Adecuado	200
	Sobreuso	300
Accesibilidad	Fácil acceso	1000
	Acceso moderado	2000
	Difícil acceso	3000

Fuente (Sánchez, 2017)

El análisis de comparación que se logra utilizando la presente matriz en un software de SIG, da como resultado la zonificación final, obteniendo las nuevas categorías de uso de suelo recomendadas que potencialicen, restauren y protejan la finca, con los cuales se realizó el plan de uso del suelo.

5.3. Metodología para formular una propuesta de uso del suelo en base a su aptitud.

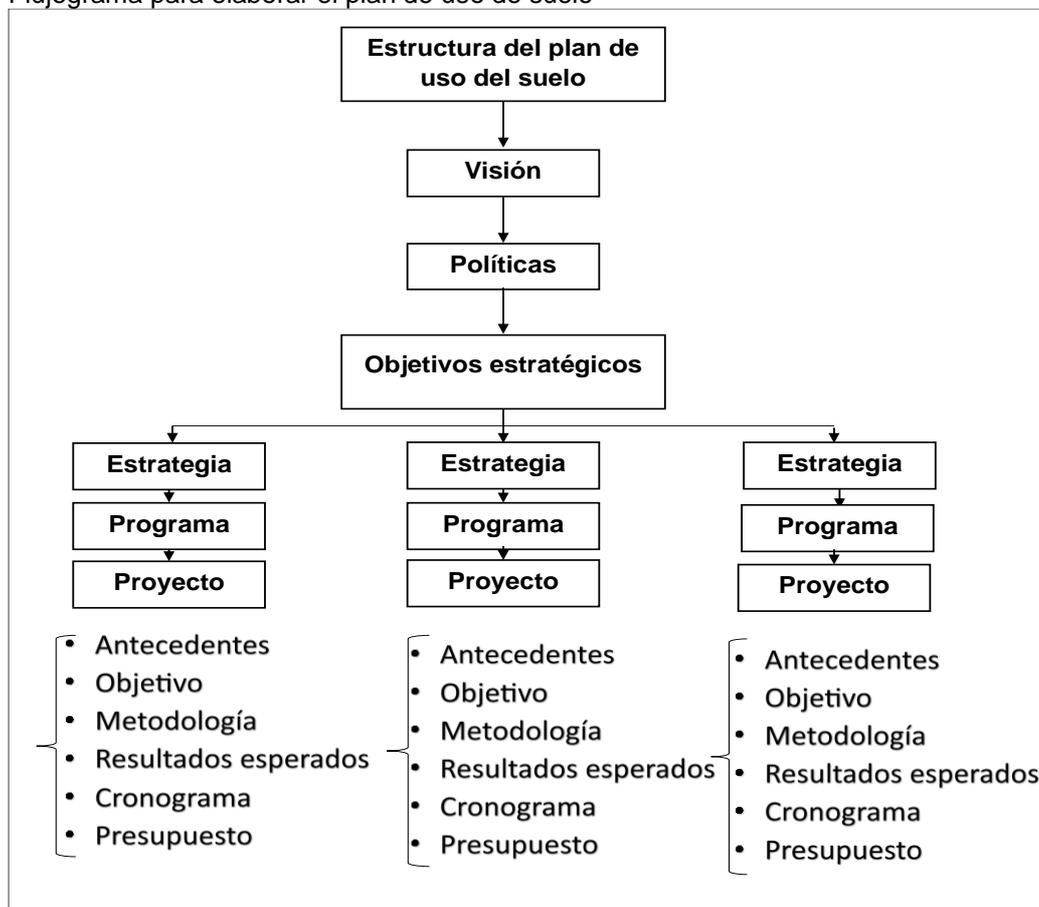
La síntesis y análisis de la zonificación agroecológica, da como resultado el uso adecuado del suelo con los que debe contar el área de riego Albán, (2012). El plan de desarrollo está estructurado como muestra la Figura 13.

La formulación de propuestas se basó en los resultados de la zonificación agroecológica, siguiendo la metodología propuesta por la FAO, (1997) en su guía como actividad número uno, la recolección de datos e identificación de tipos de usos de suelos luego se procede proceso de datos e inventario de recurso de tierras, finalmente como resultado se obtiene la identificación de la aptitud de tierras y generación de mapas con el

cruce de información, desde el punto de vista de desarrollo potencial para la conservación ecológica, para la producción frutícola, y producción de cultivos de ciclo corto, con una visión a futuro, basado en las políticas locales y las necesidades del dueño de la finca, cumpliendo objetivos estratégicos ejecutados a través los proyectos de desarrollo.

Para poder formular un plan de uso del suelo para la zona de estudio se basó en toda la información de campo obtenida, la cual permitió tomar las mejores decisiones con respecto al objetivo planteado y de esta manera dar un mejor uso del suelo conociendo así las aptitudes del mismo, y el uso potencial de la tierra para cada unidad de gestión. Ya que de esta manera se puede promover el desarrollo sustentable, el manejo eficiente y racional de los recursos y mejorar la calidad de vida.

Figura 13.
Flujograma para elaborar el plan de uso de suelo



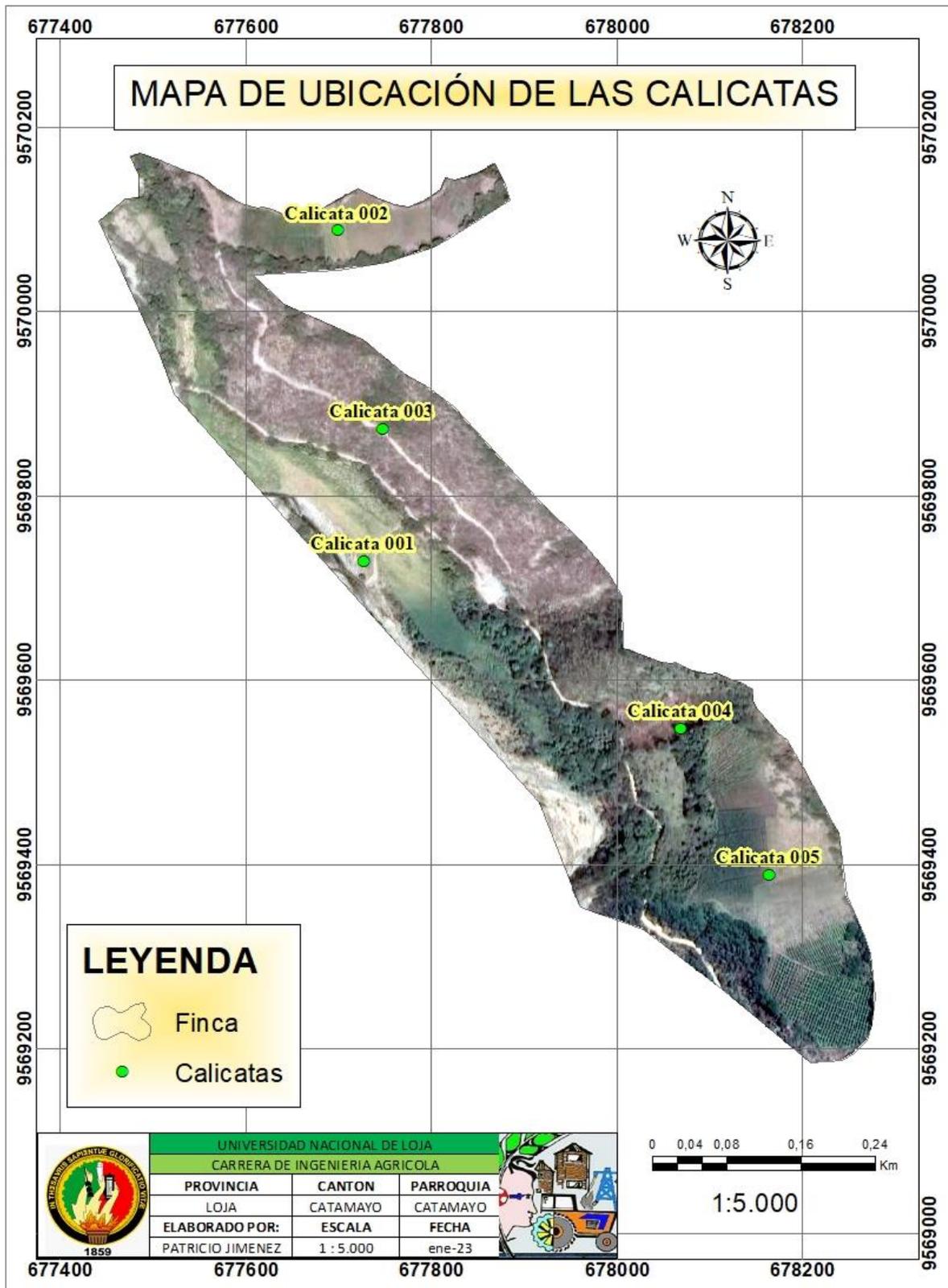
Fuente: González, 2018

6. Resultados

6.1. Elaboración la zonificación agroecológica de la finca.

La localización de las calicatas se presenta en la Figura 14 que son la base para determinar características físicas y químicas del estado actual de suelo en la zona de estudio para obtener el máximo potencial de los cultivos a implementar.

Figura 14.
Mapa de ubicación de las calicatas



Elaborado por: El Autor
Fuente: MAG-SIGTIERRAS, 2018. Datos de campo

6.1.1. Descripción del perfil del suelo

6.1.1.1. Perfil 1

Código	001
Fecha	13-05-2022
Autor	Ing. Jimmy Cordero, Patricio Jiménez
Sitio:	Finca de estudio (cañal)
Altitud	1478 msnm
Coordenadas geográficas	677727 E; 9569729 N
Paisaje	Valle de inundación
Forma del terreno	Terraza aluvial
Condiciones de humedad	Húmedo
Pedregosidad superficial	3-5 %, tamaño 5-10cm Ø
Profundidad de la capa freática	No visible
Uso actual o cobertura vegetal	Cultivo de caña
Drenaje superficial:	Pobre
Clasificación taxonómica preliminar usda (2014):	Entisoles

Figura 15. Perfil 1



Fuente: El Autor

Descripción general del perfil

Suelo Joven presenta horizontes genéticos minerales: El primer horizonte denominado como Ap se extiende desde la superficie hasta los 16 cm, de textura franco arcillo y color marrón, se evidencio presencia de insectos como “diloboderus abderus (Sturm.)”; El segundo horizonte se forma en la capa AB se extiende de 16 hasta 40 cm, de color marrón y franco arcilloso; Y finalmente, el último horizonte encontramos C mayor a 40cm de profundidad, color marrón, presencia de arena; Perfil con presencia de raíces hasta los 40cm, desde el punto de vista el riego debe ser moderado debido a la limitación en cuanto a la profundidad.

Tabla 4. Descripción de los Horizontes

Horizonte	Profundidad (cm)	Características
Ap (p)	0 – 16	Color en seco marrón amarillento opaco (10 YR 4/3), en húmedo marrón oscuro (10 YR 3/3); Franco arcillosa; bloques subangulares finos y medios moderados; ligeramente duro en seco, friable en húmedo, plástico y adhesivo; raíces muy finas, finas y medias abundantes; poros muy finos, finos abundantes; pedregoso 5 %; sin reacción al HCl; límite lineal claro.
AB	16 – 40	Color en seco marrón amarillento opaco (10 YR 4/3), en húmedo marrón oscuro (10 YR 3/4); Franco arcillosa; bloques subangulares finos y medios moderados; ligeramente duro en seco, muy friable en húmedo, plástico y adhesivo; raíces muy finas y gruesas escasas, finas abundantes; poros muy finos, finos y medios abundantes, gruesos escasos; sin reacción al HCl; límite lineal claro
C	40 y más	Color en húmedo marrón (10 YR 4/6); arena; raíces muy finas y finas comunes; poros finos y medios y gruesos abundantes; pedregosidad 75 %; sin reacción al HCl.

Fuente: el autor

- **Uso del suelo**

Clase de capacidad de uso: II, s, 2. El suelo presenta algunas limitaciones en cuanto a la profundidad lo cual llega a los 40 cm, presenta pendiente menor al 5 %, con texturas francas de buena permeabilidad y drenaje, presenta pH prácticamente neutros, se evidencia una buena cobertura vegetal.

Clase de drenaje: W4. Con la presencia del río al oeste de la finca, con lleva a que el suelo se sature en época de invierno y se establezca un drenaje superficial.

Categoría de suelos para regadío: Categoría 2s, son suelos bien adaptados para el regadío solo con la limitación en cuanto a la profundidad efectiva del suelo, debido a la pendiente se puede considerar un riego por gravedad, manejando un diseño correcto con caudales máximos no erosivos.

Clases de aptitud frutal: Clase C. Moderadas limitaciones para aptitud frutal debido que la profundidad efectiva se encuentra en el rango de 40 a 70 cm.

Tabla 5. Análisis físico-químicos de la calicata 1.

Horizonte	Textura	pH	Materia Orgánica (%)	Conductividad eléctrica (mS cm ⁻¹)
Ap (p)	Franco	6,7	4,06	0,22
AB	Franco	7	4,25	0,25

Fuente: El Autor

Las características químicas y físicas nos dan como resultado que en el primer horizonte tiene un pH de 6,7 equivalente a prácticamente neutro, una textura franca, un contenido de materia orgánica medio de 4,06 % y una conductividad eléctrica no salino con

valor de 0,22 mS cm⁻¹; el segundo horizonte un pH neutro 7, la textura igual al primer horizonte franco, materia orgánica medio y la conductividad eléctrica no salino Tabla 5.

6.1.1.2. Perfil 2

Descripción general del sector

Código	002
Fecha	13-05-2022
Autor	Ing. Jimmy Cordero, Patricio Jiménez
Sitio:	Finca de estudio (cultivos)
Altitud	1562 msnm
Coordenadas geográficas	677699 E; 9570088 N
Paisaje	Pie de montaña
Forma del terreno	Terraza alta
Condiciones de humedad	Húmedo
Pedregosidad superficial	5 %, tamaño 5-10cm Ø
Profundidad de la capa freática	No visible
Uso actual o cobertura vegetal	Cultivo de frejol, maracuyá, maíz y papaya
Drenaje superficial:	Bueno
Clasificación taxonómica preliminar USDA (2014):	Entisoles

Figura 16.

Perfil de la calicata 2



Fuente: El Autor

Descripción general del perfil

Suelo Joven formado por tres horizontes: El primer horizonte pertenece a la capa Ap se extiende desde la superficie hasta los 34 cm, color marrón amarillo grisáceo, de textura franco arcillo arenoso, presencia de raíces abundantes; El segundo horizonte se forma en la

capa B se extiende de 34 hasta 56 cm, color negro en húmedo, de textura franco arcillo arenoso, raíces finas y muy finas escasas; el tercer horizonte se presenta en la capa BC se extiende mayor a los 56 cm, textura Franco arenoso con color en húmedo marrón oscuro sin presencia de raíces.

Tabla 6. Descripción de los Horizontes

Horizonte	Profundidad (cm)	Características
Ap	0 – 34	Color en seco marrón amarillo grisáceo (10 YR5/2), en húmedo negro pardusco (10 YR 2/2); Franco arcillo arenosa; bloques subangulares finos y medios moderados; duro en seco, friable en húmedo, plástico y adhesivo; raíces muy finas, finas abundantes, medias comunes; poros muy finos, finos y medios abundantes; pedregoso 5 %; sin reacción al HCl; límite lineal claro.
B	34 – 56	Color en húmedo negro (10 YR 2/1); Franco arcillo arenosa; bloques angulares a subangulares finos y medios moderados; duro en seco, firme en húmedo, plástico y muy adhesivo; raíces muy finas y finas escasas; poros muy finos, finos y medios abundantes; pedregosa media y fina 10 %, gruesa 15 %; sin reacción al HCl; límite lineal claro.
BC	56 y más	Color en húmedo marrón oscuro (7,5 YR 3/3); Franco arenosa; bloques subangulares medios fuerte; friable en húmedo, no plástico y ligeramente adhesivo; poros muy finos, finos y medios abundantes; pedregoso 5 %; sin reacción al HCl.

Fuente: El autor

- **Uso del suelo**

Clase de capacidad de uso: Clase I, s,9. El suelo presenta buena profundidad efectiva, suelos con buen drenaje debido a su textura franca arcilla arenosa, una pendiente que varía del 7 % a 13 %, suelo es utilizado en la agricultura intensiva.

Clase de drenaje: W5. debido a la textura franco arcillo arenoso en todo el perfil da origen a la presencia de poros finos para retener agua y medios por donde drena el agua.

Categoría de suelos para regadío: Categoría 1. El suelo el óptimo para implementar cualquier tipo de riego, con base a su pendiente, permeabilidad, la buena profundidad efectiva

Clases de aptitud frutal: Clase B. suelo con ligeras limitaciones en cuanto a la pendiente, cuenta con una buena profundidad efectiva mayor a 100 cm, clase estructural de franco arcillo arenosa en todo el perfil, una baja salinidad y sin carbonatos

Tabla 7. Análisis físico-químicos de la calicata 2.

Horizonte	Textura	pH	Materia Orgánica (%)	Conductividad eléctrica (mS/cm)
Ap	Franco arcillo arenoso	7,5	2,15	0,49
B	Franco arcillo arenoso	7,8	3,31	0,29
BC	Franco arcillo arenoso	7,7	1,29	0,23

Fuente: El Autor

Dentro de las características químicas y físicas nos dan como resultado que en el primer horizonte tiene un pH de 7,5 prácticamente neutro comparado con el segundo y tercer

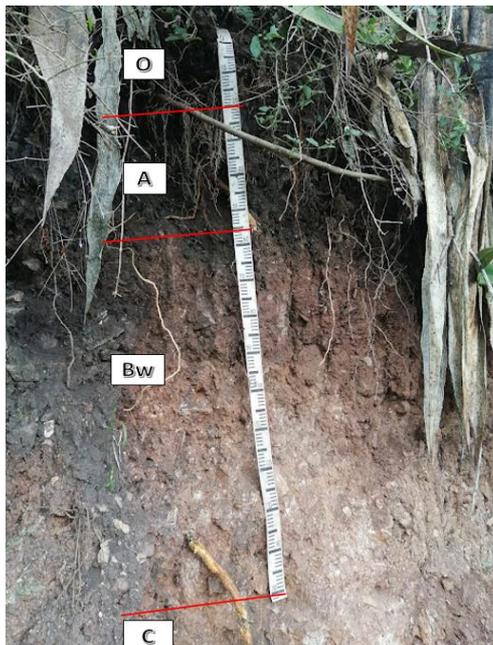
horizonte que es ligeramente alcalino, una textura en los tres horizontes de franco arcillo arenoso, un contenido de materia orgánica bajo en el primer y tercer horizonte, en el segundo horizonte un valor de medio y una conductividad eléctrica no salino en todos los horizontes Tabla 7.

6.1.1.3. Perfil 3

Descripción general del sector

Código	003
Fecha	13-05-2022
Autores	Ing. Jimmy Cordero, Patricio Jiménez
Sitio:	Finca de estudio (Vegetación nativa)
Altitud	1522 msnm
Coordenadas geográficas	677748 E; 9569873 N
Paisaje	Montaña
Forma del terreno	Colina
Condiciones de humedad	Húmedo
Pedregosidad superficial	15 %, tamaño 10- 25cm Θ
Profundidad de la capa freática	No visible
Uso actual o cobertura vegetal	Vegetación Nativa
Drenaje superficial:	Bueno
Clasificación taxonómica preliminar USDA (2014):	Inceptisoles

Figura 17.
Perfil de la calicata 3



Fuente El autor

Descripción general del perfil

Suelo formado por cuatro horizontes minerales: El primer horizonte pertenece a la capa A se extiende desde la superficie hasta los 20 cm, con color negro pardusco, textura franco arcilloso con una pedregosidad del 15% tamaño 10-25cm Θ , presenta una gran

cantidad de materia orgánica en descomposición; El segundo horizonte se forma en la capa AB se extiende de 20cm a 55cm, textura franco, color negro pardusco; el tercer horizonte pertenece a la capa Bw se extiende de 55cm hasta 150cm, color marrón rojizo, textura arcilloso, conformado por gravas ligeramente meteorizadas; y el último horizonte formado por un horizonte C mayor a los 150 cm se observó depósitos aluviales con grabas, arcillas y concentraciones producto de la meteorización de la roca de color marrón rojizo brillante en la matriz 5Y 5/8; las raíces llegan hasta el tercer horizonte.

Tabla 8. Descripción de los Horizontes

Horizonte	Profundidad (cm)	Características
A	0 – 20	Color en húmedo; negro pardusco (10YR 2/2), franco arcilloso; bloques angulares; fragmentos gruesos de grava media y gruesa en un 25 %; firme en húmedo, ligeramente plástico y ligeramente adhesivo; raíces muy finas, finas, medias abundantes y gruesas comunes; poros muy finos, finos, medios abundantes, y gruesos; pedregosidad 15 %; sin reacción al HCl; límite lineal claro.
AB	20 – 55	Color en seco negro pardusco (10YR 2/2), en húmedo negro (10YR 2/1); franco; bloques subangulares de tamaño medio con grado moderado; suave en seco, muy friable en húmedo; plástico y adhesivo; raíces muy finas, finas, medias abundantes, y gruesas; poros muy finos, finos, medios abundantes, gruesos abundantes; sin reacción al HCl; límite lineal claro.
Bw	55 - 150	Color en seco marrón rojizo (10R 5/4), en húmedo marrón rojizo (10R 4/4); arcilloso; bloques subangular gruesos de grado fuerte, extremadamente duro en seco, en húmedo friable; muy plástico y muy adhesivo; raíces muy finas y medias comunes, gruesas escasas; poros muy finos, finos, medios abundantes, gruesas escasas; sin reacción al HCl; límite lineal claro.

Fuente: el autor

- **Uso del suelo**

Clase de capacidad de uso: Clase VII, e,1. El suelo tiene una fuerte pendiente lo cual hace difícil las labores agrícolas, a pesar de tener una buena profundidad efectiva de 150 cm, la pendiente da origen a riesgos de erosión que aún no se presentan por la vegetación natural que tiene.

Clase de drenaje: W5. Debido a la clase textural presente en todo el horizonte y a su profundidad efectiva permiten una capacidad optima de retención de agua.

Categoría de suelos para regadío: Categoría 4, t. la difícil elección de cultivos debido a su pendiente requiere practicas especiales de tratamiento, manejo y conservación.

Clases de aptitud frutal: Clase D. se evidencia una profundidad efectiva bastante buena, una pendiente que puede llevar a una erosión severa sino se aplica prácticas de conservación

Tabla 9. Análisis físico-químicos de la calicata 3.

Horizontes	Textura	pH	Materia Orgánica	Conductividad eléctrica (mS cm ⁻¹)
A	Franco arenoso	7,5	5,69	0,57
AB	Franco arcilloso	7,8	1,66	0.61

Bw	Franco arcillo arenoso	7,8	0,62	0,48
----	------------------------	-----	------	------

Fuente El autor

El primer horizonte presenta un pH de 7,5 prácticamente neutro comparado con el segundo y tercer horizonte que es ligeramente alcalino; una textura franco arenoso para el primer horizonte, franco arcilloso en el segundo horizonte, y franco arcillo arenoso en el tercer horizonte; un contenido de materia orgánica alto en el primer horizonte, en el segundo y tercer horizonte un valor de bajo y una conductividad eléctrica no salino en todos los horizontes

Tabla 9.

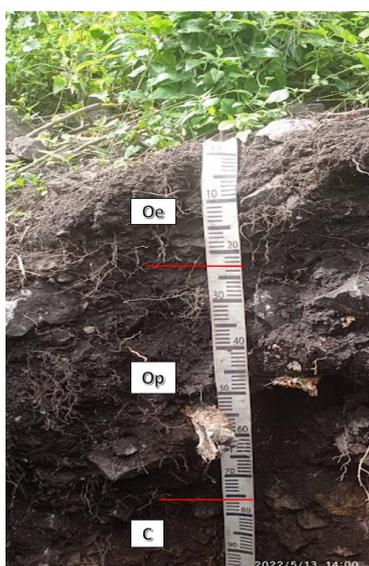
6.1.1.4. Perfil 4

Descripción general del sector

Código	004
Fecha	13-05-2022
Autores	Ing. Jimmy Cordero, Patricio Jiménez
Sitio:	Finca de estudio (café)
Altitud	1512 msnm
Coordenadas geográficas	678069 E; 9569548 N
Paisaje	Montaña
Forma del terreno	Colina
Condiciones de humedad	Húmedo
Pedregosidad superficial	35-50%, tamaño 10- 25cm Ø
Material aluvial	No visible
Profundidad de la capa freática	No visible
Uso actual o cobertura vegetal	Cultivo de café
Drenaje superficial:	Bueno
Clasificación taxonómica preliminar USDA (2014):	Inceptisoles

Figura 18.

Perfil de la calicata 4



Fuente El autor

Descripción general del perfil

Suelo joven presenta tres horizontes: el primer horizonte Ap de 23 cm de espesor, que muestra un color gris pardusco, textura franco arcilloso, presencia de actividad biológica *Messor capitatus*; un horizonte AB que va desde los 23 hasta 76 cm con color negro, textura franco arcilla arenosa; y el tercer horizonte C mayor a los 76 cm con presencia de fragmentos gruesos, gravas gruesas, medias y finas en un 75%, se evidencio presencia de raíces en todo el perfil.

Tabla 10. Descripción de los Horizontes

Horizonte	Profundidad (cm)	Características
Ap.	0 – 23	Color en seco gris pardusco (10YR 4/1) en húmedo negro (10YR 2/1); franco Arcilloso; bloques Subangulares; fragmentos gruesos de grava fina, media y gruesa en un 25 %; y piedra 15 %, plástico y adhesivo; ligeramente duro en seco y friable en húmedo; raíces muy finas, finas y medias abundantes; poros muy finos, finos y medios abundantes; pedregosidad superficial abundante 35-50 %; subsuperficial moderada 15- 35 %; sin reacción al HCl; límite lineal claro.
AB	23 – 76	Color en húmedo negro (10YR 2/1); franco arcilla arenosa; bloques subangulares de tamaño medio con grado fuerte; plástico y adhesivo; firme en húmedo; raíces muy finas, finas, medias abundantes, y gruesas comunes; poros muy finos, finos, medios abundantes; sin reacción al HCl; límite lineal claro.
C	76 y más	raíces muy finas y finas comunes, fragmentos gruesos, grava fina media y gruesa en un 75 %

Fuente: El autor

- **Uso del suelo**

Clase de capacidad de uso: Clase VI, e,4. La pendiente dificulta las labores agrícolas la selección de cultivos, dando problemas de erosión a futuro, una poca profundidad efectiva, también existe presencia de piedras en los horizontes.

Clase de drenaje: W5. Debido a la clase textural presente en todo el horizonte y a su profundidad efectiva permiten una capacidad optima de retención de agua.

Categoría de suelos para regadío: Categoría 4, t. la pendiente influye en la elección de cultivos y por consecuencia requiere practicas especiales de tratamiento, manejo y conservación.

Clases de aptitud frutal: Clase D. se evidencia una profundidad efectiva bastante buena, una pendiente que puede llevar a una erosión severa sino se aplica prácticas de conservación.

Tabla 11. Análisis físico-químicos de la calicata 4.

Horizonte	Textura	pH	Materia Orgánica (%)	Conductividad eléctrica (mS cm ⁻¹)
Ap	Franco arenoso	8	10,13	0,79
AB	Franco arcillo arenoso	7,9	5,13	0,44

Fuente El autor

Los horizontes presentan un pH ligeramente alcalino; una textura franco arenoso para el primer horizonte, franco arcilloso arenoso en el segundo horizonte; un alto contenido de materia orgánica en los dos horizontes y una conductividad eléctrica no salino en los horizontes Tabla 10.

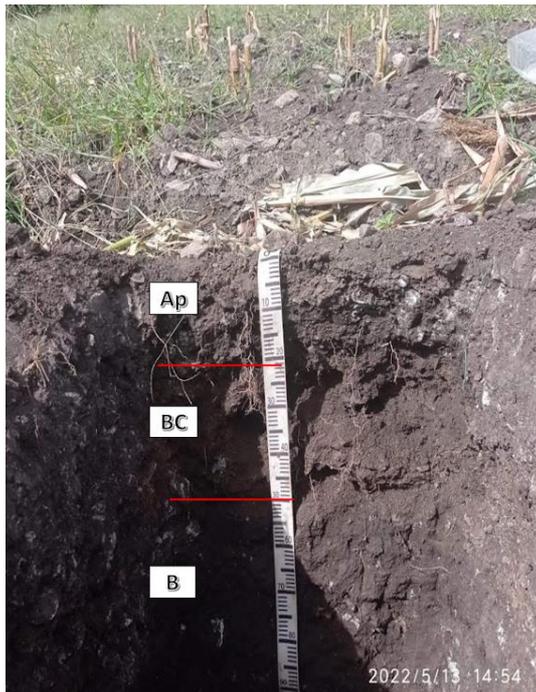
6.1.1.5. Perfil 5

Descripción general del sector

Código	005
Fecha	13-05-2022
Autores	Ing. Jimmy Cordero, Patricio Jiménez
Sitio:	Finca de estudio (área agrícola)
Altitud	1512 msnm
Coordenadas geográficas	678164 E; 9569389 N
Paisaje	Pie de Montaña
Forma del terreno	Terraza alta
Condiciones de humedad	Húmedo
Pedregosidad superficial	35-50%, tamaño 10- 25cm Ø
Material aluvial	Si visible
Profundidad de la capa freática	No visible
Uso actual o cobertura vegetal	Cultivo de maíz, frejol, pepino
Drenaje superficial:	Bueno
Clasificación taxonómica preliminar USDA (2014):	Entisol

Figura 19.

Perfil de la calicata 5



Fuente: El autor

Descripción general del perfil

Suelo Joven compuesto por tres horizontes: El primer horizonte pertenece a la capa Ap se extiende desde 0 cm hasta 21 cm, de textura franco arenoso y color gris pardusco; El segundo horizonte se forma en la capa BC se extiende de 21 hasta 50 cm, de color marrón opaco y franco arenoso, en este horizonte se evidencia depósitos aluvial con gravas finas, medios, gruesos en 40%; Y finalmente el ultimo horizonte B mayor a los 40 cm de profundidad, color negro, textura Franco arcilloso, es un horizonte enterrado por los depósitos aluviales de la montaña, presencia de raíces en todo el perfil.

Tabla 12. Descripción de los Horizontes

Horizonte	Profundidad (cm)	Características
Ap	0 – 21	Color en seco gris pardusco (10YR 4/1) en húmedo negro (10YR 2/1); Franco Arenoso; bloques Subangulares; fragmentos gruesos de grava fina en un 15 % y media en un 5 %; ligeramente duro en seco y friable en húmedo, plástico y adhesivo; raíces muy finas, finas, medias abundantes; poros muy finos, finos, medios abundantes; pedregosidad superficial de guijarros y piedras abundante 35-50 %; gravas y gravas gruesas moderada de 20 a 40 %; sin reacción al HCl; límite lineal claro.
BC	21 – 50	Color en húmedo marrón opaco (7,5YR 5/4); franco arenoso; bloques subangulares de tamaño fino y medio con grado débil; muy friable en húmedo; no plástico, no adhesivo; raíces muy finas, finas abundantes y medias comunes; poros muy finos, finos, medios abundantes; sin reacción al HCl; límite lineal claro.
B	50 y más	Color en húmedo negro (10YR 2/1); franco arcilloso; fragmentos gruesos de grava fina y media en un 5 %; plástico y adhesivo; bloques subangulares de tamaño fino y medio con grado fuerte; firme en húmedo raíces muy finas y finas comunes; poros muy finos, finos y medios abundantes; sin reacción al HCL; limite lineal claro

Fuente: El autor

- **Uso del suelo**

Clase de capacidad de uso: Clase IV, e, 9. Tiene buena profundidad efectiva que puede adaptarse a cualquier cultivo, se evidencia un relieve ondulado y disectado con una pendiente de 19 % debido a su clase textural baja retención de agua

Clase de drenaje: W6. debido a su clase textural franco arenoso en la mayor parte del pedón tiene una baja retención de agua

Categoría de suelos para regadío: Categoría 2, t. el suelo presenta una buena clase textural para el regadío, es un área casi plana y una buena profundidad efectiva de 100 cm.

Clases de aptitud frutal: Clase D. el suelo tiene una pendiente de 19 % la erosión es moderada debido a que se maneja un riego con caudales máximos no erosivos, su clase textural da origen a que el suelo tenga una alta permeabilidad.

Tabla 13. Análisis físico-químicos de la calicata 5.

Horizonte	Textura	pH	Materia Orgánica (%)	Conductividad eléctrica (mS cm ⁻¹)
Ap	Franco arenoso	7	4,95	0,44
BC	Franco arenoso	7,5	2,03	0,48
B	Franco arcillo arenoso	7,7	3,66	0,36

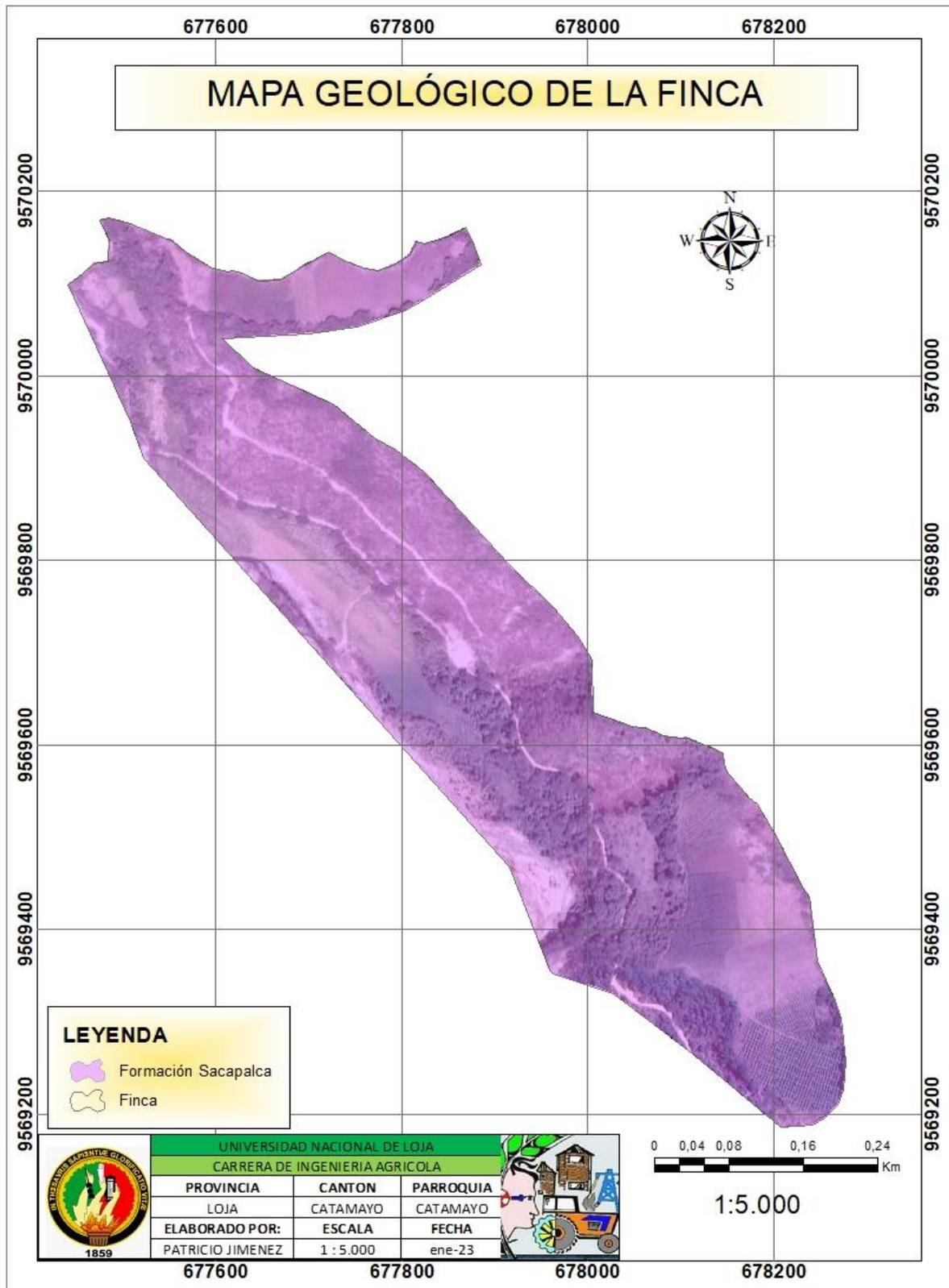
Fuente El autor

El primer horizonte presenta un pH neutro comparado con el segundo y tercer horizonte que va de prácticamente neutro a ligeramente alcalino; una textura franco arenoso para el primer y segundo horizonte, y franco arcillo arenoso en el tercer horizonte; un contenido de materia orgánica alto en el primer horizonte, en el segundo y tercer horizonte un valor de bajo y una conductividad eléctrica no salino en todos los horizontes Tabla 12.

6.1.2. Geología.

La finca en estudio se encuentra asentada sobre la formación Sacapalca, el cual está constituido por lavas andesíticas con capas piroclásticas intercaladas y basalto, dentro de la finca se encontró granodiorítico que muestra variaciones a granito, con textura fanerítica de grano medio a grueso, compuesto por plagioclasa, feldespato alcalino, cuarzo, biotita, micas, hornblenda y también se encontró presencia de minerales ferromagnesianos.

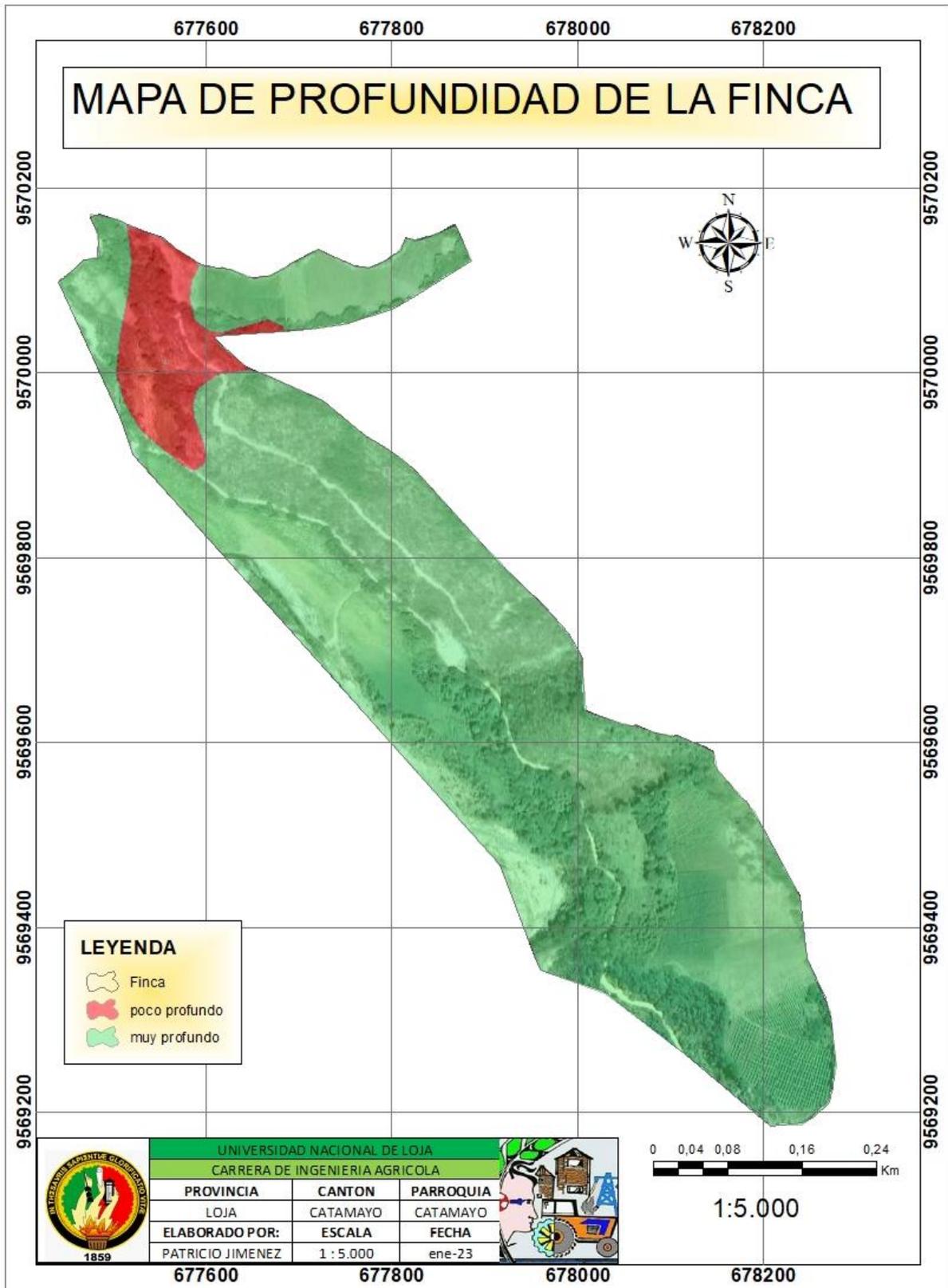
Figura 20.
Mapa geológico de la finca.



Elaborado por: El autor
Fuente: MAG-SIGTIERRAS, 2018. Datos de campo.

6.1.3. Variables edáficas

Las variables edáficas nos brindan información sobre el estado de la finca las mismas que son la profundidad efectiva, textura y pH.



- **Profundidad efectiva**

La profundidad efectiva dentro de la finca mediante las barrenaciones se evidencio una buena profundidad que va desde los 50 cm hasta 150 cm que abarca un área de 23,34 ha corresponde al 92,18 %, y un suelo superficial con profundidad menor a 50 cm que representa el 7,82 % con 1,98 ha de la finca Figura 21.

Figura 21.

Mapa de Profundidad De La Finca.

Elaborado por: El autor

Fuente: (MAG-SIGTIERRAS, 2018) Datos de campo

- **Textura**

En la finca de estudio predomina una textura fina (FcAc, FcAcLo, Lo, AcAo, AcLo, Ac) con 14,28 ha que corresponde al 56,4 %, seguidamente 10,74 ha son de textura media (FcAo, FcLo, Fc, FcAcAo) con 42,42 % del total de la superficie y finalmente la textura gruesa (Ao, AoFc) 0,3 ha que representa el 1,18 % **(Ver mapa en Anexo 1)**.

- **pH**

La finca presenta valores de pH mayores a 6,5, el área donde se encuentra un pH prácticamente neutro es de 6,71 % que equivale a 1,7 ha y el 93,29 % del total de la finca se categorizo como alcalino correspondiente a 23,63 ha **(Ver mapa en Anexo 2)**.

- **Pendiente**

Se determinaron pendientes desde 0 % hasta mayores de 70 %; se categorizo la zona plana con pendiente de 0 a 12 % que representa el 19,60 % con un área de 4,95 ha; la zona ligeramente plana con pendiente de 12 a 24 % ocupa el 22,13 % siendo 5,59 ha; la pendiente ondulada con rango de 24 a 50 % abarca el 21,64 % corresponde a 5,5 ha.

La zona escarpada con pendiente de 50 a 70 % ocupa el 15,3 % con un área de 3,91 ha, y la zona donde existen problemas de erosión son las pendientes mayores a 70 % representa el 21,33 % que corresponden a un área de 5,39 ha **(Ver mapa en Anexo 3)**.

6.1.4. Régimen climático

6.1.4.1. Zonas de vida

La finca de estudio presenta 2 zonas de vida como se muestra en la Figura 22.

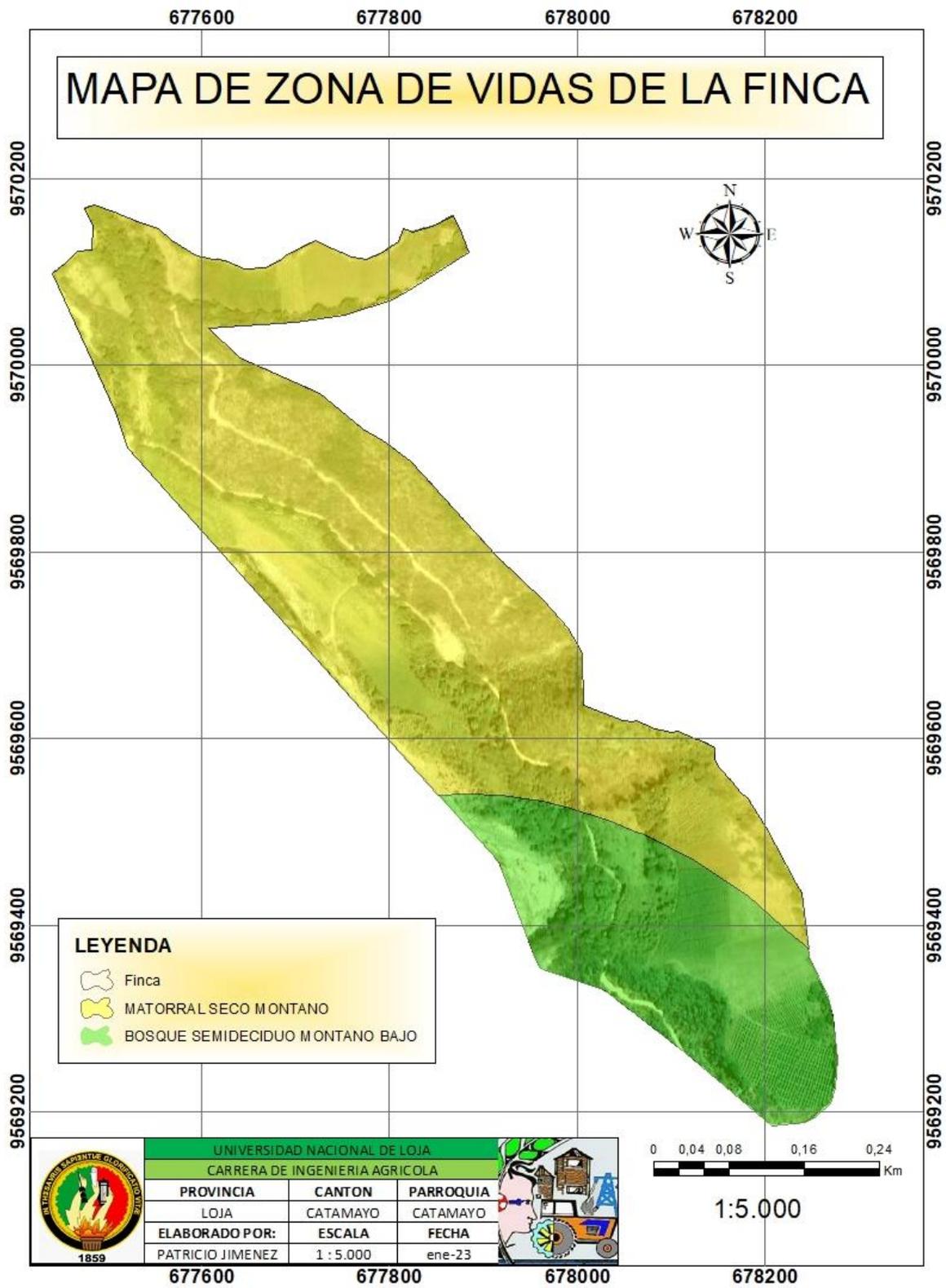
Tabla 14. Zonas de vida en la finca.

Nº	Categoría	Área (ha)	%
1	Matorral seco montano	18,36	72,50
2	Bosque semideciduo montano bajo	6,96	27,50

Fuente El autor

La zona matorral seco montano abarca el 72,5 % de la finca con 18,36 ha, presenta una importante riqueza y una alta tasa de endemismo, el bosque semideciduo montano bajo por sus características de perder el follaje en los periodos de sequía, representa el 27,50 % que equivale a 6,96 ha Tabla 14.

Figura 22.
Mapa de zona de vidas de la finca.



Elaborado por: El autor
Fuente: MAG-SIGTIERRAS, 2018.CIT 2020.

6.1.4.2. Temperatura y precipitación

La finca cuenta con una temperatura media anual 20,7 °C, lo cual influye en la selección de los cultivos a introducir en la finca y su posible rendimiento, al igual en el ámbito ganadero; la precipitación media 772 mm año⁻¹.

La finca varía en los datos climáticos con la estación de Catamayo debido a que está en el límite con la parroquia el Cisne y la parroquia Chuquiribamba, las mismas que tienen una precipitación anual alta. (Ver mapa de temperatura Anexo 5 y precipitación en Anexo 6).

6.1.5. Cobertura vegetal

El mapa de cobertura vegetal y uso actual Figura 23 se observó la distribución de la cobertura y el uso actual de la finca, la producción agrícola tiene mayor incidencia después del matorral o vegetación nativa en comparación con los pastizales y plantaciones forestales como se ve en la Tabla 15.

Tabla 15. Cobertura vegetal.

Nº	Categoría	Área (ha)	%
1	Cultivos	8,02	31,68
2	Pastizal	1,19	4,70
3	Plantación Forestal	0,57	2,27
4	Matorral	15,53	61,35

Fuente El autor

6.1.5.1. Cultivos

Las áreas de cultivos son con fines comerciales a gran escala, principalmente son monocultivos entre los cuales tenemos caña, maíz, frejol, tomate, habichuela, maracuyá, cebolla, pimiento, papaya, etc., de una manera aleatoria cada que finaliza el ciclo de cultivo, la agricultura en la finca representa el 31,68 % del área total con un área de 8,02 ha.

6.1.5.2. Pastizal

Áreas destinadas para el pastoreo del ganado no a gran escala solo de subsistencia, los mismos que se encuentran desprovistas de árboles o de matorral, ocupa el 4,7 % con un área de 1,19 ha.

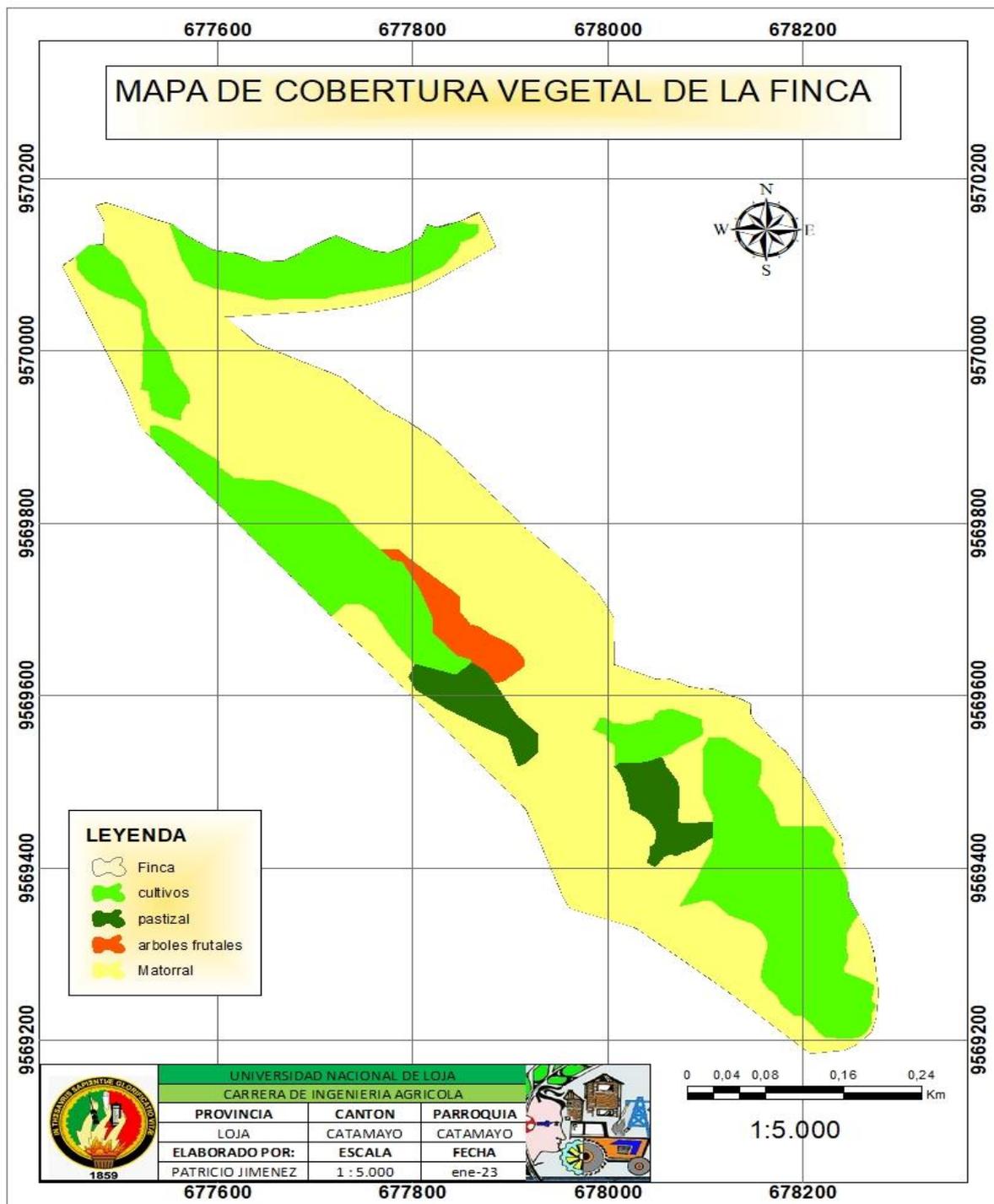
6.1.5.3. Plantación Forestal

En la finca esta área se encuentra plantaciones de árboles frutales que fueron sembrados por el dueño de la finca con la finalidad de vender su producción, esta zona representa 2,27 % que corresponde 0,57 ha del total de la finca.

6.1.5.4. Matorral

El matorral se caracteriza por la presencia de suelo degradado y la vegetación natural que se ha formado con el pasar de los tiempos, ocupa el 61,35 % de la superficie con 15,53 ha de la finca.

Figura 23.
Mapa de cobertura vegetal de la finca.

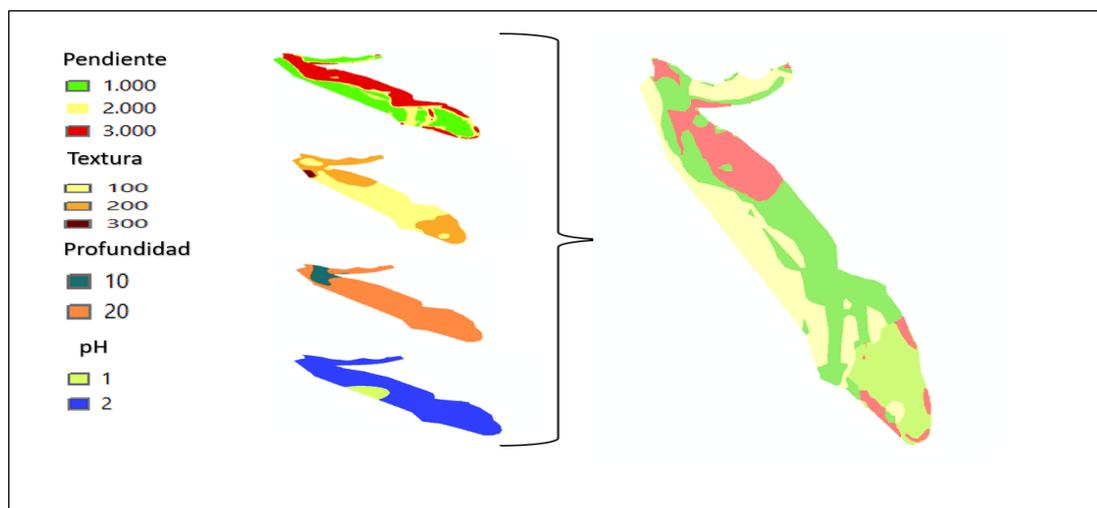


Elaborado por: El autor
Fuente: Datos de campo

6.1.6. *Uso potencial*

Realizado el cruce de información del análisis de pendientes, las variables edáficas como la profundidad, pH, y textura como se muestra en la Figura 24.

Figura 24.
Cruce de información para obtener el uso potencial del suelo.



Elaborado por: El autor
Fuente: Datos de campo.

El uso potencial de la finca se muestra en la tabla 16.

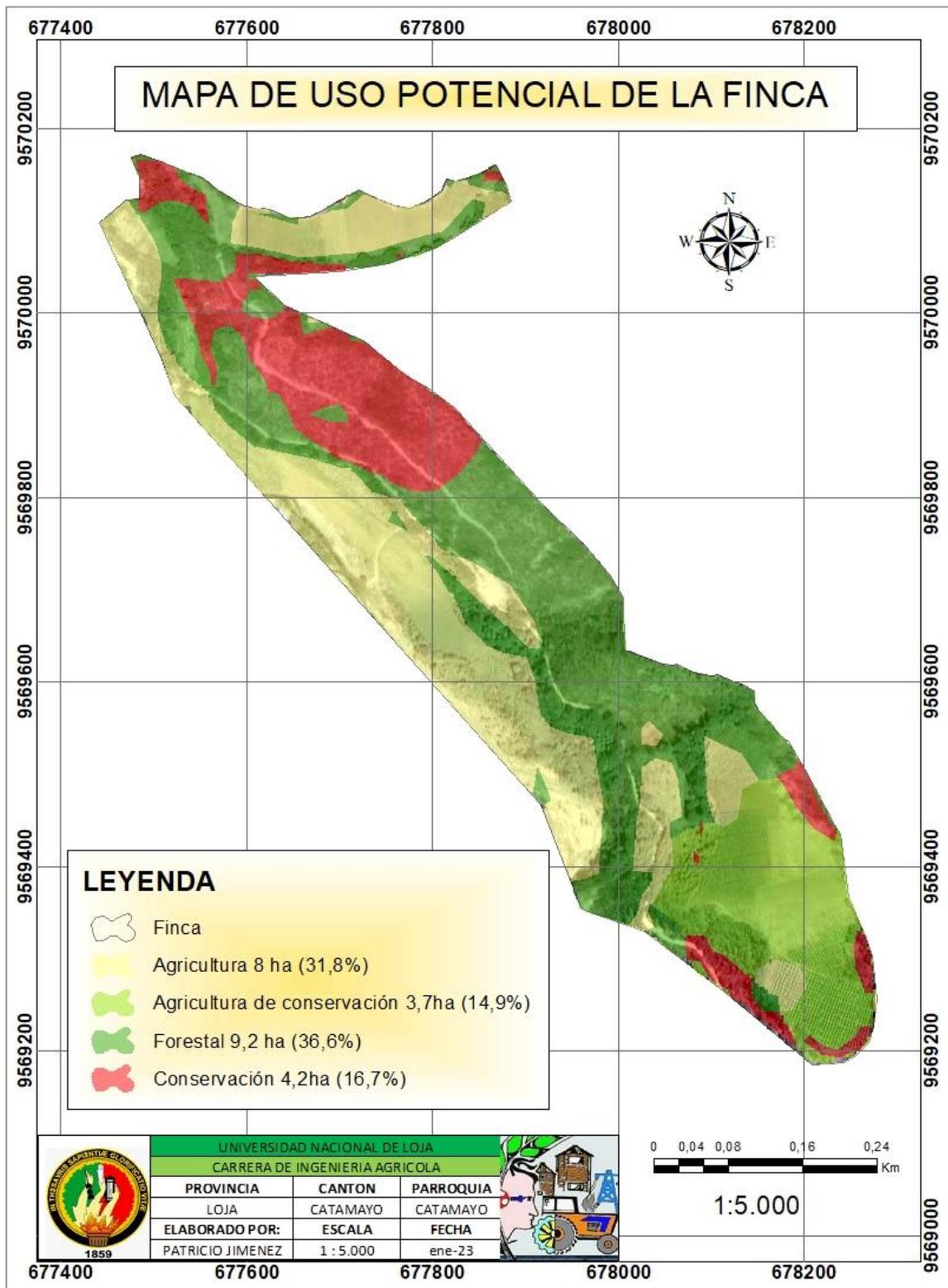
Tabla 16. Uso potencial de la finca.

Nº	Categoría	Área (ha)	%
1	Agricultura tradicional	8	31,8
2	Agricultura de conservación	3,74	14,9
3	Forestal	9,21	36,6
4	Conservación	4,21	16,8

Fuente El autor

La agricultura tradicional representa 31,8 % de la finca que corresponde a 8 ha; la agricultura de conservación el 14,9 % con 3,74 ha; la zona forestal el 36,6 % que corresponde a 9,21 ha; y la zona destinada a la conservación del suelo el 16,8 % con 4,21 ha, como se puede evidenciar en la Figura 25.

Figura 25.
Mapa de uso potencial de la finca.



Elaborado por : El autor
Fuente: MAG-SIGTIERRAS, 2018.Datos de campo

6.1.7. Conflictos de uso

Los conflictos de uso es el resultado del cruce de información del uso potencial y el uso actual del suelo, permitiendo analizar la intervención y degradación de los recursos naturales.

Los resultados se detallan en la Tabla 17.

Tabla 17. Conflictos de uso de suelos.

Nº	Categoría	Área (ha)	%
1	Subuso	6,8	26,8
2	Adecuado	9,86	39
3	Sobreuso	8,46	33,4
4	Vías e infraestructura	0,2	0,8

Fuente El autor

La superficie subutilizada es de 26,8 % que representa 6,8 ha, mientras que 9,86 ha, representa el sobreuso 33,4 % de la finca; el porcentaje del uso adecuado es del 39 % con 9,86 ha, al ser un valor elevado el uso adecuado nos indica que el estado natural de la finca se ha conservado, y que las propuestas de mejoramiento se deben priorizar en cuanto a los rendimientos y rentabilidad de la producción, así mismo tener el control equilibrado del ecosistema.

6.1.8. Análisis de accesibilidad

La finca tiene una alta accesibilidad en dirección a la parroquia de Catamayo y a la parroquia del Cisne, así mismo dentro de la finca se encuentran vías bien distribuidas a cada sector agrícola.

La accesibilidad de la finca se detalla en la Tabla 18.

Tabla 18. Accesibilidad de la finca.

Nº	Categoría	Área (ha)	%
1	Fácil acceso	13,18	52
2	acceso moderado	8,81	34,8
3	difícil acceso	3,33	13,1

Fuente El autor

El 52 % de la superficie de la finca con 13,18 ha, tienen una fácil accesibilidad; mientras que el 34,8 % equivalente a 8,81 ha, presenta un acceso moderado por las condiciones que lo caracterizan, y de difícil acceso el 13,1 % con 3,33 ha, dificultan en ingreso para las actividades agrícolas.

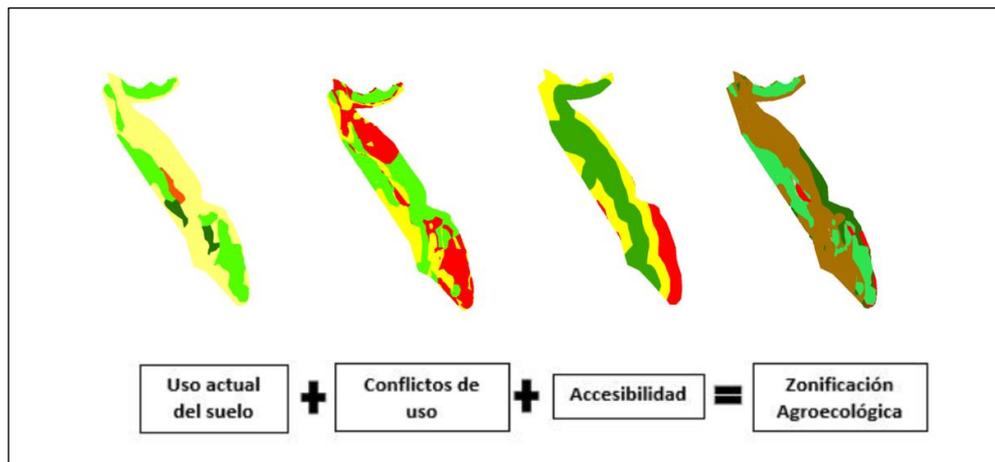
6.1.9. Zonificación agroecológica

Para la formulación del plan de uso del suelo para la finca se procedió a través de la zonificación agroecológica que permite relacionar el uso actual, los conflictos de uso del suelo (obtenido de relacionar el uso potencial y el uso actual del suelo); y la accesibilidad dentro de la finca Figura 27.

El resultado del cruce de la información brinda las categorías de uso del suelo recomendado para la finca, para lo cual se puso énfasis en propuestas de desarrollo y mejoramiento Figura 26.

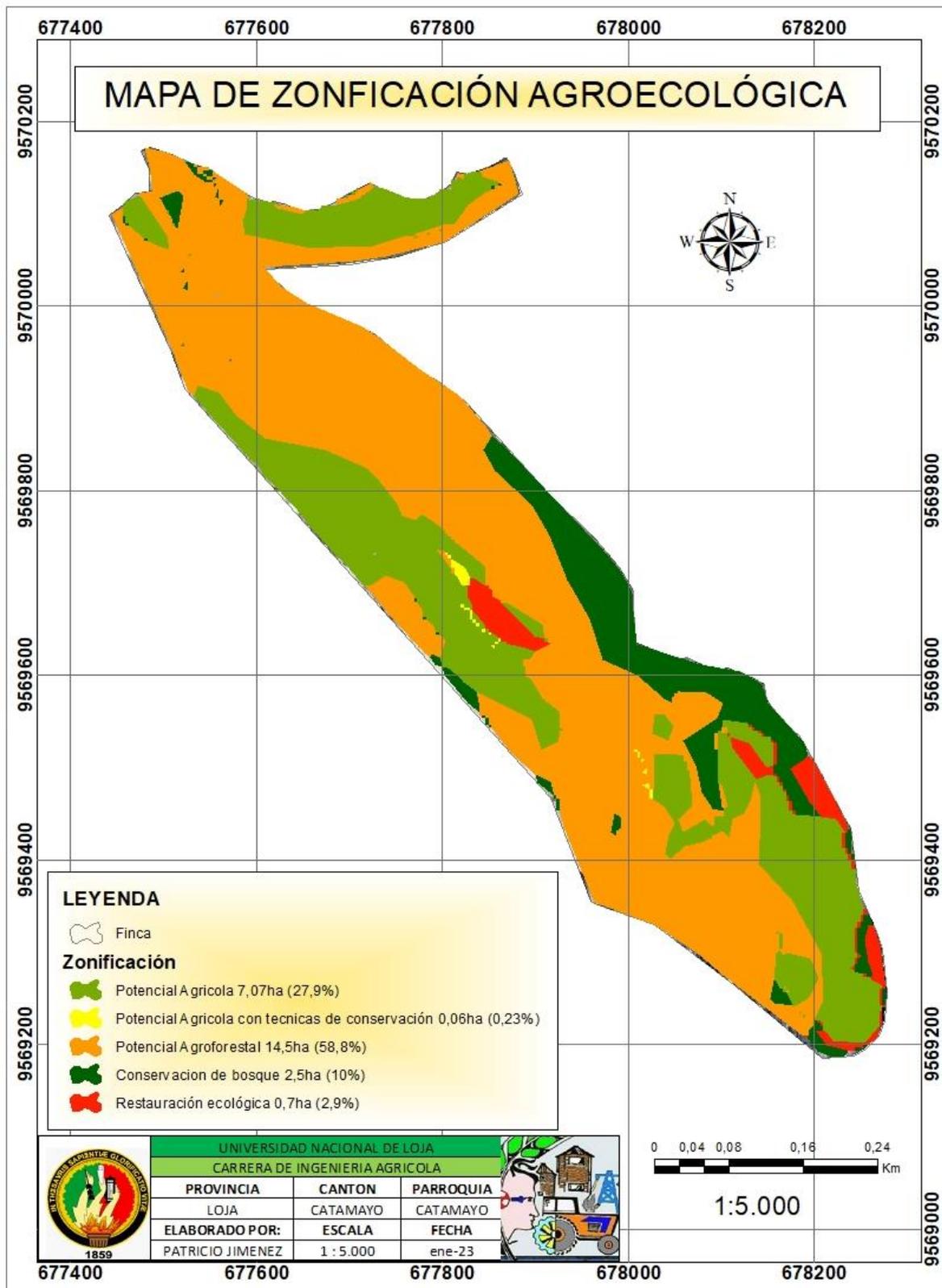
Figura 26.

Cruce de información para obtener la zonificación agroecológica.



Elaborado por: El autor
Fuente: Datos de campo.

Figura 27.
 Mapa de zonificación agroecológica de la finca.



Elaborado El autor
Fuente: Datos de campo.

6.1.9.1. Zona de potencial agrícola

La finalidad de la categoría es aprovechar las condiciones del suelo con la finalidad de no deteriorar el recurso, y obtener una mayor producción.

El área destinada al potencial agrícola se encuentra distribuida de manera aleatoria en la finca, abarca el 27,91 % del total de la superficie que corresponde a 7,07 ha; tiene una temperatura media anual de 20,8 °C, una precipitación media anual de 772,8 mm, con pendientes que van desde 0 % hasta el 24 %, con texturas francos arenosas, suelo profundos y pH que van desde prácticamente neutros a neutros.

El área está actualmente ocupada por cultivos con un manejo tradicional sin una debida planificación, cuenta con una buena accesibilidad.

6.1.9.2. Zona de potencial agrícola con técnicas de conservación

La categoría tiene la finalidad de aprovechar el recurso utilizando prácticas de conservación, así mismo un manejo del riego evitando la erosión.

La zona presenta un área de 0,06 ha que corresponde a 0,23 %, presenta pendiente de 24 a 50 %, un suelo con textura franco, poco profundos, pH que van de neutros a alcalinos y una pedregosidad regular, temperatura media anual de 20,8 °C, precipitación media anual de 772,8 mm.

El uso actual de esta zona se encuentra matorral y árboles frutales sin considerar factores de relieves, climáticos y edáficos.

6.1.9.3. Zona de potencial agroforestal

La zona de mayor extensión para la finca de estudio abarca un área de 14,52 ha, representada por 58,8 % del total de la superficie, tiene una temperatura media anual de 20,8 °C, precipitación media anual de 772,8 mm, presenta pendientes que van de 24 a 50 % y mayores a 50 %, suelo de textura franco a franco arenosos, pH de neutros a alcalinos, suelos superficiales a muy profundos, la accesibilidad va de fácil acceso a moderado. El uso actual de esta área está formado por matorral.

6.1.9.4. Conservación de bosque

La categoría tiene como objetivo conservar el bosque con fines de belleza escénica, recreación y/o investigación ecológica.

La zona presenta un área de 2,5 ha que corresponde a 10 % de la superficie, presenta pendiente mayor al 50 %, un suelo con textura franco, profundos, pH alcalinos y una pedregosidad regular, temperatura media anual de 20,8 °C, precipitación media anual de 772,8 mm, el uso actual de esta zona se encuentra matorral y vegetación nativa.

6.1.9.5. Restauración ecológica

La categoría tiene la finalidad de planificar técnicas y estrategias para iniciar o acelerar la recuperación de un ecosistema que este degradado, dañado por causas naturales o intervención del hombre.

La zona presenta un área de 0,74 ha que corresponde a 2,94 %, presenta pendiente de 24 a 50 % y mayores a 50 %, un suelo con textura franco, profundos, pH que van de neutros a alcalinos y una pedregosidad regular, temperatura media anual de 20,8 °C, precipitación media anual de 772,8 mm, el uso actual de esta zona se encuentra matorral y vegetación nativa.

6.2. Formular una propuesta de uso del suelo en base a su aptitud.

En la finca realizado el estudio existe áreas, que exigen una planificación adecuada, presenta erosión natural (mala calidad del suelo, fuerte pendiente en laderas) y antrópico, la explotación de zonas de agricultura convencional es imprescindible para el desarrollo económico.

6.2.1. Plan de uso del suelo

Con base a la zonificación agroecológica y su respectivo análisis, se elaboró el plan de uso del suelo con el fin de lograr resultados en un desarrollo potencial en la producción agrícola, agroforestal, restauración y de conservación de la finca.

6.2.2. Visión de la finca en 5 años

En 5 años el dueño de la finca, tenga la idea clara de organizar y planificar las actividades en mejora de la producción agrícola, evitar el deterioro de los recursos aprovecharlos de una manera sustentable y sostenible, formar una finca modelo con infraestructura de primera en el desarrollo agrícola, pecuaria y agroforestal, generadora de empleo en beneficio de la economía local.

6.2.3. Objetivos estratégicos

El plan de uso de suelo de la finca tiene los siguientes objetivos estratégicos:

- Tecnificar la producción y comercialización de verduras y hortalizas en las zonas destinadas a esta actividad.
- Promover y fortalecer el desarrollo de técnicas de conservación y tecnologías en manejo de sistemas de riego para generar mayor rentabilidad.
- Fomentar la producción agroforestal con fines de conservación.

- Conservar y proteger las áreas ecológicas que garanticen un buen manejo de los recursos naturales.

6.2.4. Políticas

Las políticas en las que se enmarca el plan de uso del suelo se enfocan en lograr potencializar el uso adecuado de los recursos y mejorar la producción agrícola y pecuaria.

- Capacitación, organización y planificación de los trabajadores de la finca.
- Promover la producción de verduras, hortalizas y frutales de mayor rentabilidad.
- Manejo sostenido de sistemas agroforestales

6.2.5. Programa de producción agrícola y agroforestal

El programa tiene como finalidad una planificación en los patrones de cultivos basados en la demanda del mercado, considerando prácticas de conservación para evitar el deterioro del suelo e incorporar abonos verdes y enmiendas orgánicas para una mayor producción en mejora de la economía de la familia.

El área destinada para el programa cubre el 87 % de la superficie con 22,03 ha, estas tierras tienen su potencialidad para ser explotadas entre ellas tenemos suelos moderadamente profundos a muy profundos, de textura franca a franco arenoso, presenta una temperatura media anual de 20,8 °C, una precipitación media anual de 772,8 mm.

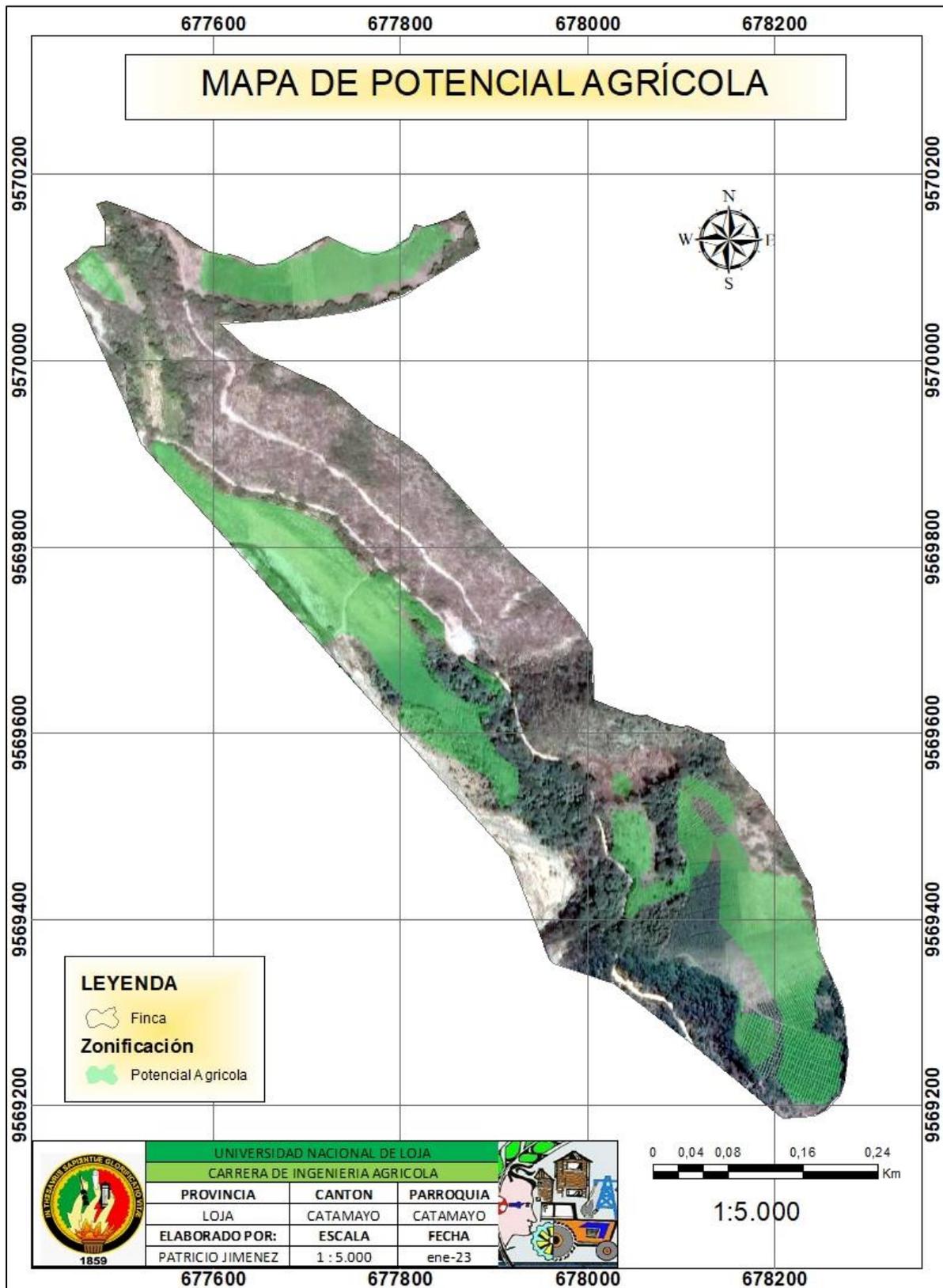
El programa tendrá la visión de planificar las actividades, analizar el mercado y la rentabilidad de cada cultivo que se implante en la finca.

6.2.5.1. Proyecto: Potenciación de la producción de cultivos de ciclo corto

Antecedentes

La finca en estudio es productora de verduras y hortalizas a gran escala que abastece el autoconsumo y a los mercados, abarca el 27,91 % del total de la superficie que corresponde a 7,07 ha; tiene una temperatura media anual de 20,8 °C, una precipitación media anual de 772,8 mm, con pendientes que van desde 0 % hasta el 24 %, con texturas francos arenosas, suelo profundos y pH que van desde prácticamente neutros a neutros, esta zona no presenta afloramiento rocosos, las vías que llegan a esta zona le dan una buena accesibilidad, la cobertura vegetal en su totalidad corresponde a cultivos, los mismos que se caracterizan por una agricultura tradicional con poca tecnificación, mano de obra familiar y una baja producción, en cuanto a la comercialización tienen que ajustarse a los precios de los intermediarios resultando una baja rentabilidad Figura 28.

Figura 28.
Mapa de potencial agrícola de la finca.



Elaborado por: El autor

Fuente: MAG-SIGTIERRAS, 2018. Datos de campo.

Objetivos

- Planificar las actividades agrícolas
- Mejorar la producción y productividad con implementación de nuevas tecnologías

Metodología

Para mejorar la productividad de verduras, se comenzará con la introducción de semillas mejoradas (tomate, cebolla, frejol, maíz, maracuyá, pimiento, etc.) y la tecnificación del riego; a ello se sumarán capacitaciones teórico-practico cada tres meses con temas de planificación de fincas, fertilización, agroecología, control fitosanitario y mercadeo con la finalidad de que el productor maneje toda la cadena de producción y mercado.

Resultados esperados

- 7,07 ha cultivadas de verduras
- Cada integrante de la familia tendrá su rubro.
- Mercado de consumo definidos.
- Empresa familiar estructurado y funcionando.

Presupuesto

Tabla 19. Costo total del proyecto de producción.

Rubro	Unidad	cantidad	V. unitario	V. total (ha)
siembra de maíz (choclo)	Ha	1	1066,75	1066,75
siembra de tomate	Ha	1	12500	12500
siembra de frejol	Ha	1	500	500
siembra de maracuyá	Ha	1	500	500
siembra de pimiento	Ha	1	1243,75	1243,75
siembra de cebolla	Ha	1	1000	1000
Capacitaciones	USD	3	200	600
TOTAL, COSTOS DE PRODUCCIÓN				17410,5

Fuente El autor

6.2.5.2. Proyecto: Potenciación de producción de hortalizas con técnicas de conservación.

Antecedentes

Esta zona ocupa un área de 0,06 ha, presenta una pendiente pronunciada de 24 a 50 %, un suelo con textura franco, poco profundos, pH que van de neutros a alcalinos y pedregosidad regular, temperatura y precipitación media anual de 20,8 °C y 772 mm.

El estado actual se encuentra matorral con presencia de unos árboles que no aportan a la conservación, al igual que el riego es realizado por gravedad y al tener tal pendiente ocasiona problemas de erosión.

Objetivos

- Fomentar los policultivos para mejorar la productividad de hortalizas vinculadas al autoconsumo
- Promover técnicas de conservación

Metodología

La metodología para el proyecto se la realizará mediante capacitación y búsqueda de información de policultivos (col, lechuga, acelga, cebolla puerro, etc.) la construcción de terrazas a través de la pendiente y separadas por paredes verticales protegidos por vegetación, se dividirá a modo de parcelas y se implantará los cultivos ya seleccionados, buscando semillas mejoradas con la finalidad de aumentar la producción.

Resultados esperados

- Las terrazas ya elaboradas
- Hortalizas para cada parcela ya definida
- Capacitados en técnicas de conservación

Presupuesto

Tabla 20. Costo total del proyecto de producción.

Rubro	Unidad	cantidad	V. unitario	V. total (ha)
Construcción de terrazas agrícolas	M ²	3	1680,00	5040,00
siembra de lechuga	Ha	0,01	1024,39	10,24
siembra de col	Ha	0,01	1024,39	10,24
siembra de acelga	Ha	0,01	1250,75	12,51
siembra de cebolla puerro	Ha	0,01	1250,75	12,51
siembra de plantas medicinales	Ha	0,01	1243,75	12,44
siembra de nabo de repollo	Ha	0,01	1000,00	10,00
Capacitaciones	USD	3	200	600,00
TOTAL, COSTOS DE PRODUCCIÓN				5707,94

Fuente El autor

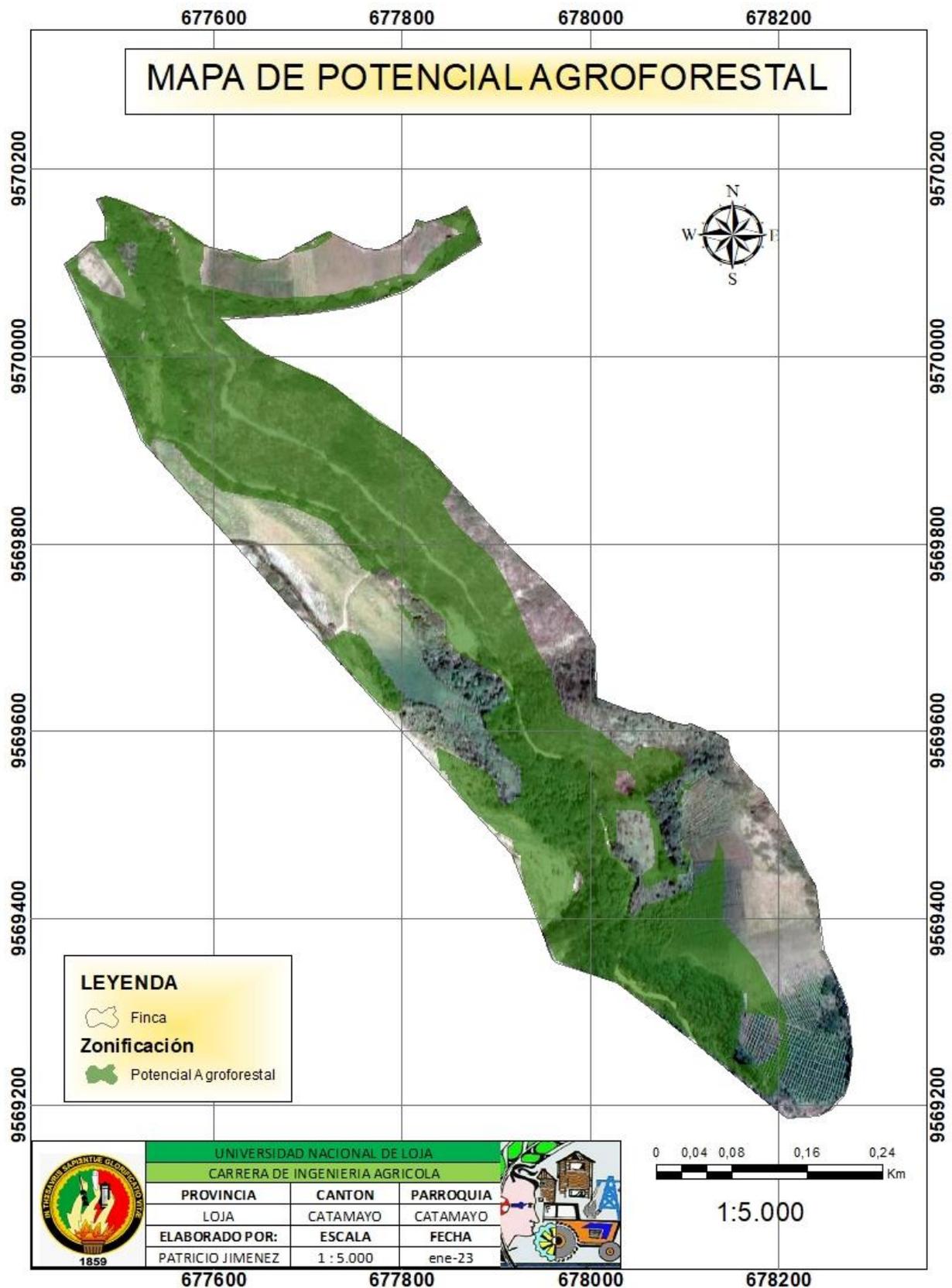
6.2.5.3. Proyecto: Potenciación de producción agroforestal

Antecedentes

El área de potencial agroforestal abarca 14, 72 ha, depende de las características del lugar, la pendiente de 24 a 50 %, clase textural de franco y moderadamente profundo, el uso actual del suelo se encuentra de matorral, los sistemas agroforestales brindan beneficios como control de malezas, protección de los suelos contra la erosión y la degradación, además de una ayuda en el aspecto económico al dueño de la finca Figura 29.

La finca presenta las condiciones climáticas de temperatura media anual de 20,8 °C, y una precipitación media anual de 772,8 mm, cumpliendo los requerimientos de ciertas especies seleccionadas.

Figura 29.
 Mapa de potencial agroforestal de la finca.



Elaborado por: El autor
Fuente: MAG-SIGTIERRAS, 2018. Datos de campo

Objetivos

- Implementar cultivos agroforestales que brinden rentabilidad al productor
- Capacitar sobre el manejo de sistemas agroforestales.

Metodología

La producción agroforestal entre las especies a implementar se adaptará a las condiciones climáticas que presenta la finca y que tengan demanda en los mercados como el aguacate, cítricos, entre otros, introducir de una forma tecnificada y asociarlo al cultivo de café que tiene un amplio mercado en la provincia; se realizará capacitaciones teórico-prácticas trimestrales sobre la producción y cuidado de los sistemas agroforestales, así mismo charlas sobre la tecnificación del riego, manejando caudales máximos no erosivos.

Resultados esperados

- 14,52 ha cultivadas
- Los trabajadores capacitados
- Mercados de consumo definidos

Presupuesto

Tabla 21. Costo total del proyecto de producción.

Rubro	Unidad	Cantidad	V. unitario	V. total (ha)
siembra de Aguacate	Ha	4	12000	48000,00
siembra de cítricos	Ha	1,5	150	225,00
siembra de plátano	Ha	2	200	400,00
siembra de guamo	Ha	6,75	400	2700,00
Siembra de café	Ha	8,75	2500	21875,00
Capacitaciones	USD	3	200	600,00
TOTAL, COSTOS DE PRODUCCIÓN				73800,00

Fuente El autor

6.2.6. Programa conservación de bosque y restauración ecológica

El programa tiene como finalidad la conservación del bosque nativo en áreas que no son aptas para la producción agrícola ni ganadera, bajo la regeneración de especies nativas. El programa tendrá la visión de conservar la naturaleza para protección del suelo y dar un enfoque de paisaje a la finca, la restauración y conservación se enfocaría en la reforestación en zonas escasas de vegetación con especies nativas como: Higuerón (*Ficus luschnathiana*), Faique (*Acacia macracantha*), Ceibo (*Erythrina crista-gall*).

El área destinada para el programa cubre el 13 % de la superficie con 3,29 ha, estas tierras tienen sus limitantes para ser explotadas entre ellas tenemos suelos moderadamente profundos, pendientes mayores al 50 % lo que dificulta las labores agrícolas, presenta una textura franco arenoso, temperatura media anual de 20,8 °C, y una precipitación media anual de 772,8 mm.

6.2.6.1. Proyecto: Protección, conservación de bosques y restauración ecológica

La relación entre conservación, biodiversidad y restauración ecológica es cada día más evidente. El funcionamiento de los ecosistemas solo se puede mantener en tiempo y espacio con altos valores de biodiversidad y la restauración ecológica solo es posible si se conservan grandes extensiones de ecosistemas originales en donde se expresa todo el potencial de especies a escala local y regional (O. Ríos, 2011)

La restauración ecológica pretende devolver a su estado original a los ecosistemas que han sido alterados por la actividad del hombre, consiste en alterar el espacio degradado de tal manera de activar la capacidad de volver o retornar a sus condiciones iniciales, devolver su valor natural y socioeconómico (*The Nature Conservancy*, 2020).

El área de este proyecto abarca 12,99 % de la superficie de la finca con 3,29 ha, presenta pendiente de 24 a 50 % y mayores a 50 %, un suelo con textura franco, profundos, pH que van de neutros a alcalinos y una pedregosidad regular, temperatura media anual de 20,8 °C, precipitación media anual de 772,8 mm.

Objetivos

- Lograr una cobertura de protección de los bosques
- Conservar las áreas de bosque nativos

Metodología

La zona destinada a este proyecto con base a la zonificación previamente elaborada, busca activar una propuesta ante la temática de conservación y paisajismo de los bosques, brindando talleres teórico-practico cada 6 meses, las áreas identificadas se analizará y se dimensionará el problema, se implementará la respectiva reforestación con especies nativas y especies que se adapten a las condiciones climáticas de la finca.

Resultados esperados

- 3,29 ha, protegidas, conservadas, reforestadas y reactivadas
- Agroecosistemas mejorados con especies nativas

Presupuesto

Tabla 22. Costo total del proyecto de producción.

Rubro	Unidad	Cantidad	V. unitario	V. total (ha)
Reforestación (compra de especies adaptables y nativas)	Ha	3,29	1250	4112,00
Capacitaciones	USD	2	200	400,00
TOTAL, COSTOS DE PRODUCCIÓN				4512,50

Fuente: El autor

6.2.7. Cronograma de actividades de proyectos

Tabla 23. Cronograma de actividades de proyectos.

Proyectos (Actividades)	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Potenciación de la producción de cultivos de ciclo corto	■	■		■	■	■		■	■	■		■
Potenciación de producción de hortalizas con técnicas de conservación.	■	■	■			■	■	■		■	■	■
Potenciación de producción agroforestal	■											
Protección, conservación de bosques y restauración ecológica	■											

Fuente: El autor

7. Discusión

Actualmente la finca sólo se utiliza para siembra y venta de productos que logran sustentar el día a día, ya que no se la considera auto sustentable, capaz de brindar beneficios económicos, sociales y ambientales; que garanticen la excelencia en la calidad y servicio a la colectividad. Además, se encontró que la falta de planificación hace que la producción sea un proceso de desarrollo lento.

7.1. Análisis de suelos

En los sitios donde se recolectaron las muestras de suelo, los cultivos actuales fueron maíz, café, maracuyá, caña, tomate y vegetación nativa. En cuanto al pH es una de las principales variables del suelo puesto que controla muchos procesos químicos, Calva (2016) da a conocer que el pH afecta específicamente la disponibilidad de nutrientes, sin embargo se debe tener en cuenta el cultivo pues cada planta tiene un pH óptimo y un rango de tolerancia para su desarrollo, en la finca de estudio los valores de pH varían entre 6,5 y 8 prácticamente neutros y alcalinos, lo cual esta condición puede deberse según González, (2018) que estos suelos se encuentran en zonas de baja precipitación, esto origina la acumulación de sales en especial carbonato de calcio lo cual genera capas calcáreas o acumulación de sodio y magnesio desfavoreciendo sus propiedades físicas. En relación con la materia orgánica todas las calicatas realizadas tienen niveles medios por tanto son suelos poco fértiles, pero se adaptan para cualquier cultivo de la zona; al respecto Calle (2017) manifiesta que la materia orgánica contribuye a que las partículas minerales del suelo formen agregados estables, mejorando su estructura y facilitando el laboreo, así mismo actúa como agente amortiguador al disminuir la tendencia a un cambio brusco de pH del suelo al instante de aplicar sustancias de reacción ácida o alcalina; de la misma manera concuerda Julca et al. (2006) en cuanto a las propiedades físicas y adiciona que en las propiedades biológicas favorece a la mineralización, desarrollo de la cubierta vegetal, brinda alimento a microorganismos presentes en el suelo y estimula el crecimiento de la planta en un sistema ecológico equilibrado.

El cantón Catamayo es considerado principalmente como agrícola siendo esta actividad de gran importancia para el desarrollo local. El tomate, la caña son los cultivos de mayor representatividad (MAGAP, 2010).

Clasificación de los suelos según su descripción

La agrupación de rasgos químicos, físicos y biológicos generan unidades que pueden ser georreferenciadas y mapeadas, de los cinco puntos estratégicos ubicados como calicatas

se obtiene una clasificación de suelos entisoles, que según Asensio et al. (2008) manifiestan que son suelos más jóvenes, que han tenido poca influencia de los factores formadores puesto que aún no han desarrollado los cambios necesarios para la formación del suelo más evolucionado, lo cual es consecuencia de un periodo de formación muy corto (factor tiempo), situaciones de hidromorfismo donde el desarrollo de los horizontes pedogenéticos está ralentizado por la presencia de capas freáticas, abundancia de cuarzo u otros minerales primarios de muy difícil alteración (factor material parental) Repetidos aportes de materiales de origen aluvial y procesos de erosión que van rejuveneciendo el perfil (factor topografía) (Azüero, 2017).

Por otro lado, en la zona de estudio también existen inceptisoles, que son un poco menos jóvenes que los entisoles. Al respecto Lozano et al., (2000) manifiestan, que el factor más importante en este tipo de suelos es el tiempo, puesto que se necesita el paso de éste para que los suelos se desarrollen. Así mismo, Asensio et al. (2008) mencionan que el clima es otro de los factores de influencia, destacando el hecho que los inceptisoles se desarrollan en cualquier tipo de clima con escasas precipitaciones, lo cual concuerda con las condiciones climáticas del área de estudio, además la influencia de la vegetación en los Inceptisoles viene reflejada por su representación en ecosistemas forestales, terrenos agrícolas y praderas, siendo las zonas forestales donde se los encuentra con mayor frecuencia. Sin embargo, FAO (2010) argumenta que también se desarrollan en zonas con pendientes abruptas donde la erosión del suelo continuamente elimina la parte superficial del terreno, pueden formarse en zonas convexas donde la pendiente es desde llana/horizontal a levemente ondulada desarrollándose en coluvios profundos donde los sedimentos fueron y son depositados. Por último, el material parental no es un factor limitante, puesto que los inceptisoles están extendidos en zonas de depósitos glaciares o en depósitos recientes de valles o deltas (Chinchilla et al., 2011).

Geología de la finca:

La finca en estudio se encuentra asentada sobre la formación Sacapalca, la cual está constituido por lavas andesíticas con capas piroclásticas intercaladas y basalto, ocupa 15,35ha que corresponde al 60,63% de la superficie de estudio.

Así mismo, según datos del Sistema Nacional de Información (SIN, 2010) otra parte de la finca se evidencia rocas graníticas sin diferenciación, granito, granodiorita, tonalita y diorita, que abarca un área de 8,35 ha siendo el 32,98%; y 1,62 ha se identifica como derrumbes que pertenece al 6,38%, con respecto a este resultado Sánchez (2012) enfatiza en su “estudio geológico-estructural e inventario de deslizamientos del área 1 de la cuenca de Catamayo”

que Catamayo se encuentra en la Unidad Sacapalca pues la litología que se presente corresponde a lavas andesíticas, rocas de tipo piroclásticas y, las lavas se presentan resistentes a la erosión y se ubican en las partes más altas de la cuenca, mientras que las rocas de tipo piroclásticas corresponden a tobas andesíticas, tobas aglomeráticas y aglomerados subordinados, a esta unidad se le incluye estratos no definidos del paleoceno, según Pratt et al. (1997), representa depósitos en un ambiente terrestre de volcanes andesíticos y por flujos de escombros, esto coincide con Carrera (2019).

Dentro de las características edáficas obtenidas el área de estudio se encuentra asentada sobre la formación Sacapalca, el cual está constituido por lavas andesíticas con capas piroclásticas intercaladas y basalto, ocupa 15,35ha que corresponde al 60,63 % de la superficie, Robles (2004) publica en su investigación, un proceso igual para definir la geología del lugar.

Régimen climático:

Dentro del régimen climático la investigación dio resultados que las zonas de vida de la finca son la zona matorral seco montano con 72,5 % de la finca, presenta una importante riqueza y una alta tasa de endemismo, el bosque semidecidual montano bajo por sus características de perder el follaje en los periodos de sequía, representa el 27,50 %; Lo cual, concuerda con PDOT Catamayo (2023) que define que la formación vegetal a la que pertenece la zona es Matorral seco; estos se caracterizan por presentar árboles dispersos, sinuosos y en forma aparasolada. Las especies típicas de esta zona son el faique, algarrobo, cactus, mozhquera, florón, borrachera (*Ipomoea carnea*) y la chamana, Así mismo Ortiz (2012) concuerda con la clasificación de la zona de vida del 72 % de la finca en matorral seco.

La precipitación y temperatura de la finca oscila entre 772,87 mm año⁻¹ y 20,7 °C, lo cual influye en la selección de los cultivos a introducir en la finca y su posible rendimiento en el ámbito ganadero, De la misma manera, Carrera (2019) indica que el factor climático es irregular en el cantón, la precipitación anual promedio es de 1100 mm año⁻¹, La zona de precipitación con el rango de 600 – 700 mm se encuentra entre las parroquias de San Pedro de la Bendita, Catamayo, lo que coincide con la precipitación del área de estudio debido a que se encuentra en sus cercanías.

Con respecto a la temperatura Ramon y Reyes (2005), da a conocer que oscila entre los 18 – 19 °C esta se la encuentra en su mayoría en las parroquias de San Pedro de la Bendita, El Tambo, rangos que se asemejan a los de la finca en estudio.

Cobertura y uso actual del suelo:

Los suelos de la finca de esta investigación están dedicados en su mayoría a matorral o vegetación nativa y actividad agrícola seguido de los pastizales y plantaciones forestales como se ve en la Tabla 11. Carrera (2019) manifiesta que este uso se condiciona por épocas o períodos de lluvias y sequía existentes en la zona 7, en el cantón Catamayo dentro de la capacidad de uso de tierras predomina limitaciones muy fuertes (conservación) con un área de 279.56 km² que corresponde al 42.9% de la superficie total, definiciones que concuerdan con los resultados obtenidos en la investigación; Al respecto, Ramon y Reyes (2005) definen que en esta zona predominan las pendientes de la categoría socavada, este factor es el que provoca restricciones de manejo principalmente en la parte sur oriental donde se suma una cobertura vegetal muy poco protectora del suelo; por otro lado Ortiz (2012) difiere de estos resultados pues manifiesta que predominan los matorrales húmedos y secos que cubren la mayor parte del cantón con el 52 % y un 30 % pastizales, pues la superficie de 18 % corresponde al área agrícola con un 6 % de este dedicado al cultivo de caña.

Así mismo Carrera (2019) menciona que según la base de datos proporcionada por la SENPLADES 2011, las áreas desprovistas de cobertura vegetal, producto de diferentes procesos erosivos ocasionados principalmente por prácticas agrícolas degradativas, se dan como producto de los procesos permanentes de preparación de la tierra para la siembra, manejo y cosecha de la caña de azúcar, lo cual hace que se produzca el desgaste de los suelos debido a la soltura de los mismos, el viento tiende a arrastrarlo dando lugar a la erosión eólica. De la misma manera Ludeña (2010) da a conocer que otro aspecto ligado a la erosión lo constituye la pendiente, las cuales dentro del Cantón el 40 % presenta pendientes fuertes, que, sumado a la falta de cobertura vegetal, favorece una mayor degradación, ya que a mayor grado de pendiente la estabilidad del suelo es menor y la erosión se intensifica.

Uso potencial de la finca

Para el uso potencial de la finca se tomó en cuenta los datos de textura, pH, profundidad y análisis de pendientes que proyectan como resultado 4 categorías: la agricultura tradicional, la agricultura de conservación; la zona forestal y conservación del suelo, según Carrera (2019); Ortiz (2012) estos datos coinciden con los obtenidos en sus estudios en el que el cantón Catamayo tiene un uso potencial a la área agropecuaria con el cultivo de caña.

Conflictos de uso:

Carrera (2019) manifiesta luego de realizar un análisis detallado, que se ha logrado determinar en base a criterios técnicos que en el cantón Catamayo el 76,26 % corresponde a suelos BIEN UTILIZADOS; esto indica que las actividades o usos que se desarrollan en estos espacios son concordantes con las limitaciones y potencialidades que los suelos de estos sectores presentan.

Esto coincide con el resultado de la investigación ya que la superficie subutilizada es de 26,8 % mientras que el sobreuso es de 33,4 % de la finca; el porcentaje del uso adecuado es del 39 %, lo cual indica que el estado natural de la finca se ha conservado, y que las propuestas de mejoramiento se deben priorizar en cuanto a los rendimientos y, rentabilidad de la producción y a una agricultura sostenible.

Análisis de accesibilidad:

La accesibilidad fue una forma de evaluar la calidad de vida de los usuarios de la finca el 52 % de la superficie de la finca tienen una fácil accesibilidad; mientras que el 34,8 % equivalente presenta un acceso moderado por las condiciones que lo caracterizan, y de difícil acceso el 13,1 % con 3,33 ha, dificultan el ingreso para las actividades agrícolas.

Concordando con Ramon y Reyes (2005) que ratifica que la accesibilidad en el lugar donde se realizó la investigación se encuentra en el orden de vías terciarias y caminos vecinales para el acceso a estos sectores pequeños dentro del cantón, cuenta además con quebradas perennes e intermitentes distribuidas por todo su territorio.

7.2. Zonificación agroecológica de la finca.

Soto et al. (2007) manifiesta, que la zonificación agroecológica considera información del clima y suelo con el fin de encontrar las áreas óptimas para una mayor producción de los cultivos, que constituye una capa ráster de información, que plasmada en los diferentes mapas temáticos permite apreciar la distribución espacial de dichas variables, de esta manera en la presente área de estudio se obtuvo como resultados zonas de potencial agrícola, zona agroforestal, zona agrícola con técnicas de conservación, zona de conservación de bosque y zona de restauración ecológica, Al respecto Merino y Sotomayor (2014) concuerdan que es una herramienta en la formulación de planes de ordenamiento territorial lo cual permite identificar las áreas más críticas, y con ello la formulación de proyectos con base a las necesidades de la población ya que en su estudio en la Microcuenca del río Vilcabamba concluyeron con 6 zonas determinadas en la microcuenca : Zona 1: Optimización del uso del suelo, Zona 2: Integración al desarrollo socioeconómico, Zona 3: Sistema silvopastoril, Zona

4: Recuperación y conservación de áreas en procesos de degradación ha), Zona 5: Vilcabamba (desarrollo urbano), Zona 6: Conservación y protección.

Así mismo González (2018) en su investigación en el sistema de riego Santiago, obtuvo cuatro zonas de uso del suelo: 1. Zona de desarrollo potencial para la producción de hortalizas, 2. Zona de desarrollo agrosilvopastoril, 3. Zona de desarrollo potencial para producción de frutales y 4. Zona de protección y conservación, de estas zonas se formularon cuatro proyectos inmersos en la propuesta de mejoramiento de la producción agropecuaria; en el estudio de plan de uso del suelo para la zona de riego del sistema Campana-Malacatos. De la misma manera Paredes (2018) concluyo con tres categorías con base a la zonificación: 1. Zona de protección y producción agrícola, 2. Zona de producción de frutales y 3. Zona dedicada a la producción de cultivos de ciclo corto y con la clasificación de estas categorías de suelo se formularon tres proyectos inmersos en la propuesta de mejoramiento de la producción agropecuaria, resultados que coinciden con los obtenidos en este estudio.

7.2.1.1. Zona de potencial agrícola

Las zonas de potencial agrícola aptas en el área de estudio, presentan variables edáficas como pendientes suaves, con texturas francos arenosas, suelos profundos, pH prácticamente neutros y buena accesibilidad a la zona. Al respecto De la Rosa (2008) señala que la información de suelos es un elemento crucial para fundamentar decisiones agrícolas realmente sostenibles; siendo la evaluación agroecológica, la interface lógica entre dicha información básica y la toma de decisiones sobre el uso y manejo de la tierra; Así mismo, González, (2018) coincide que los sectores aptos para la agricultura cuentan con pendientes suaves, que generalmente están libres de piedras o afloramientos rocosos, los suelos son moderadamente profundos de texturas comprendidas entre moderadamente pesadas, moderadamente livianas de pH neutro, la accesibilidad es relativamente buena, quedando cerca de vías principales y mercados del sector donde se comercializa los productos.

7.2.1.2. Zona de potencial agrícola con técnicas de conservación

En este aspecto con pendientes mayores al 25 % como alternativa conservacionista para mitigar los niveles de erosión de los suelos, el uso actual de esta zona se encuentra matorral y árboles frutales sin considerar factores de relieves, climáticos y edáfico, esto coincide con Robles (2004) que señala, que la situación actual de las fincas del Cantón Catamayo se debe a las acciones tomadas en el pasado que requieren tratamientos especiales de conservación, para que a largo plazo se llegue a una situación de equilibrio en relación con el mantenimiento de la calidad de los suelos, a diferencia de López (2008) quien categoriza pendientes mayores a 20 % como laderas propone establecer prácticas de

barreras vivas, barreras muertas, acequias, y conservación de rastrojos, con fines de conservación.

7.2.1.3. Zona de potencial agroforestal

La investigación determinó que los factores que limitan las oportunidades para enriquecer el sector agroforestal, es la pendiente que se encuentran en un intervalo de 24 a 50 % y mayores a 50 %, y suelos alcalinos donde existe desconocimiento sobre el manejo de sistemas agroforestales tropicales, debido a que en su lugar se dedicaba a cultivar especies como cereales y hortalizas (monocultivos), Paredes (2018) en su indagación coincide con esta categoría, que se encuentra distribuida en la parte alta y media de la zona de riego, en donde existen pendientes de 50 % al 70 %, (parte alta) y 12 % al 50 % (parte media) con terrenos moderadamente profundos y con pH neutro, alcalinos y la pedregosidad es regular. Está compuesta por zonas que actualmente están ocupadas por pastos, cultivo, matorral y posee una adecuada accesibilidad. Los usuarios le dan al suelo un aprovechamiento poco sostenible, por lo que la siembra de árboles frutales que se adecuen a estos factores de relieve, climáticos y edáficos, aportarían a la protección del área de riego y a potencializar el uso adecuado del suelo.

7.2.1.4. Conservación de bosque y Restauración ecológica

Si bien la zona presenta pendiente mayor al 50 %, un suelo con textura franco, profundos, pH alcalinos y una pedregosidad regular, temperatura media anual de 20,8 ° C, precipitación media anual de 772,8 mm, por lo cual se recomendó la implementación de los sistemas que ayudan a conservar una parte de la diversidad de animales y plantas permitiendo la conexión entre corredores ecológicos y diversidad propia de la región, al igual Montagnini et al. (2015), mencionan que el éxito de estos sistemas en favor de la conectividad del paisaje radica no sólo en facilitar el movimiento de las especies, sino que además es necesario clasificar las prácticas de estos sistemas como herramientas para desarrollar programas de conservación de paisajes.

Con respecto a restauración ecológica al conceder importancia a procesos agroecológicos con la transformación de energía solar en biomasa, la conservación y restauración de las fuentes hídricas, la sustitución de insumos etc. Ríos (2011) destaca que al implementar estos métodos, se obtienen beneficios tales como la garantía que los procesos implementados se puedan monitorear a largo plazo, la consolidación del conocimiento de las especies adecuadas para restaurar el sitio, la recuperación adecuada de la fauna nativa, recuperación de su estructura trófica, así como la centralización de esfuerzos de instituciones

tanto de orden nacional, como regional y local, y además, de la generación de conocimiento aplicable e investigación a otras áreas del mismo ecosistema y a otros tipos de ecosistemas.

7.3. Plan de uso de suelos.

Dentro de este aspecto se elaboró proyectos con objetivos estratégicos en beneficio del área de estudio de acuerdo a las distintas zonas identificadas; potenciación de la producción de cultivos de ciclo corto, tales como: tomate, cebolla, frejol, maíz, maracuyá, pimiento; potenciación de producción de hortalizas con técnicas de conservación con la construcción de terrazas a través de la pendiente y separadas por paredes verticales protegidos por vegetación, se dividirá a modo de parcelas y se implantará los cultivos como col, lechuga, acelga, cebolla puerro, plantas medicinales, entre otros; en cuanto a sistemas agroforestales, entre las especies a implementar se encuentra el aguacate, cítricos, entre otros, de una forma tecnificada y asociarlo al cultivo de café que tiene un amplio mercado en la provincia; en el plan de protección conservación de bosques y restauración ecológica, se busca activar una propuesta ante la temática de paisajismo de los bosques, con reforestación de especies nativas y que se adapten a las condiciones climáticas de la finca.

Estos planes de uso de suelo concuerdan con los establecidos por González, (2018) en el que plantea cuatro proyectos de mejoras, dentro de cada una de las zonas establecidas, potenciación de la producción de hortalizas, con el fin de garantizar la sustentabilidad y soberanía alimentaria; dentro del campo frutal se formuló el proyecto de potenciación de la producción de frutales, en lo que respecta a producción agrosilvopastoril se formuló el proyecto de ganadería semiestabulada, y finalmente en lo que se entiende por protección y conservación se plantea el proyecto educación ambiental y reforestación ecológica. De la misma manera se coincide con el criterio de Paredes (2018) que en su estudio presenta proyectos de mejoras los cuales permitirán conservar y utilizar los recursos naturales de manera adecuada es así como tenemos para la parte alta del sistema un proyecto de conservación ecológico y productivo, en el que se adicionará un " cultivo de tuna ", también se presentó un proyecto de fruticultura con " cultivos de papaya, chirimoya y limón ", adicionalmente se presenta un proyecto de cultivos de ciclo corto " cultivo de tomate, zanahoria blanca y col".

8. Conclusiones

- ✓ La finca en estudio presenta condiciones climáticas de precipitación y temperatura que oscila entre 772 mm año⁻¹ y 20 °C, condiciones edáficas adecuadas como una buena profundidad, una textura en su mayoría francos para un buen desarrollo de las raíces en la producción agrícola y agroforestal, actualmente la mayor parte de la finca no se encuentra produciendo el cual se puede aprovechar toda su potencialidad en cultivos agroforestales.
- ✓ La relieve plano y ligeramente plano 41,73% que presenta la finca con 10,54 ha, acompañado de suelos profundos son factores que generan las condiciones para la producción agrícola, por otro lado, las zonas onduladas el 36,94% que representa 9,41ha y las fuertes pendientes 21,33 % que corresponden a un área de 5,39ha; todo esto acompañado de suelos profundos y textura suelta son óptimos para la producción agroforestal, siempre y cuando se maneje prácticas de conservación e implementación de sistemas de riego.
- ✓ La finca presenta el 92,18 % un suelo profundo equivalente a 23,34 ha, y un suelo moderadamente profundo el 7, 82 % con 1,98 ha; de igual manera el pH presente en la finca el 93,29 % se caracteriza por alcalino con 23,62 ha, y el 6,71 % con un pH prácticamente neutro con 1,7 ha.
- ✓ Del conflicto de uso del suelo que presenta la finca, el 27% representa el subuso con 6,79 ha, en donde se enfoca el proyecto agroforestal, el uso adecuado representa 39,26 % con 9,86 ha, donde se encuentra cultivos agrícolas y matorral, en cuanto al sobreuso representa 33,68 % que abarca 8,46 ha, donde en la propuesta de de plan de uso de suelo gran parte de esta se enfocara a proyectos agroforestal y conservación de bosques de una manera paisajista.
- ✓ Mediante la zonificación elaborada se determinó 4 categorías las mismas que son: la zona de potencial agrícola con 7,07 ha, destinada a la producción de pimienta, tomate de mesa, maracuyá entre otros cultivos de ciclo cortos; la zona de potencial agrícola con técnicas de conservación con una área de 0,06 ha, donde se implantara cultivos de hortalizas de manera aleatoria; la zona de producción agroforestal con 14,52 ha, donde se cultivara café con sistemas forestales que le den sombra a este cultivo; zona de conservación del bosque y restauración ecología con 3,29 ha, cumpliendo con la reforestación de especies nativas y exóticas con un enfoque de paisajismo.
- ✓ Se elaboraron proyectos de planificación de la finca de los cuales permitirán conservar y utilizar los recursos naturales de manera adecuada, aplicando técnicas de conservación, con cultivos que tengan demanda en los mercados, que representen rentabilidad económica para el dueño y brindar una mejor calidad de vida.

9. Recomendaciones

- ✓ Incentivar a que todos los miembros de la finca trabajen de forma colectiva y organizada a tal punto de estructurar una empresa con enfoque de producción agropecuaria.
- ✓ Cumplir con los talleres de capacitaciones con la finalidad de llevar el manejo de los cultivos en los proyectos elaborados en el presente trabajo.
- ✓ Promover la protección y conservación del bosque desde un enfoque escénico y paisajismo para una mejor relación ambiente-ser humano en armonía.
- ✓ Incrementar e integrar a instituciones competentes en la ejecución del plan de uso de suelos con la finalidad de obtener capacitaciones técnicas que encaminen a una buena ejecución de los proyectos.

10. Bibliografía

- Albán, H. (2012). *Zonificación agroecológica basada en un plan de ordenamiento territorial en la comunidad la Pacífica, parroquia Tixán, cantón Alausí, provincia de Chimborazo.*
- Almeida, W. V. (2019). *Propuesta de zonificación ecológica económica como instrumento de planificación territorial en la parroquia San José de Minas, cantón Quito, provincia de Pichincha.* <http://repositorio.puce.edu.ec:80/xmlui/handle/22000/17615>
- Asensio, I., Blanquer, G., Manuel, J., & Ramón, M. (2008). *Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica y del Medio Natural.*
- Azuero, C. M. (2017). *Determinación de la densidad crítica en suelos inceptisoles y entisoles, aplicada al cultivo de fréjol phaseolus vulgaris l* [BachelorThesis, Machala : Universidad Técnica de Machala]. <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/11692>
- Bertel, Q. R. Q., & Cardozo, R. P. (2006). Zonificación Agrícola Como Herramienta Básica Para El Ordenamiento Ambiental De Un Territorio. (Caso: Tolu Viejo – Sucre). *Revista Clepsidra*, 2(2), Article 2. <https://doi.org/10.26564/19001355.243>
- Bonilla, M. C. G. (2019). *Estudio de la degradación de suelos y tierras por desertificación en la jurisdicción de la Car. 95.*
- Buestán, O. (2014, enero 5). *Zonificación.* <https://es.slideshare.net/robertz93/zonificacion-29718403>
- Calle, R. R. (2017). Evaluación agronómica del pepinillo (cucumis sativus L.) Híbrido diamante, cultivado aplicando diferentes abonos orgánicos comerciales en el cantón Cumanda, provincia de Chimborazo. *Universidad Técnica de Ambato*, 60.
- Calva, C. F. (2016). Efecto de la aplicación de cuatro materiales de encalado en control de la acidez de un suelo ácido de Loreto, Orellana. *Universidad Central del Ecuador*, 59.
- Careaga, J. R. (2005). *Zonificación agroecológica de la Sierra Norte de Puebla.* BUAP.
- Carrera, J. (2019). *PDOT Catamayo.*
- CEPAL. (2016). *Planes del Ordenamiento Territorial.* <https://plataformaurbana.cepal.org/es/instrumentos/planificacion/planes-del-ordenamiento-territorial>
- Chinchilla, M., Mata, R., & Alvarado, A. (2011). Andisoles, inceptisoles y entisoles de la subcuenca del río Pirrís, región de Los Santos, Talamanca, Costa Rica. *Agronomía Costarricense.* <https://doi.org/10.15517/rac.v35i1.6688>

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2020). *Ley Orgánica de Ordenamiento Territorial, Uso y Gestión del Suelo de Ecuador | Observatorio Regional de Planificación para el Desarrollo*.
<https://observatorioplanificacion.cepal.org/es/marcos-regulatorios/ley-organica-de-ordenamiento-territorial-uso-y-gestion-del-suelo-de-ecuador>
- De la Rosa, D. (2008). *Evaluación agro-ecológica de suelos para un desarrollo rural sostenible*.
- Debelis, S. (2003). *Evaluación De Tierras*. 4.
- esri. (2020). *¿Qué es el geoprocésamiento? —ArcGIS Pro | Documentación*.
<https://pro.arcgis.com/es/pro-app/latest/help/analysis/geoprocessing/basics/what-is-geoprocessing-.htm>
- FAO. (1997). *Zonificación agro-ecológica—Guía general*.
<https://www.fao.org/3/w2962s/w2962s00.htm>
- FAO. (2009). *Guía para la descripción de suelos*. 4. <https://www.fao.org/3/a0541s/a0541s.pdf>
- FAO. (2010). *Proyecto de Desarrollo Integrado de la Región Oriental de Panamá—Darién*.
<https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea30s/begin.htm#Contents>
- FAO. (2013). *El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas*. 33.
- Fontalvo, H. M. R., & Calvano, F. R. (2014). El uso del suelo, ¿Un problema de capacidad productiva y de políticas públicas? *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, 5(2), 213-231.
- González, J. (2018). *Corrección del pH en suelos alcalinos aplicando materia orgánica, urea y enmiendas de sulfato de calcio y roca fosfórica bajo dos estados de humedad, para la producción de forrajes en la hacienda San Mateo, Lasso*. ESPE.
- González, J. E. (2018). *Zonificación agroecológica y plan del uso del suelo para la zona de riego del sistema Santiago*. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/20364>
- Grijalva, T. E., & Otalvaro, J. L. (2011). *Zonificación ecológica-ambiental y propuesta de manejo del Cantón Pimampiro – Provincia de Imbabura [Técnica del Norte]*.
<http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/238>
- INEC. (2012). *Informe Ejecutivo* (p. 23) [Encuesta de superficie y producción agropecuaria continua ESPAC]. Instituto nacional de estadísticas y censos.
https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac_2012/InformeEjecutivo.pdf

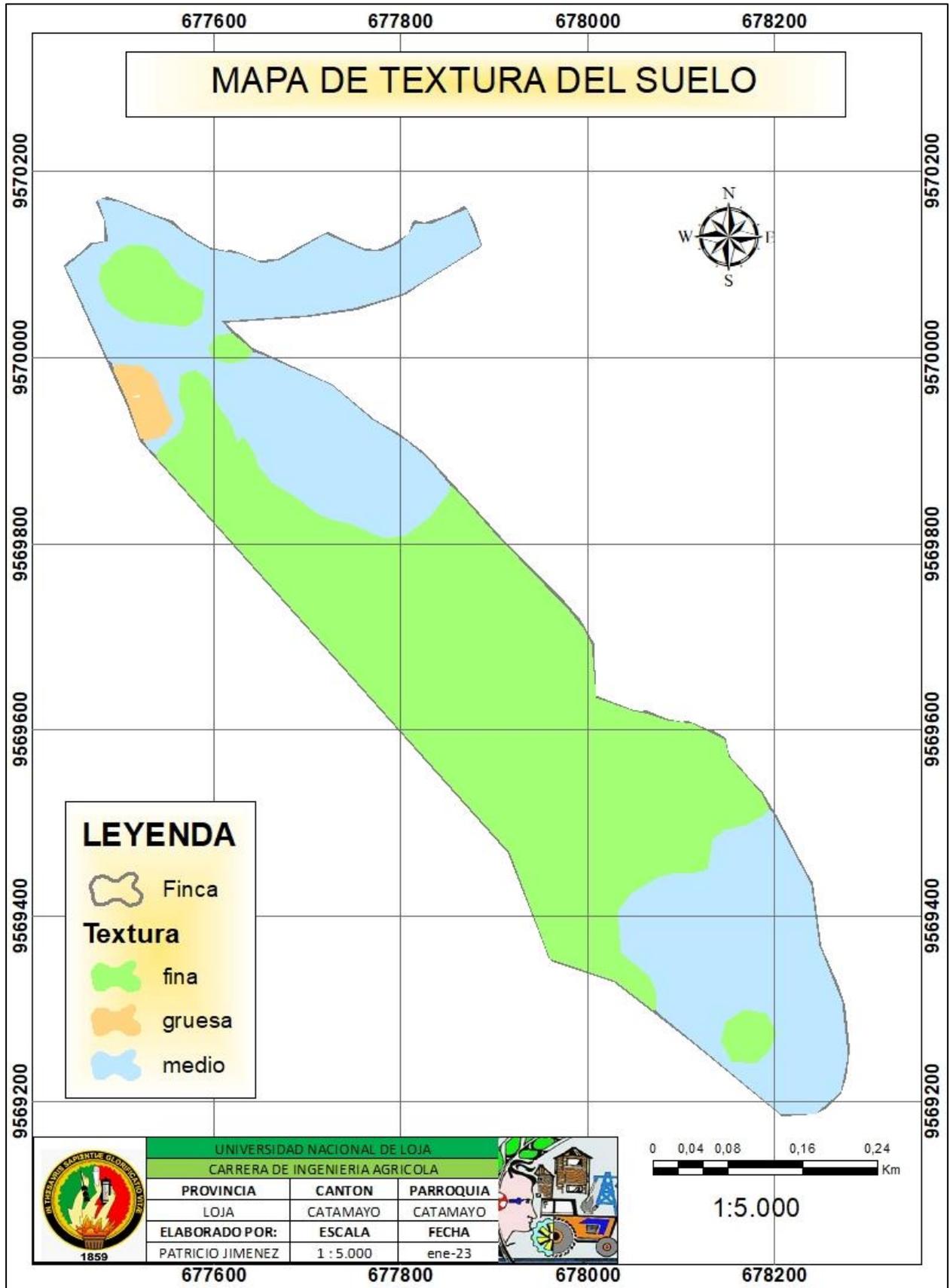
- Izquierdo, J., & Maldonado, E. (2011). *Generación de geoinformación para la gestión del territorio a nivel nacional escala 1: 25 000*. http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PDOT/ZONA8/NIVEL_DEL_PDOT_CANTONAL/GUAYAS/GUAYAQUIL/MEMORIA_TECNICA/mt_conflictos_uso_de_la_tierra.pdf
- Julca, A., Meneses, L., Blas-Sevillano, R., & Bello-Amez, S. (2006). La materia orgánica, importancia y experiencia de sus usos en la agricultura. *Idesia (Arica)*, 24(1), 49-61. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292006000100009>
- López, K. S. (2008). *Evaluación de la calidad del establecimiento y efecto de las prácticas de conservación de suelo y agua sobre la calidad del suelo en laderas de Nicaragua* [Engineer, Universidad Nacional Agraria, UNA]. <https://repositorio.una.edu.ni/1109/>
- Ludeña, B. O. (2010). *Valoración económica-ambiental del recurso hídrico para Catamayo, Loja* [BachelorThesis, Universidad del Azuay]. <http://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/166>
- MAE, FLACSO ECUADOR, PNUMA, BID, ECORAE, PMRC, & ESPOL. (2008). *GEO Ecuador 2008* (Informe sobre el estado del medio ambiente, p. 195) [GEO Ecuador 2008]. Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE). <http://www.pnuma.org/deat1/pdf/GEO%20Ecuador%202008.pdf>
- MAG-SIGTIERRAS. (2018). *IDE MAG-SIGTIERRAS | Sistema Nacional de Información de Tierras Rurales e Infraestructura Tecnológica*. <http://www.sigtierras.gob.ec/ide-mag-sigtierras/>
- Maldonado, G. (2016). *Determinación de la aptitud de uso del suelo en la comunidad de Karhuiza La Paz* [Thesis]. <http://repositorio.umsa.bo/xmlui/handle/123456789/10719>
- Merino, J. A., & Sotomayor, F. (2014). *Zonificación agroecológica de la microcuenca del río Vilcabamba* [MasterThesis, Loja: Universidad Nacional de Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/12361>
- Montes Lira, P. F. (2001). *El ordenamiento territorial como opción de políticas urbanas y regionales en América Latina y el Caribe*. Naciones Unidas, CEPAL, Div. de Medio Ambiente y Asentamientos Humanos.
- Paredes Agurto, S. B. (2018). *Plan de uso del suelo para la zona de riego del sistema Campana-Malacatos* [BachelorThesis, Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/20534>
- Paredes, S. B. (2018). *Plan de uso del suelo para la zona de riego del sistema Campana-Malacatos* [BachelorThesis, Loja]. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/20534>

- Paruelo, J., Jobbágy, E., Laterra, P., Dieguez, H., Collazo, A., & Panizza, A. (2014). *Ordenamiento Territorial Rural Conceptos, métodos y experiencias*. FAO. <https://www.fao.org/3/i4195s/i4195s.pdf>
- PDOT Catamayo. (2023). En *Wikipedia, la enciclopedia libre*. <https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Catamayo&oldid=148349341>
- PDOT, L. (2017). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial de la Provincia de Loja 2015-2025*. https://prefectura Loja.gob.ec/documentos/lotaip/GPL/2017/Enero/Documentos/PDOT_PROV_LOJA.pdf
- Peña Villalta, E. F. (2018). *Análisis multitemporal para la detección de cambios de uso del suelo, en el cantón Catamayo, provincia de Loja*. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/20290>
- Pérez, E., & Geissert, D. (2006). Zonificación agroecológica de sistemas agroforestales: El caso café (*Coffea arabica* L.) - Palma Camedor (*Chamaedorea elegans* Mart.). *Interciencia*, 31(8), 556-562.
- Pérez, S. S. (2014). La ordenación del territorio: Origen y significado. *Terra. Nueva Etapa*, 3(47), 13-32.
- Ramón, C. P., & Reyes, F. A. (2005). *Determinación del grado de erosión actual y potencial de los suelos del cantón Catamayo*. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/5780>
- Ramon, C., & Reyes, F. (2005). *Determinación del grado de erosión actual y potencial de los suelos del cantón Catamayo*".
- Retamal, M. (2011). *Zonificación para la planificación territorial*. 95.
- Ríos, S. C., Alfaro, S. Z., & Mantuano-Eduarte, R. (2017). Identificación de conflictos de uso de la tierra para la observación de *Cuniculus paca*, Ecuador. *Revista Geográfica Venezolana*, 59(2), 262-279.
- Rodgers, K. (2000). *Proyecto Chapare—Propuesta de Estudio para el Desarrollo Integrado* (Proyecto Chapare-Propuesta de Estudio para el Desarrollo Integrado Índice República de Bolivia Instituto Nacional De Colonización Departamento De Desarrollo Regional-Oea La Paz). 17th Street and Constitution Avenue, NW Washington, D.C. 20006. <https://www.oas.org/dsd/publications/Unit/oea67s/oea67s.pdf>
- Rodríguez, S. A. G. (2014). *Determinación del conflicto de uso de suelo para las Veredas las Petacas y la Correa del municipio de Puerto Rondón dentro de la cuenca del río Cravo norte en el departamento de Arauca*. 47.

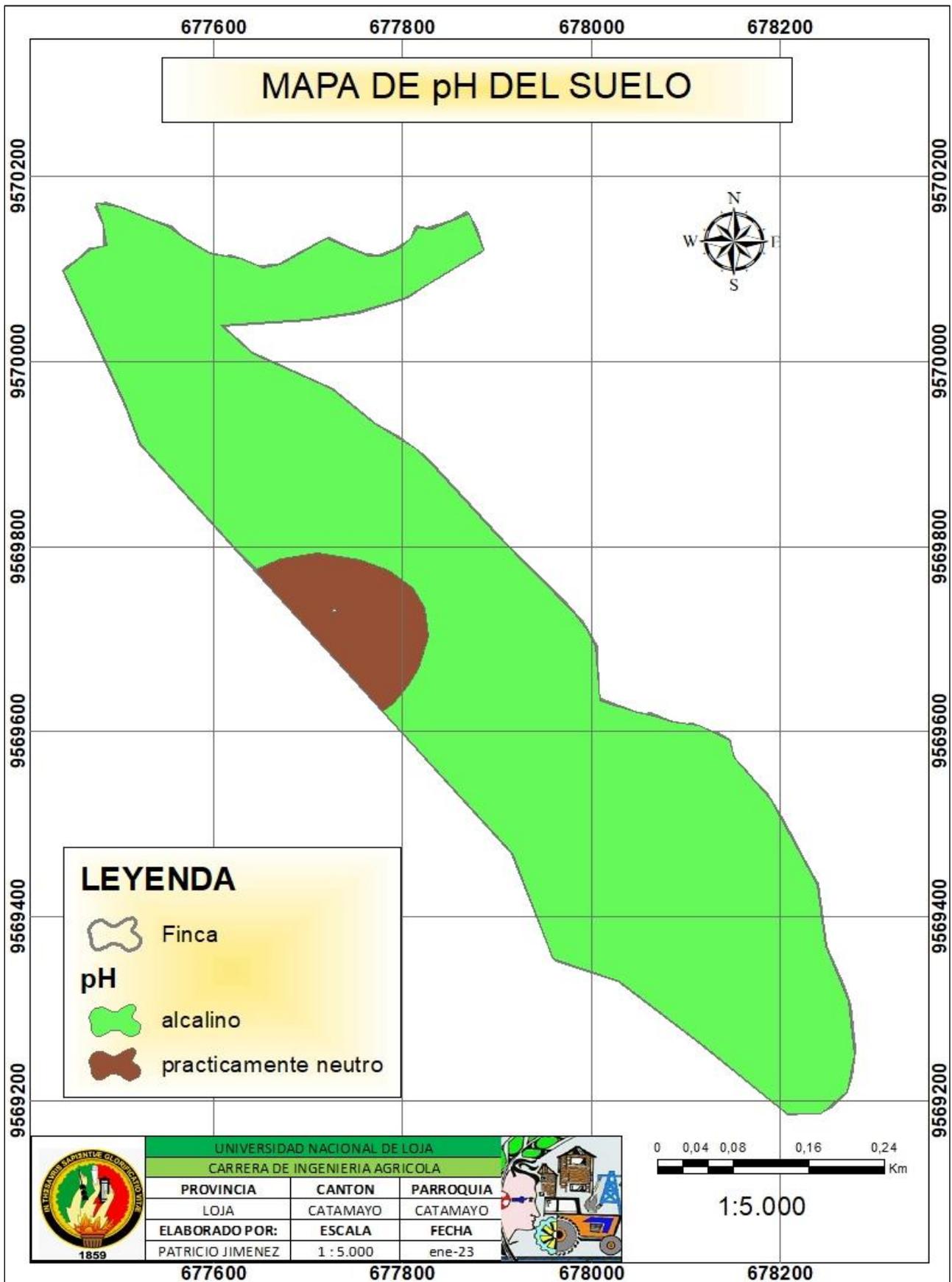
- Salazar, A., Medina, M. E., Samanez, R., Palma, V., & Ponce, R. (1998). *Zonificación ecológica- económica: Una Propuesta Metodológica para la Amazonia*. 277.
- Sánchez, D. (2017). Los conflictos de uso de las tierras en Ecuador. *SIG TIERRAS*, 20.
- Sánchez Romero, Á. M. (2012). *Estudio geológico estructural e inventario de deslizamientos del área 1 de la cuenca de Catamayo* [BachelorThesis].
<http://dspace.utpl.edu.ec/jspui/handle/123456789/4268>
- Sarría, F. A. (2013). *Sistemas de Información Geográfica*. 239.
- The Nature Conservancy*. (2020).
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2011000200017
- UPRA. (2013). *Unidad de Planificación Rural Agropecuaria* [Informativa]. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. <https://www.upra.gov.co/web/guest/uso-y-adequacion-de-tierras/evaluacion-de-tierras/zonificacion>
- USDA. (2014). *Departamento de Agricultura de los Estados Unidos Servicio de Conservación de Recursos Naturales Décima segunda Edición, 2014. Décima segunda Edición*, 410.
- Vargas, W. (2018). *Manual De Zonificación Ecológica—Económica Para La Amazonía Peruana*. <https://www4.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/iiap/iiap3/iiap3-03.htm>
- Zambrano, G. (2018). *Evaluación De Zonas Agroecológicas Sostenibles Para El Cultivo De Plátano (Musa Paradisiaca) Mediante Análisis Multicriterio, Manabí* [Proyecto de investigación, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria De Manabí Manuel Félix López]. <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/849/1/TTMA22.pdf>

11. Anexos

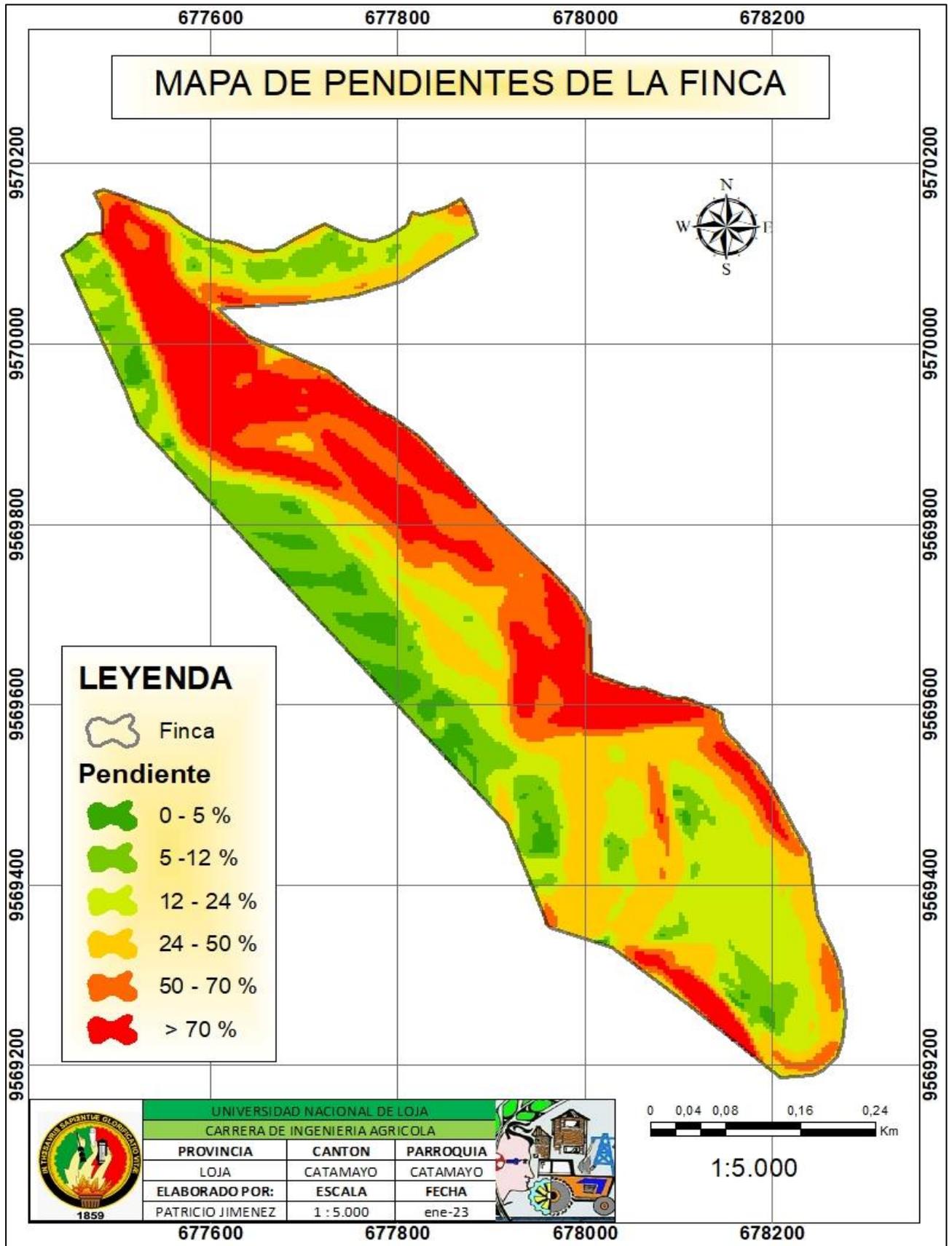
Anexo 1. Mapa de textura del suelo de la finca.



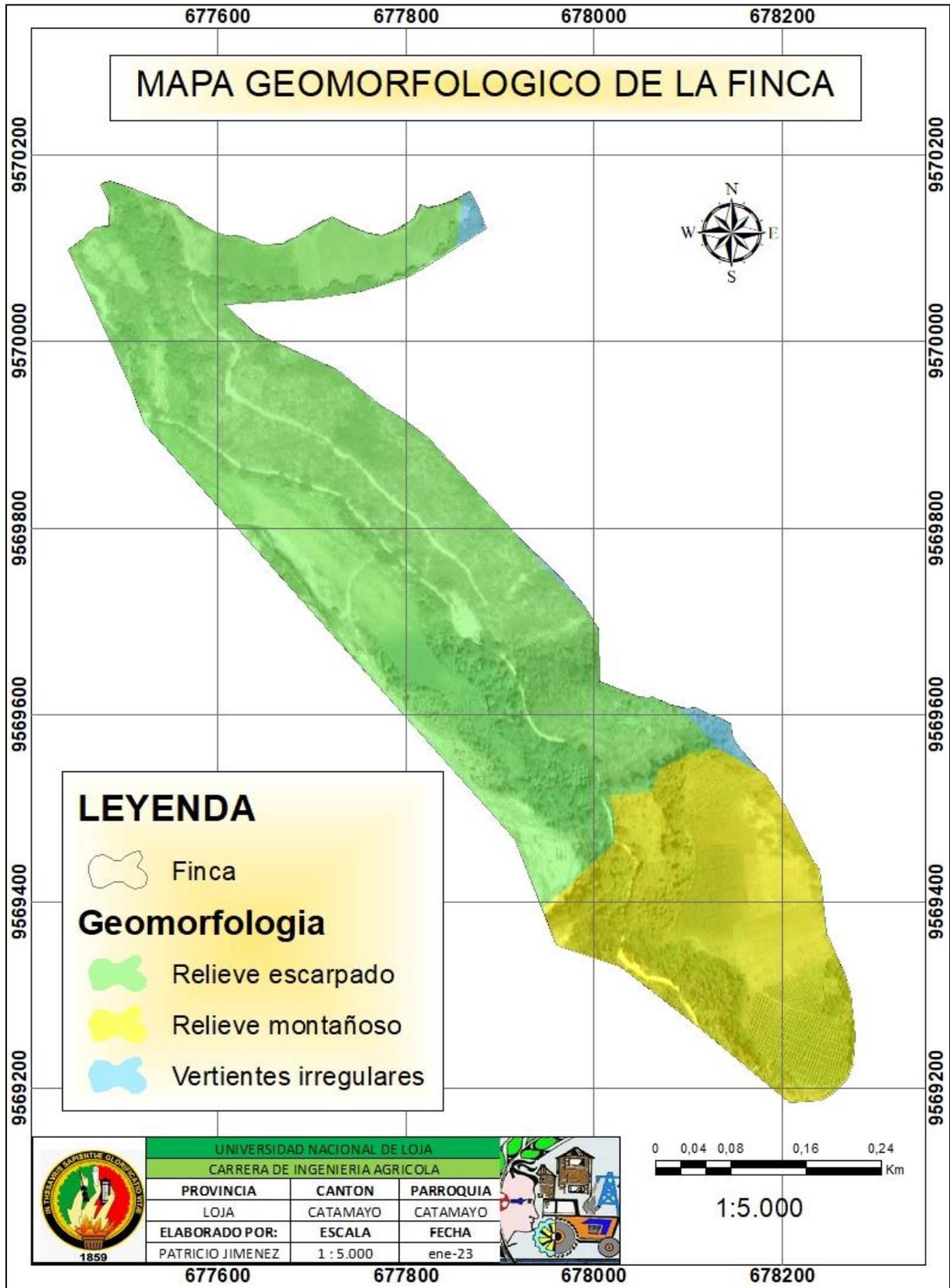
Anexo 2. Mapa del pH del suelo de la finca



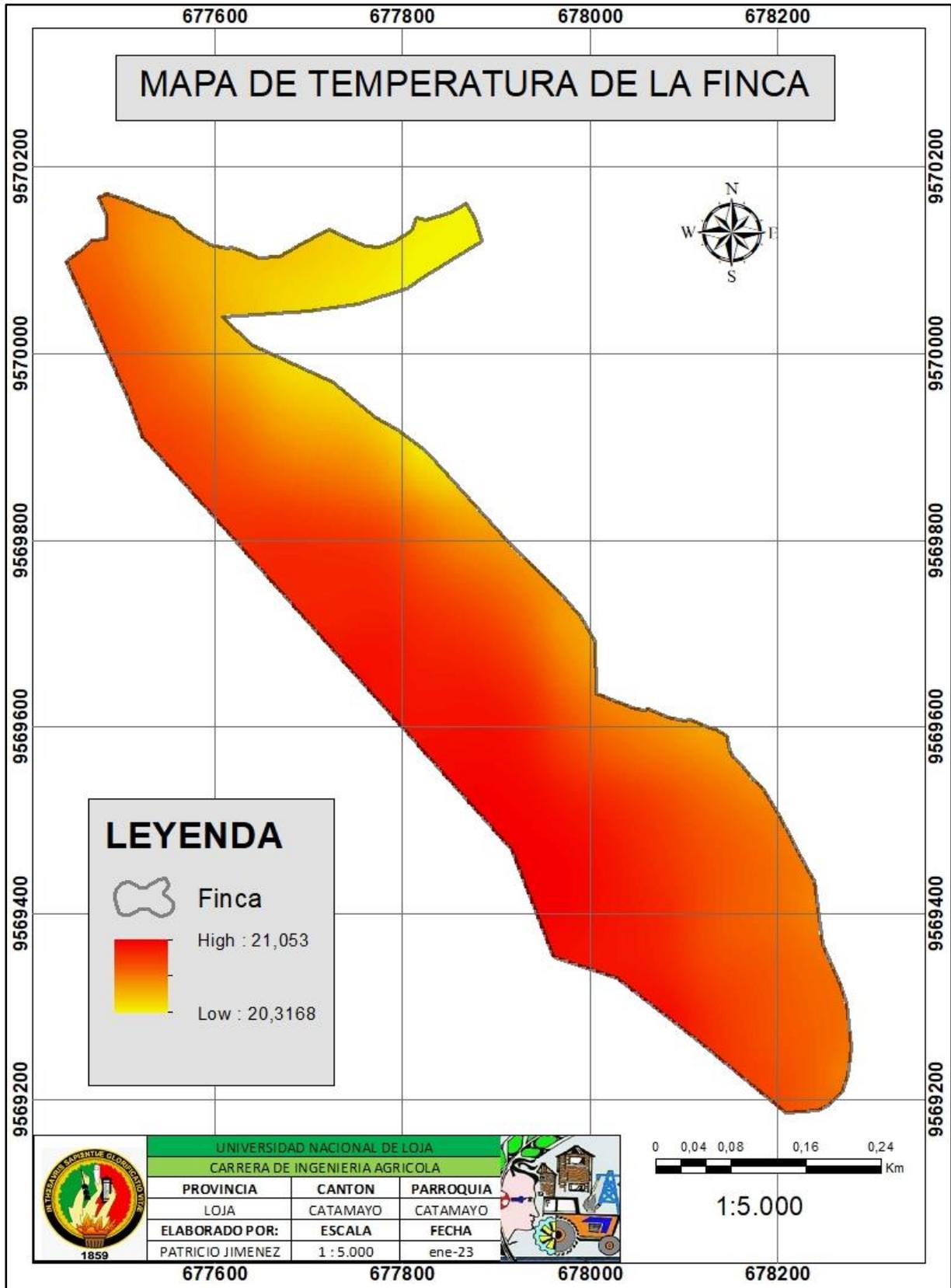
Anexo 3. Mapa de pendientes de la finca.



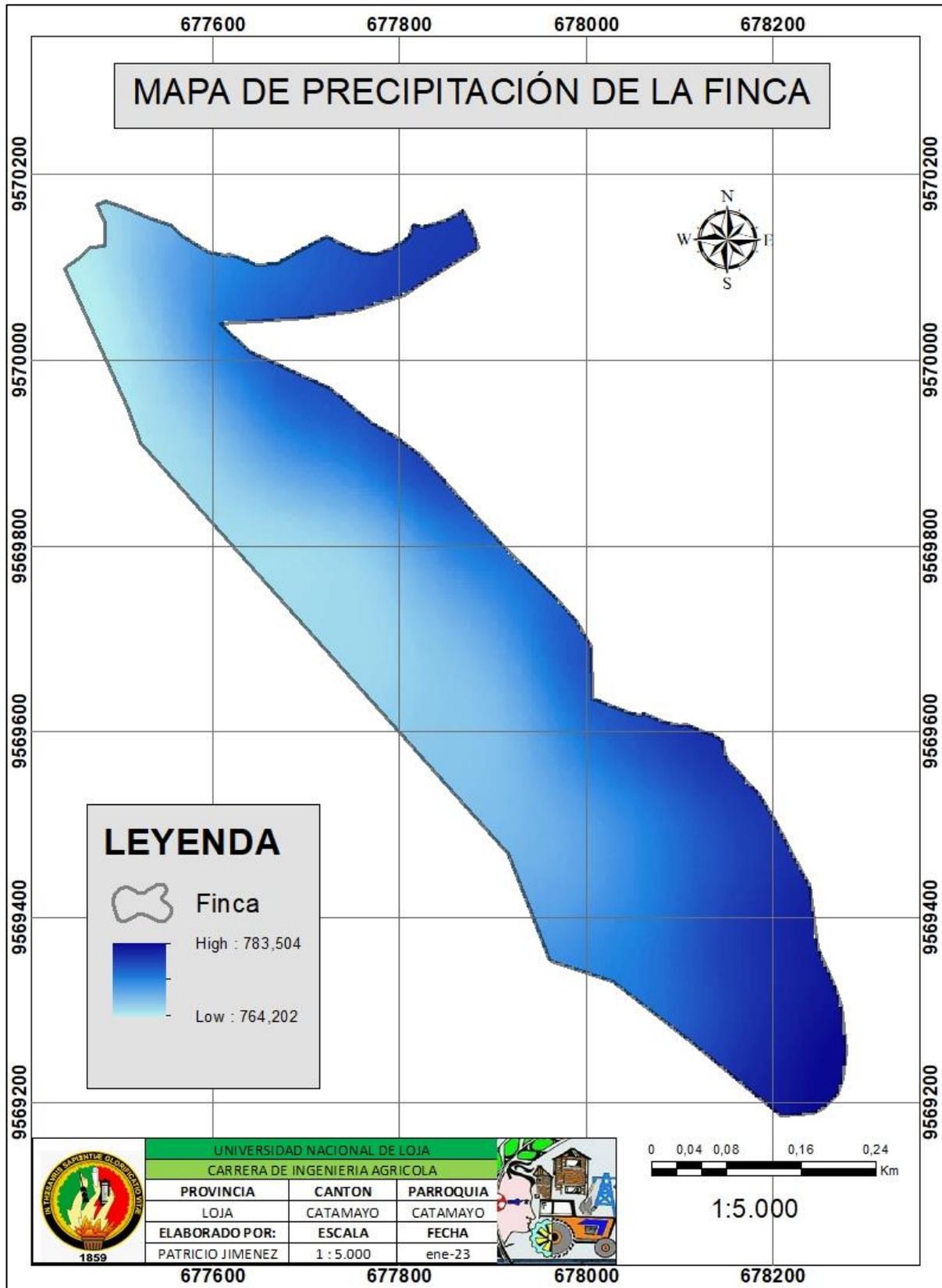
Anexo 4. Mapa geomorfológico de la finca.



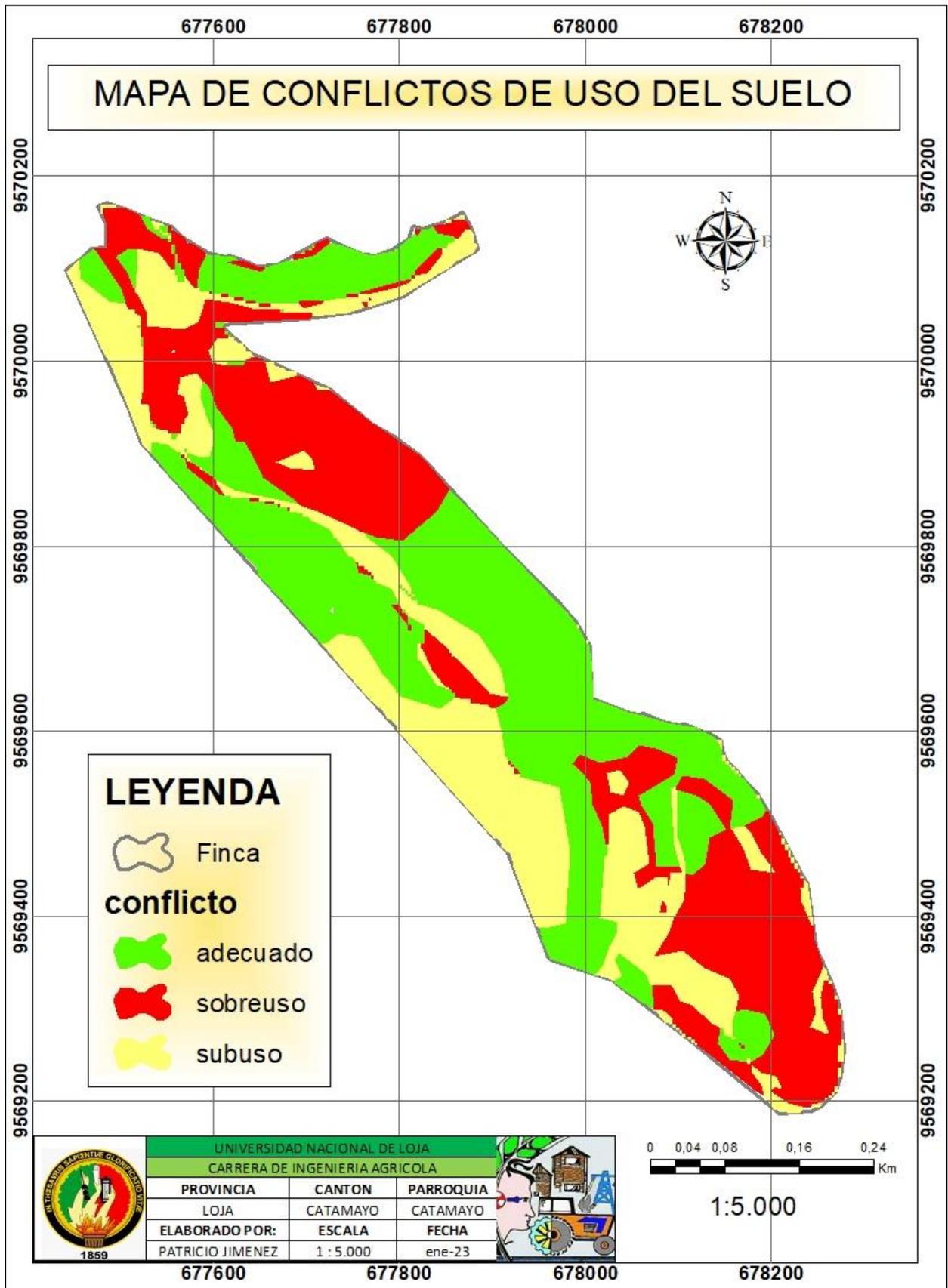
Anexo 5. Mapa de temperatura de la finca.



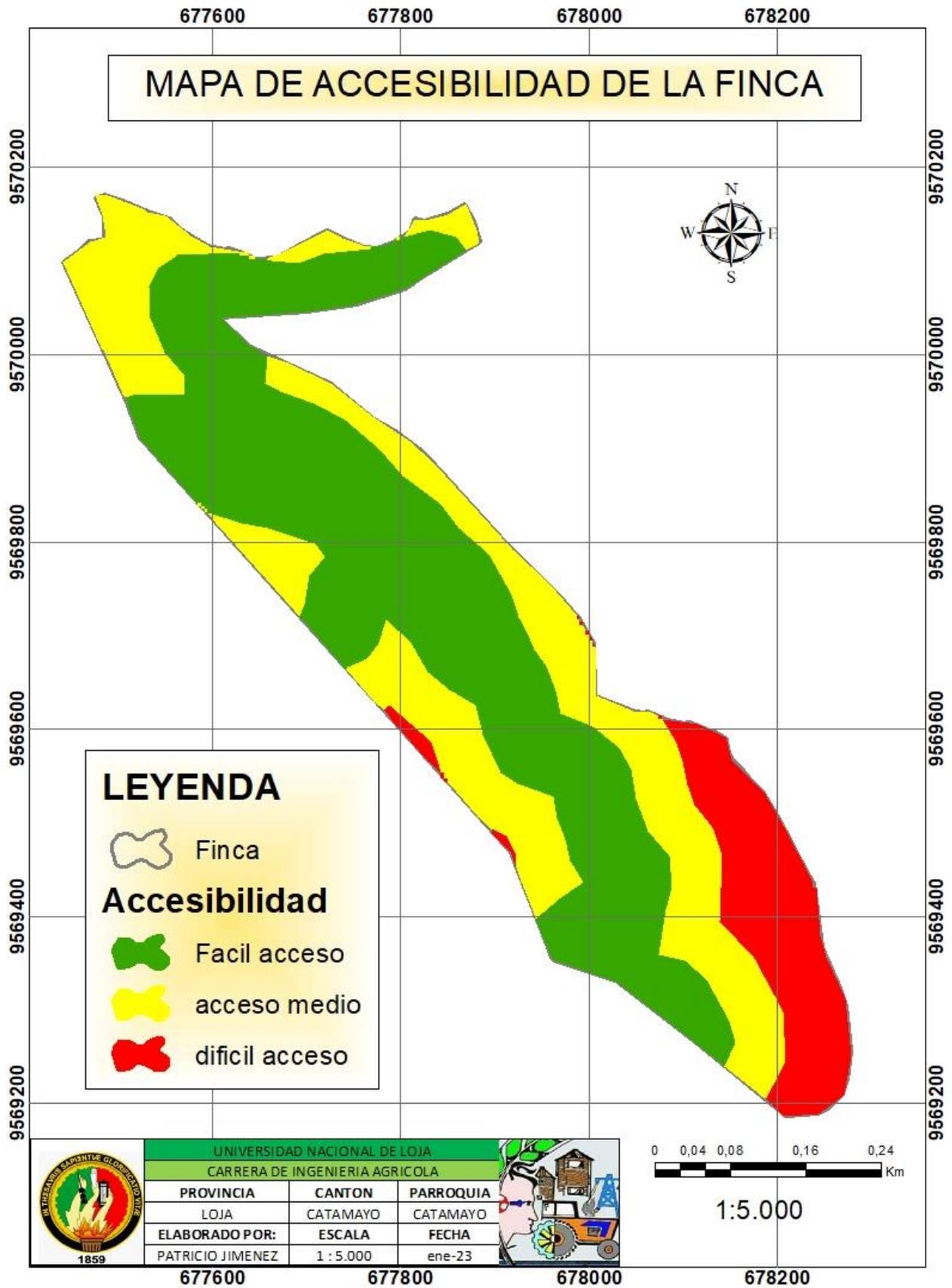
Anexo 6. Mapa de precipitación de la finca.



Anexo 7. Mapa de conflictos de uso del suelo de la finca.



Anexo 8. Mapa de accesibilidad de la finca.



Anexo 9. Respaldo fotográfico



Fotografía 1: Medición del perfil del suelo.



Fotografía 2: descripción del color del suelo.



Fotografía 3: dividiendo los diferentes horizontes



Fotografía 4 : Colocación de puntos base.



Fotografía 5: Calibración de equipos.



Fotografía 6: Levantamiento planimétrico.



Fotografía 7: comprobando la información de los mapas en el campo



Fotografía 8: comprobando profundidad y textura en el campo.



Fotografía 9: Comprobando la información de los mapas en el campo de geológica

Anexo 10. Certificado de traducción

Loja, 10 de mayo de 2023

CERTIFICADO DE TRADUCCIÓN

Yo, Nadine Alejandra Narváez Tapia, con número de cédula 1150753067 y con título de Licenciada en Ciencias de la Educación, Mención Inglés, registrado en el SENESCYT con número 1008-2019-2144786

CERTIFICO:

Qué he realizado la traducción de español al idioma Inglés del resumen del presente trabajo de integración curricular o de titulación denominado **“Planificación y Zonificación agroecológica de una finca de la parroquia y cantón Catamayo, provincia de Loja”** de autoría **Patricio Javier Jiménez Medina**, portador de la cédula de identidad, número **1105646259**, egresado de la carrera de Ingeniería Agrícola de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables de la Universidad Nacional de Loja, siendo el mismo verdadero y correcto a mi mejor saber y entender.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando al interesado hacer uso del presente en lo que se creyera conveniente.



Lic. Nadine Alejandra Narváez Tapia
C.I: 1150753067
Registro del SENESCYT: 1008-2019-2144786