



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE DEGRADACIÓN DE LOS  
SUELOS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI (SECTOR  
FRN), SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS.**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**AUTOR: JEFERSON JAVIER PRADO CRIOLLO**

Riobamba – Ecuador

2022



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE DEGRADACIÓN DE LOS  
SUELOS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI (SECTOR  
FRN), SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS.**

**Trabajo de Integración Curricular**

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

**AUTOR: JEFERSON JAVIER PRADO CRIOLLO**

**DIRECTOR: Ing. VICENTE JAVIER PARRA LEÓN, MSc.**

Riobamba – Ecuador

2022

© 2022, Jeferson Javier Prado Criollo

Se autoriza la reproducción total o parcial, con fines académicos, por cualquier medio o procedimiento, incluyendo cita bibliográfica del documento, siempre y cuando se reconozca el Derecho de Autor.

Yo, Jeferson Javier Prado Criollo, declaro que el presente trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

Como autor asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de Integración Curricular; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Riobamba, 09 de noviembre de 2022.

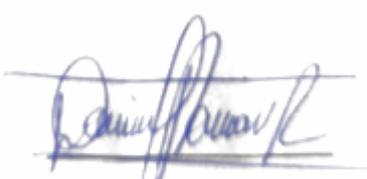


**Jeferson Javier Prado Criollo**

**2100922596**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES**  
**CARRERA RECURSOS NATURALES RENOVABLES**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de Integración Curricular; tipo: Proyecto de Investigación, **ANÁLISIS DE LOS PROCESOS DE DEGRADACIÓN DE LOS SUELOS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI (SECTOR FRN), SITUACIÓN ACTUAL Y PERSPECTIVAS**, realizado por el señor: **JEFERSON JAVIER PRADO CRIOLLO**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. Juan Carlos Carrasco Baquero <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2022-11-09
Ing. Vicente Javier Parra León MSc <b>DIRECTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2022-11-09
Ing. Daniel Arturo Román Robalino MSc <b>ASESOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2022-11-09

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo investigativo lo dedico principalmente a Dios, por ser el inspirador y darme la fuerza para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados, ser un profesional. A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, son los mejores padres. A mi hermano por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que me brindaron a lo largo de esta etapa de mi vida. A todas las personas que me han apoyado y han hecho que el trabajo se realice con éxito en especial a aquellos que me abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Jeferson

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por la vida, por guiarnos a lo largo de nuestra existencia, ser el apoyo y fortaleza en aquellos momentos de dificultad y de debilidad.

Gracias a mis padres: Cesar Gregorio Prado Bravo y Magally Lucia Criollo Pizco por ser los principales promotores de mis sueños, por confiar y creer en las expectativas, por los consejos, valores y principios que me han inculcado.

Agradezco a los docentes de la Carrera Recursos Naturales Renovables de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación profesional, de manera especial, al Ing. Vicente Javier Parra León tutor del proyecto de investigación quien ha guiado con su paciencia, y su rectitud como docente, y a los habitantes del sector objeto de la investigación que en numerosas ocasiones me facilitaron su apoyo para continuar con mi proyecto.

Jeferson

## TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	vii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	ix
SUMARY/ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

<b>1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Planteamiento del Problema.....</b>	<b>3</b>
<b>1.2. Limitaciones y delimitaciones.....</b>	<b>5</b>
<i>1.2.1. Limitaciones.....</i>	<i>5</i>
<i>1.2.2. Delimitaciones.....</i>	<i>5</i>
<b>1.3. Problema General de Investigación.....</b>	<b>5</b>
<b>1.4. Objetivos.....</b>	<b>5</b>
<i>1.4.1. Objetivo General.....</i>	<i>5</i>
<i>1.4.2. Objetivos Específicos.....</i>	<i>6</i>
<b>1.5. Justificación.....</b>	<b>6</b>
<i>1.5.1. Justificación Teórica.....</i>	<i>6</i>
<i>1.5.2. Justificación Metodológica.....</i>	<i>6</i>
<i>1.5.3. Justificación Práctica.....</i>	<i>6</i>

### CAPITULO II

<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Antecedentes de investigación.....</b>	<b>7</b>
<b>2.2. Referencias Teóricas.....</b>	<b>8</b>
<i>2.2.1. Estación Experimental Tunshi (Sector FRN).....</i>	<i>8</i>
<i>2.2.2. Degradación de la tierra.....</i>	<i>9</i>
<i>2.2.3. Suelo.....</i>	<i>9</i>
<i>2.2.4. Calidad del suelo.....</i>	<i>10</i>
<i>2.2.5. Análisis del suelo.....</i>	<i>10</i>

2.2.5.1.	<i>Análisis físico del suelo</i> .....	10
2.2.5.2.	<i>Análisis químico del suelo</i> .....	10
<b>2.2.6.</b>	<b><i>Parámetros físicos del suelo</i></b> .....	<b>11</b>
2.2.6.1.	<i>Textura</i> .....	11
2.2.6.2.	<i>Color</i> .....	12
<b>2.2.7.</b>	<b><i>Parámetros químicos del suelo</i></b> .....	<b>12</b>
2.2.7.1.	<i>pH</i> .....	12
2.2.7.2.	<i>Conductividad eléctrica (C. E)</i> .....	13
2.2.7.3.	<i>Materia orgánica (M. O)</i> .....	14
<b>2.2.8.</b>	<b><i>Erosión de los suelos</i></b> .....	<b>15</b>
<b>2.2.9.</b>	<b><i>Erosión hídrica</i></b> .....	<b>15</b>
2.2.9.1.	<i>Tipos de erosión hídrica</i> .....	15
<b>2.2.10.</b>	<b><i>Degradación de los páramos</i></b> .....	<b>16</b>
<b>2.2.11.</b>	<b><i>La quema y el sobrepastoreo</i></b> .....	<b>16</b>
<b>2.2.12.</b>	<b><i>Agroecología</i></b> .....	<b>17</b>
<b>2.2.13.</b>	<b><i>Agroecosistema</i></b> .....	<b>17</b>
<b>2.2.14.</b>	<b><i>Agricultura orgánica</i></b> .....	<b>18</b>
<b>2.2.15.</b>	<b><i>Materia orgánica</i></b> .....	<b>18</b>
<b>2.2.16.</b>	<b><i>Reciclaje de nutrientes</i></b> .....	<b>18</b>

### **CAPITULO III**

<b>3.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	<b>19</b>
<b>3.1.</b>	<b>Enfoque de Investigación</b> .....	<b>19</b>
<b>3.2.</b>	<b>Nivel de Investigación</b> .....	<b>19</b>
3.2.1.	<i>Explicativa</i> .....	19
3.2.2.	<i>Descriptiva</i> .....	20
3.2.3.	<i>Exploratoria</i> .....	20
<b>3.3.</b>	<b>Diseño de investigación</b> .....	<b>20</b>
3.3.1.	<i>Según la manipulación o no de la variable independiente</i> .....	20
3.3.2.	<i>Según las intervenciones en el trabajo de campo</i> .....	20
<b>3.4.</b>	<b>Tipo de estudio</b> .....	<b>20</b>
<b>3.5.</b>	<b>Métodos, técnicas e instrumentos de investigación</b> .....	<b>21</b>
<b>3.6.</b>	<b>Métodos</b> .....	<b>21</b>
3.6.1.	<i>Técnicas</i> .....	21
3.6.2.	<i>Instrumentos de investigación</i> .....	21
3.6.3.	<i>Delimitación de la zona de estudio</i> .....	22

<b>3.6.4.</b>	<b>Realizar una revisión bibliográfica acerca de los procesos de degradación que existen en la Estación Experimental Tunshi (Sector FRN)</b> .....	22
3.6.4.1.	Búsqueda de la información .....	23
3.6.4.2.	Organización de la información.....	23
3.6.4.3.	Análisis de la información.....	24
<b>3.6.5.</b>	<b>Identificar los procesos de degradación en la Estación Experimental Tunshi (Sector FRN)</b> .....	24
3.6.5.1.	Realizar análisis de suelos en la zona alta, media y baja. ....	24
3.6.5.2.	Localización y profundidad de muestreo.....	26
3.6.5.3.	Selección de puntos .....	27
3.6.5.4.	Marcación de puntos .....	27
3.6.5.5.	Muestra de suelo para determinación de textura y propiedades químicas del suelo..	28
3.6.5.6.	Preparación e identificación de la muestra.....	28
<b>3.6.6.</b>	<b>Entrevistas semiestructuradas con actores claves</b> .....	28
3.6.6.1.	Identificar a las personas adecuadas para la entrevista. ....	28
<b>3.6.7.</b>	<b>Recopilación de información del lugar de estudio de investigación</b> .....	29

#### CAPITULO IV

<b>4.</b>	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	30
<b>4.1.</b>	<b>Análisis químico</b> .....	30
<b>4.2.</b>	<b>Análisis físico</b> .....	35

#### CAPITULO V

<b>5.</b>	<b>MARCO PROPOSITIVO</b> .....	45
<b>5.1.</b>	<b>Propuesta</b> .....	45
<b>5.1.1.</b>	<b>Introducción</b> .....	45
<b>5.1.2.</b>	<b>Objetivo</b> .....	44
<b>5.1.3.</b>	<b>Diagnóstico</b> .....	44
5.1.3.1.	Tipo de suelos.....	45
5.1.3.2.	Orden Inceptisol .....	46
5.1.3.3.	Suborden Andepts .....	46
5.1.3.4.	Cobertura del suelo .....	46
<b>5.1.4.</b>	<b>Implementación prácticas agroecológicas o prácticas de conservación para el uso y manejo sostenible de los suelos</b> .....	47
5.1.4.1.	Zona alta.....	48

5.1.4.2. <i>Zona media</i> .....	42
5.1.4.3. <i>Zona baja</i> .....	55
<b>CONCLUSIONES</b> .....	64
<b>RECOMENDACIONES</b> .....	65

**BIBLIOGRAFÍA**

**ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1-1:</b> pH del suelo.....	13
<b>Tabla 2-1:</b> Criterios de evaluación de salinidad del suelo .....	14
<b>Tabla 3-1:</b> Porcentajes de Materia Orgánica.....	14
<b>Tabla 1-3:</b> Análisis químicos de los suelos de la zona alta en la EETE.....	24
<b>Tabla 2-3:</b> Análisis químicos de los suelos de la zona media en la EETE.....	25
<b>Tabla 3-3:</b> Análisis químicos de los suelos de la zona baja en la EETE.....	26
<b>Tabla 4-3:</b> Extensión de las zonas de estudio. ....	27
<b>Tabla 1-4:</b> Rango de los valores obtenidos. ....	30
<b>Tabla 2-4:</b> Valores de los macronutrientes .....	30
<b>Tabla 3-4:</b> Valores de los micronutrientes .....	32
<b>Tabla 4-4:</b> Valores del pH.....	33
<b>Tabla 5-4:</b> Conductividad Eléctrica y presencia de Materia Orgánica. ....	34
<b>Tabla 6-4:</b> Espesor de los horizontes y color de los suelos en la EETE. ....	35
<b>Tabla 7-4:</b> Textura. ....	42
<b>Tabla 1-5:</b> Tipo de suelo de la comunidad.....	45
<b>Tabla 2-5:</b> Ficha técnica para la propuesta de la zona alta.....	47
<b>Tabla 3-5:</b> Especies forestales.....	49
<b>Tabla 4-5:</b> Especies arbustivas.....	50
<b>Tabla 5-5:</b> Ficha técnica para la propuesta de la zona media.....	51
<b>Tabla 6-5:</b> Prácticas agroecológicas.....	52
<b>Tabla 7-5:</b> Ficha técnica para la propuesta de la zona baja.....	55
<b>Tabla 8-5:</b> Taxonomía de la especie <i>Alnus acuminata</i> . ....	56
<b>Tabla 9-5:</b> Taxonomía de la especie <i>Buddleja incana</i> . ....	57
<b>Tabla 10-5:</b> Prácticas agroecológicas por 5 años.....	59
<b>Tabla 11-5:</b> Matriz de marco lógico. ....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Ilustración 1-1:</b>	Triángulo textural. ....	11
<b>Ilustración 2-1:</b>	Clase textural. ....	12
<b>Ilustración 1-3:</b>	Ubicación geográfica de EET-ESPOCH.....	22
<b>Ilustración 2-3:</b>	Localización de los puntos de muestreo .....	27
<b>Ilustración 1-4:</b>	Horizontes del suelo de la zona alta.....	37
<b>Ilustración 2-4:</b>	Horizonte O de la zona alta.....	37
<b>Ilustración 3-4:</b>	Horizonte A de la zona alta.....	38
<b>Ilustración 4-4:</b>	Horizonte B de la zona alta.....	38
<b>Ilustración 5-4:</b>	Horizonte O de la zona alta.....	38
<b>Ilustración 6-4:</b>	Horizontes del suelo de la zona media.....	39
<b>Ilustración 7-4:</b>	Horizonte O de la zona media.....	39
<b>Ilustración 8-4:</b>	Horizonte A de la zona media.....	40
<b>Ilustración 9-4:</b>	Horizonte B de la zona media.....	40
<b>Ilustración 10-4:</b>	Horizonte C de la zona media.....	40
<b>Ilustración 11-4:</b>	Horizontes del suelo de la zona baja.....	41
<b>Ilustración 12-4:</b>	Horizonte O de la zona baja.....	41
<b>Ilustración 13-4:</b>	Horizonte A de la zona baja.....	42
<b>Ilustración 14-4:</b>	Horizontes B de la zona baja.....	42
<b>Ilustración 1-5:</b>	Zona alta, media y baja.....	45
<b>Ilustración 2-5:</b>	Alnus acuminata.....	57
<b>Ilustración 3-5:</b>	Buddleja incana.....	58

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 1-4:</b> Macronutrientes del suelo.....	32
<b>Gráfico 2-4:</b> Micronutrientes del suelo.....	32
<b>Gráfico 3-4:</b> pH del suelo de las zonas: alta, media y baja.....	33
<b>Gráfico 4-4:</b> Conductividad eléctrica y presencia de materia orgánica.....	34
<b>Gráfico 5-4:</b> Espesor de los horizontes del suelo de las zonas: alta, media y baja.....	36

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE SUELOS DE LA ZONA ALTA.

**ANEXO B:** RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE SUELOS DE LA ZONA MEDIA.

**ANEXO C:** RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE SUELOS DE LA ZONA BAJA.

## RESUMEN

El presente proyecto de investigación tuvo como objetivo analizar los procesos de degradación de los suelos de la Estación Experimental Tunshi (sector FRN), situación actual y perspectivas. Se realizó la revisión bibliográfica acerca de los procesos de degradación de los suelos de la Estación Experimental Tunshi (EETE) la cual constó de tres fases: búsqueda, organización y análisis de la información. La EETE se dividió en tres zonas conocidas como zona alta, media y baja, luego se procedió con la marcación de los puntos mediante el uso del GPS utilizando las coordenadas para así proceder a la toma de las muestras de cada una de las zonas, posteriormente se prepararon, etiquetaron y enviaron las muestras al laboratorio para su análisis, los mismos que fueron realizados en el laboratorio TotalChem ubicado en el cantón Ambato. Los parámetros analizados fueron: potencial hidrógeno (pH), textura, estructura, macronutrientes, micronutrientes, contenido de materia orgánica (MO) y conductividad eléctrica (CE). También se realizaron entrevistas semiestructuradas con actores claves que tengan conocimiento acerca del tema. Los resultados de los análisis fueron los siguientes: pH: zona alta= 7,38, zona media=7,60 y zona baja= 7,24. En la textura, para las tres zonas se obtuvo una clase textural de un suelo franco arenoso. Para el contenido de MO: zona alta= 3,0%, zona media=2,9% y zona baja= 4,0%. Y para la CE: zona alta= 0,21mmhos/cm, zona media=0,22mmhos/cm y zona baja= 0,20mmhos/cm. Se concluye que la zona alta presenta problemas en la composición de sus suelos debido a esto se implementará un sistema agroforestal en el que se sustituirán los árboles de eucalipto por especies endémicas. Se recomienda realizar otros tipos de análisis del suelo para la zona alta, como un análisis de la biota del suelo y así conocer lo que está sucediendo en la zona alta de la EETE.

**Palabras clave:** <DEGRADACIÓN>, <SUELOS>, <PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS>, <AGROFORESTERÍA>, <SISTEMA SILVOPASTORIL >, < TUNSHI>.

  
DERAI  
Castillo



2231-DBRA-UTP-2022

## SUMARY/ABSTRACT

The objective of this research project was to analyze the processes of soil degradation at the Tunshi Experimental Station (FRN sector), current situation and perspectives. The bibliographic review about the processes of soil degradation of the Tunshi Experimental Station (EETE) was carried out, which consisted of three phases: search, organization and analysis of information. The EETE was divided into three zones known as the high, medium and low zone, then, we proceeded with the marking of the points by using the GPS and the coordinates in order to proceed with the taking of the samples from each one of the zones. Then the samples were prepared, labeled and sent to the laboratory for analysis, which were carried out in the TotalChem laboratory located Ambato canton. The parameters analyzed were; hydrogen potential (pH), texture, structure, macronutrients, micronutrients, organic matter content (OM) and electrical conductivity (EC). Semi-structured interviews were also carried out with key actors who have knowledge about the subject. The results of the analyzes were as follows: pH: high zone= 7.38, medium zone=7.60 and low zone= 7.24. In the texture, for the three zones a textural class of a sandy loam soil was obtained. For the OM content; high zone= 3.0%, medium zone=2.9% and low zone= 4.0%. In addition, for CE: high zone= 0.21mmhos/cm, medium zone=0.22mmhos/cm and low zone= 0.20mmhos/cm. It is concluded that the upper zone presents problems in the composition of its soils, due to this; an agroforestry system will be implemented in which the eucalyptus trees will be replaced by endemic species. It is recommended to carry out other types of soil analysis for the upper zone, such as an analysis of the soil biota and thus know what is happening in the upper zone of the EETE.

**Keywords:** <DEGRADATION>, <SOILS>, <AGROECOLOGICAL PRACTICES>, <AGROFORESTRY>, <SILVOPASTORAL SYSTEM>, <TUNSHI>.



Lorena Hernández A. Mcs.

180373788-9

## **INTRODUCCIÓN**

Los Andes ecuatorianos corresponden a una región natural con condiciones biofísicas particulares y específicas que permiten tener una gran variedad y riqueza de recursos naturales, en particular la presencia de suelos aptos para el desarrollo de actividades agrícolas. Sin embargo, los suelos se han visto afectados por procesos morfodinámicos, tal es el caso de la erosión que se presenta tanto por procesos naturales o de origen humano.

El presente trabajo de integración curricular tiene como objetivo principal analizar los procesos de degradación de los suelos de la estación experimental Tunshi (sector FRN), situación actual y perspectivas.

A lo largo de la historia los suelos de la Sierra ecuatoriana han sido aprovechados para el desarrollo de la agricultura por las condiciones favorables de estos, pero poco a poco la erosión se ha encargado desaparecer estos suelos, es por ello que en este documento necesitamos conocer y hacer referencia a procesos de degradación.

Los estudios sobre la problemática de la degradación a nivel nacional o regional han sido mínimos, más bien estos se los realizan en áreas localizadas lo cual no permite comprender la repercusión de este problema.

En el capítulo 1 se detalla el problema de la investigación, las limitaciones y delimitaciones de la mismo, y se redactan los objetivos que han sido planteados para su desarrollo.

En el capítulo 2 se encuentra el marco teórico en el cual se describen aspectos fundamentales sobre los procesos de degradación del suelo y la importancia que tiene este recurso, hace referencia a la agroecología y a las prácticas agroecológicas que se abordarán en este documento.

En el capítulo 3 se da a conocer el aspecto metodológico donde se detalla el enfoque, nivel y diseño de la investigación, métodos, técnicas e instrumentos de investigación, las características del lugar como la localización de la Estación Experimental Tunshi, ubicación geográfica, diseño de investigación, técnicas de investigación, métodos e instrumentos de investigación y las actividades que se desarrollan por cada uno de los objetivos.

En el capítulo 4 se presenta el marco de análisis e interpretación de resultados. En este capítulo se analizan los análisis físicos y químicos del suelo realizados en las zonas alta, media y baja. Los

parámetros analizados son: potencial hidrógeno (pH), textura, estructura, macronutrientes, micronutrientes, contenido de materia orgánica (MO) y conductividad eléctrica (CE).

Por último, tenemos el capítulo 5, en el que se presenta la propuesta que se plantea como una solución a la problemática identificada. Esta propuesta tiene como objetivo mejorar la calidad de los suelos de la Estación Experimental Tunshi (sector FRN) a partir de la aplicación de prácticas agroecológicas que han sido planteadas como una alternativa de solución para cada una de las zonas (alta, media y baja). Adicionalmente, el trabajo de integración curricular presenta conclusiones, recomendaciones, glosario, bibliografía y anexos.

## CAPÍTULO I

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Planteamiento del Problema

El suelo es una parte esencial del ecosistema y, por lo tanto, es extremadamente importante por los servicios que brinda, pero la degradación global de este recurso está aumentando. La erosión del suelo es el principal proceso de degradación antropogénica que afecta a los suelos a nivel mundial. Este proceso modifica las principales propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que afecta la productividad del agroecosistema. De particular importancia son la ocurrencia de eventos extremos, su alta probabilidad de ocurrencia debido al cambio climático y los impactos en las tierras cultivables.

Con el tiempo, se ha demostrado que las actividades humanas cambian drásticamente los patrones de cobertura natural de la tierra en todo el planeta. A medida que los europeos llegaron a América, las características estructurales de los paisajes comenzaron a cambiar, principalmente en relación con los sistemas de perturbación, incluidos los cambios en los patrones de uso de los recursos básicos. Grandes áreas de bosques naturales han sido taladas y convertidas para dar paso a la agricultura.

Con el surgimiento de la Revolución Verde en la agricultura después de la Segunda Guerra Mundial, estos procesos de erosión del suelo aumentaron. Se ha demostrado que durante el período 1945–1990, los suelos del mundo se redujeron en un 17 %, en comparación con solo el 6 % durante el período 1900–1945. Este fue el núcleo de los conceptos de agricultura sostenible, agricultura orgánica, etc. Estos cambios en las propiedades del suelo han sido estudiados con mayor detalle desde la presentación de estos resultados en 1990, y aún hoy se incluyen como un elemento de clasificación de suelos en clasificaciones globales y nacionales (Hernández, et al., 2017, p. 51).

A nivel mundial, la tierra libre de hielo cubre un total de 13 mil millones de hectáreas, de las cuales el 11 % se cultiva, el 24 % son pastos permanentes y el 31 % son bosques. Del total de 3.200 millones de hectáreas de tierra cultivable, actualmente se cultivan alrededor de 1.475 millones de hectáreas. Pero a pesar de la presión en los países en desarrollo para aumentar la producción de alimentos, el progreso ha sido lento: entre 1977 y 1988, el área de tierra cultivable aumentó solo un 4%, el área de pastos permanentes se mantuvo casi sin cambios y el área de Los bosques disminuyeron un 3,5% (Winschel, 2017, p. 24).

El Ecuador se caracteriza por la gran diversidad de sus recursos naturales, dentro de los cuales se destaca la presencia de suelos con un gran potencial agrícola. Sin embargo, la erosión y procesos antropogénicos ha venido afectando a los suelos agrícolas (De Noni & Trujillo, 1986, p. 384). La fertilidad del suelo es considerada de mucha importancia para el crecimiento de las plantas y es definida como el potencial que tiene un suelo para suplir los elementos nutritivos en las formas, cantidades y proporciones requeridas para lograr un buen desarrollo y rendimiento vegetal. Su evaluación con fines agrícolas es el proceso mediante el cual se diagnostican problemas nutricionales en suelos y en base a ellos se elaboran planes de fertilización.

Ante estos antecedentes se vio el estudio del suelo en la Estación Experimental Tunshi (Sector FRN) que tiene problemas con los recursos naturales por el uso indiscriminado de plaguicidas, fungicidas y fertilizantes. En el caso del suelo este provee importantes bienes y servicios ambientales entre los cuales se destacan que son el sustento de alimento para las plantas, almacenan nutrientes, son el hábitat de una infinidad de organismos y albergan a todos los ecosistemas naturales que existen en el planeta. Esto hace que el estudio, conservación y recuperación de suelos degradados, sean actividades de suma importancia que deben ser implementadas de forma continua. Ya que este recurso ha sido uno de los más sobreexplotados tanto en el campo agrícola, ganadero, forestal o urbanístico.

En la presente investigación se intentará estimar los procesos de degradación, y de los procesos derivados de ella, utilizando técnicas de análisis multicriterio y poder establecer predicciones del avance de la frontera agrícola de la Comunidad Tunshi. Para ello se planteó la siguiente pregunta de investigación que guiará todo este estudio: ¿Cuáles son los procesos de degradación de los suelos de la Estación Experimental Tunshi (Sector FRN) en la actualidad?

El suelo es una mezcla de materiales minerales y orgánicos; capaces de soportar la vida vegetal. El interés de esta investigación se centra en evaluar la calidad del suelo, por ende, la determinación de características físicas y químicas permite valorar su aptitud productiva. Uno de los principales elementos para la sustentabilidad agrícola es la determinación de la calidad de los suelos, direccionando con eficacia su uso y manejo (López, 2005).

Los estudios sobre la problemática de la erosión a nivel nacional o regional han sido mínimos, más bien estos se los realizan en área localizadas lo cual no permite comprender la repercusión de este problema.

Para la realización de esta investigación tomamos en cuenta la avanzada degradación del suelo, es decir, en el país, alrededor del 49% de las tierras está degradado y un 22% se encuentra en

proceso de desertificación (Alarcón, 2018, p. 1). Por otro lado, también se tomó en cuenta la falta de información sobre temas de degradación no solamente en el lugar de estudio sino a nivel de la provincia.

## **1.2. Limitaciones y delimitaciones**

### ***1.2.1. Limitaciones***

Las limitaciones que presentó el proyecto de investigación fueron las derivadas de la actual emergencia sanitaria que atraviesa el país y el mundo por la pandemia causada por la COVID-19, principalmente por las restricciones de movilidad y aforos. Otras de las limitaciones fueron la falta de estudios previos a la investigación y falta de datos confiables en repositorios académicos.

### ***1.2.2. Delimitaciones***

La investigación fue desarrollada en la comunidad de Tunshi, conocida también como Estación Experimental Tunshi. La Estación Experimental Tunshi, forma parte de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, la cual fue adquirida el 10 de noviembre de 1973 mediante convenio y contrato de integración con la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y el entonces Instituto Tecnológico Superior Chimborazo con una extensión de 145.5 hectáreas, según la Subsecretaría del Departamento de Desarrollo Territorial y Material de la ESPOCH, de las cuales 65 hectáreas son utilizadas por la Facultad de Ciencias Pecuarias con carreras de ingeniería zootécnica e industria ganadera (Espoch, 2020, p. 1).

## **1.3. Problema General de Investigación**

¿Los procesos de degradación de los suelos afectan a la Estación Experimental Tunshi (Sector FRN)?

## **1.4. Objetivos**

### ***1.4.1. Objetivo General***

- Analizar de los procesos de degradación de los suelos de estación experimental Tunshi (sector FRN), situación actual y perspectivas.

#### ***1.4.2. Objetivos Específicos***

- Realizar un diagnóstico acerca de los procesos de degradación de los suelos de la Estación Experimental Tunshi (Sector FRN).
- Elaborar una propuesta para reducir la degradación de los suelos de la Estación Experimental Tunshi (Sector FRN).

### **1.5. Justificación**

#### ***1.5.1. Justificación Teórica***

La presente investigación se encuentra justificada debido a que, actualmente existe una falta de información que existe sobre los procesos de degradación de los suelos en la comunidad de Tunshi, por lo cual, se realizó una búsqueda de información teórica, la cual permitió recopilar información relacionada sobre estos procesos permitiendo así conocer los principales procesos de degradación de los suelos, y así, en la parte práctica poder identificar estos procesos en comunidad de Tunshi.

#### ***1.5.2. Justificación Metodológica***

Actualmente existen referencias académicas sobre los procesos de degradación del suelo, no obstante, existen vacíos metodológicos para poder identificarlos, es por eso que, la presente investigación se encuentra justificada metodológicamente debido a que, se propone una metodología que aporte a la identificación de estos procesos.

#### ***1.5.3. Justificación Práctica***

La presente investigación se justifica de forma práctica debido a que, busca determinar los procesos de degradación de los suelos de la comunidad de Tunshi, por medio de un diagnóstico de la situación actual y una propuesta para mitigar dichos procesos. Todo ello, con el objetivo de tomar las mejores decisiones que contribuyan a la conservación de los suelos, y, por tanto, incidan positivamente en el bienestar humano de la población beneficiaria.

## CAPITULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de investigación

En el presente apartado se detallan las investigaciones que ha sido tomada como base para la elaboración del presente estudio.

Primeramente, en Colombia (Muñoz, 2016, p. 10), en su investigación titulada ‘Diagnóstico de la degradación de los suelos en cultivos de arroz riego intermitente y seco bajo el sistema de labranza tradicional aplicado, en los llanos del Casanare’, menciona que, en la actualidad, extensas áreas de la región de los Llanos del Casanare en Colombia se utilizan para la producción de arroz de riego intermitente y arroz de seco. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del sistema de labranza tradicional aplicado sobre algunas propiedades fisicoquímicas. La investigación se desarrolló en el municipio de San Luis de Palenque. Se tomó una muestra perturbada a una profundidad de 20 centímetros. En campo se tomaron pruebas de infiltración y humedad, se determinaron propiedades químicas en laboratorio.

Mediante el diseño experimental y el modelo estadístico se obtuvieron diferencias significativas cuando se realizaron comparaciones múltiples por riego y tratamiento de arroz de seco; porosidad y materia orgánica. ( $p = 0,01$ ) y ( $p = 0,00387$ ). Finalmente, los datos obtenidos se especializaron mediante un software especializado en SIG, ArcGIS 10.2, con el fin de establecer una línea base de información para la toma de decisiones, y de esta manera, proponer un manejo integrado del cultivo desde la siembra hasta la cosecha, para orientarse hacia la gestión sostenible del recurso suelo.

Por otro lado, se encuentra la investigación ejecutada por Romero, et al (2012, p. 587), titulada ‘Influencia del abandono de cultivos en los procesos de degradación de suelos en la Región de Murcia’, la cual, analiza los efectos del abandono del suelo en el sureste de España (Región de Murcia). Se han seleccionado tres áreas de diferente litología como sitios de estudio: margas, calizas y rocas metamórficas. Se han realizado varios estudios: (1) evidencias de erosión, (2) análisis de las principales características de los suelos y (3) análisis de la vegetación. Los resultados muestran que los procesos de erosión son más importantes en el abandono de terrenos en margas, donde se producen procesos de entubamiento. Las propiedades del suelo se deterioran con el abandono en margas, pero mejoran en calizas y rocas metamórficas, como consecuencia de la regeneración natural de la vegetación, especialmente en estas últimas. En conclusión, el

abandono de terrenos, en lo que se refiere a procesos de degradación de suelos, suele ser muy negativo en margas, pero puede tener consecuencias positivas en rocas metamórficas.

Por último, se encuentra la investigación desarrollada en Ecuador por Montatixe, et al. (2021, p. 1735) titulada 'Degradación del suelo y desarrollo económico en la agricultura familiar de la parroquia Emilio María Terán, Píllaro', la cual, tuvo como objetivo cuantificar el efecto de la degradación del suelo en los ingresos económicos de la agricultura familiar en el cantón Emilio María Terán, municipio Píllaro de la provincia de Tungurahua. Se realizó un relevamiento de campo mediante un cuestionario cerrado que permitió recabar información sobre la degradación del suelo, socioeconómica y productiva de la finca. La encuesta se aplicó a 196 jefes de familia campesinos de 11 barrios. El porcentaje del suelo degradado que no se cultiva fue del 70,9%. El análisis cualitativo mostró que la economía de los agricultores era precaria junto con las fincas de suelos degradados. Sin embargo, a partir del análisis cuantitativo, la degradación del suelo no se asoció con el ingreso económico de la finca.

## **2.2. Referencias Teóricas**

### ***2.2.1. Estación Experimental Tunshi (Sector FRN)***

La Estación Experimental Tunshi (Sector FRN) se encuentra ubicada en la zona Licto, provincia de Chimborazo. Se ubica a una latitud de -1.75, a 15 kilómetros de Riobamba. Tunshi pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, misma que fue adquirida el 10 de Noviembre de 1973 por medio de convenio de Integración y contrato con la Pontificia Universidad Católica del Ecuador y en ese entonces el Instituto Tecnológico Superior de Chimborazo, con una extensión de 145.5 ha, según la sub secretaria de tierras y el departamento de desarrollo físico de la ESPOCH, de las cuales 65 ha es uso de la Facultad de Ciencias Pecuarias con la Carrera de Ingeniería en Zootécnica e Industrias Pecuarias.

El uso del suelo del sector está directamente relacionado con las actividades agrónomas que se dan sobre los recursos naturales que posee el subsuelo.

Es necesario indicar la importancia que posee cada uno de los usos del suelo en función a las principales actividades que allí se realizan. De esta manera el sector primario abarca las principales actividades que convierten los recursos naturales en productos primarios y generalmente son materia prima para la ejecución de otras actividades conformadas por el sector secundario (Domínguez et al., 2019, p. 52).

### **2.2.2. Degradación de la tierra**

La degradación del suelo es el proceso del deterioro de las propiedades físicas, químicas y biológicas de la tierra, debido a la existencia de dos sistemas involucrados, el ecosistema natural y el medio social humano; es necesario otorgarle al suelo la calidad de un medio natural no renovable, y no mirarlo solo como un recurso explotable con fines económicos (Domínguez et al., 2019, p. 278).

Su expresión más visible en el sector rural del Ecuador es la pérdida del suelo derivada de las malas prácticas de manejo en la agricultura y ganadería, las que repercuten directamente sobre su producción misma, así como en las funciones ecosistémicas que este recurso brinda en conjunto con la vegetación, la fauna y el agua. Se estima que en el Ecuador se pierde entre unas 30 y 50 toneladas anuales de suelo fértil por hectárea (Reinoso, 2018, p. 23).

De forma general, se distinguen dos tipos de procesos de degradación del suelo:

- Aquéllos que producen el desplazamiento de las partículas del suelo. Los más importantes son la erosión por agua y viento.
- Fenómenos que originan una degradación in situ del suelo. Pueden ser procesos de degradación física (compactación, artificialización) o química (acidificación, salinización, pérdida de materia orgánica, contaminación).

### **2.2.3. Suelo**

El término suelos involucra el concepto edafológico y el concepto pedológico, al considerar el suelo como: “un cuerpo natural producto de procesos de meteorización, cuyas características pueden evaluarse siguiendo criterios establecidos en un sistema de clasificación de suelos aceptado internacionalmente con los cuales se puede definir los procesos pedogenéticos que han actuado produciendo el suelo” (Reinoso, 2018, p. 9).

El suelo es la capa superficial de la tierra y constituye el medio en el cual crecen las plantas. Es capaz de aportar los nutrientes fundamentales para el crecimiento de los vegetales y almacenar agua de lluvias cediéndola a las plantas a medida que la necesitan (Arcos, 2021, p. 1).

#### ***2.2.4. Calidad del suelo***

Según García et al. (2012, p. 128) la calidad de suelo indica la utilización de este, con el principal propósito que se mantenga en un 16 intervalo amplio en el tiempo. Este término se empezó a acotar cuando se reconocieron las funciones del suelo:

- Promover la producción del suelo sin perder sus propiedades físicas, químicas y biológicas. (Productividad biológica sostenible).
- Disminuir contaminantes ambientales y nocivos (Calidad ambiental).
- Beneficiar la salud de plantas, animales y humanos.

Mientras tanto, (Villarreal, 2010, p. 21) manifiesta que calidad de suelos es un concepto holístico el cual reconoce al suelo como parte de un sistema de producción complejo, dinámico y diverso compuesto por minerales, sustancias orgánicas, solución del suelo, gases y organismos vivos que interactúan continuamente en respuesta a fuerzas biológicas, físicas y químicas, naturales e impuestas.

#### ***2.2.5. Análisis del suelo***

##### ***2.2.5.1. Análisis físico del suelo***

Los análisis físicos normalmente se realizan para evaluar los regímenes del suelo, agua y aire, espacio arraigable y otros aspectos sobre el régimen de los elementos nutritivos. Funciona como un complemento para la evaluación de los estudios químicos- nutritivos, de lo que se deriva información indispensable para el correcto manejo del suelo.

##### ***2.2.5.2. Análisis químico del suelo***

Los análisis químicos del suelo son de gran relevancia ya que estos permiten conocer los macro y micronutrientes que están presentes en el suelo. Estas informaciones obtenidas mediante estos análisis funcionan como una base para la fertilización del suelo en ciertas situaciones. Está demostrado de que estos análisis sirven como una excelente guía para un uso racional de los fertilizantes. No obstante, no se debe olvidar que en la producción de los cultivos intervienen factores como el clima, variedades, manejo general, entre otros, quienes también intervienen en el desarrollo inadecuado de una planta, si no se encuentran en el grado óptimo que se requiere

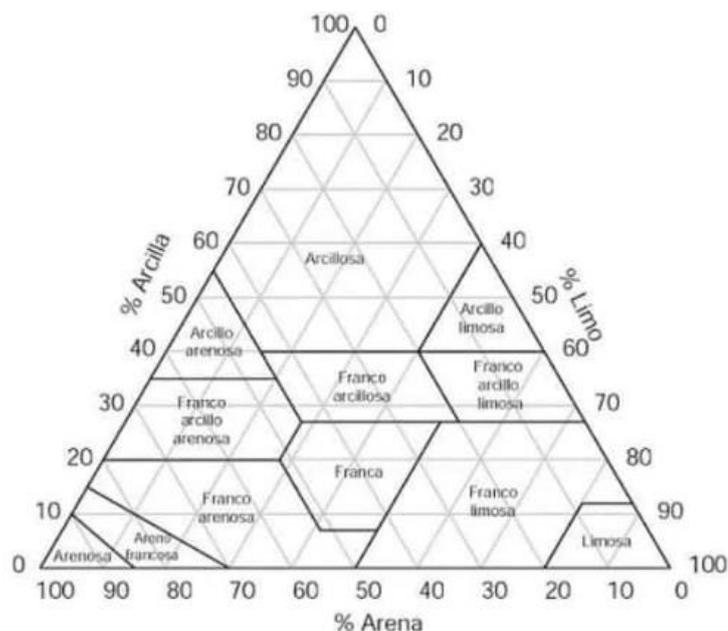
Los análisis químicos son una herramienta fundamental para conocer las disponibilidades de los nutrientes del suelo o de las propiedades edáficas que han variado en tiempo y espacio. Son elementos complementarios que son de gran importancia en el estudio del análisis de la productividad del suelo, y que permiten definir la capacidad de uso del suelo, información que es primordial para la planificación de cultivos y las rotaciones (Torres, 2010, p. 2).

## 2.2.6. Parámetros físicos del suelo

### 2.2.6.1. Textura

La determinación de la textura principalmente consiste en indicar para el suelo estudiado la proporción que ocupa en este cada elemento que lo conforma: arena fina, arena gruesa, limo y arcilla. También se determina la cantidad de grava y gravilla. En general es un análisis granulométrico (FAO, 2009, p. 26).

Para determinar el tipo granulométrico o clase textural de un suelo, se recurre a varios métodos. Se utilizan cada vez más los diagramas triangulares, siendo el triángulo de referencia un triángulo rectángulo o un triángulo equilátero. Se usa actualmente, de un modo casi unánime, un triángulo equilátero. Cada uno de sus lados a un eje graduado de 10 en 10, de 0 a 100, sobre el cual se transporta la cantidad del elemento que representa; en general un lado del triángulo corresponde a la arcilla, el otro al limo, el tercero a la arena.



**Ilustración 1-1:** Triángulo textural.

Fuente: FAO, 2009, p. 28

Se utiliza el triángulo de la siguiente manera: cuando se dispone del análisis granulométrico de un suelo, su tenor en arcilla, en limo y en arena, determina un punto que se sitúa en el triángulo, en el interior de una casilla, y que permite identificarlo y darle un nombre asimilándolo a la clase textural representada por esa casilla, por ejemplo, franco, arcillo arenoso, etc.

Calificador visual (CV)	Clase textural	Descripción
2 (Bueno)	Franco limoso	Harinosa, ligeramente granular y pegajoso, sin grietas. Se puede moldear una bola cohesiva que se fisura cuando se aprieta.
1.5 (Mod. bueno)	Franco Arcilloso	Gránulos moderadamente pegajoso y plástico. Se puede moldear una bola cohesiva que se deforma sin fisurarse al apretarse.
1 (Moderado)	Franco arenoso	Muy granosa y harinosa ligeramente arenosa. Se puede moldear una débil bola cohesiva que se fisura cuando se aprieta.
0.5 (Mod. pobre)	Arena franca, Arcilla	<i>Arena franca:</i> Presenta un grano muy arenoso y áspero. Casi se puede moldear una pelota pero esta se desintegra cuando se aprieta el suelo entre los dedos. <i>Arcilla:</i> Tacto muy liso, muy uniforme y muy plástica. Se moldea una bola cohesiva que se deforma sin fragmentarse.
0 (Pobre)	Arena	Grano muy arenoso y áspero, no permite moldear una bola.

**Ilustración 2-1:** Clase textural.

Fuente: FAO, 2009, p. 28

#### 2.2.6.2. Color

Las principales sustancias que confieren al suelo su color son el humus, compuestos minerales como los óxidos, sulfuros, sulfatos, carbonatos. Los colores claros, es decir, el blanco el blancuzco, son debidos a la abundancia de minerales blancos o incoloros. Los horizontes superficiales de suelos evolucionados presentan bastante raramente esos tintes, salvo en los suelos de regiones secas, áridas o desérticas. Pero se encuentran más a menudo en los horizontes del subsuelo o en los suelos poco evolucionados, en los suelos esqueléticos y en los decapitados, en los que la erosión se ha llevado los horizontes superficiales. Los minerales que tienden a provocar estas coloraciones claras son la sílice, el calcáreo en un grado elevado de pureza, el yeso, los cloruros o la arcilla, también desprovista de impurezas (Rucks, et al, 2004, p. 54).

#### 2.2.7. Parámetros químicos del suelo

##### 2.2.7.1. pH

Así como la temperatura es uno de los índices más importantes en el diagnóstico del estado de salud en los humanos, el pH del suelo es uno de los parámetros más solicitados en los análisis del suelo, debido a que afecta la mayoría de los procesos biológicos, incluyendo el crecimiento

de las plantas. Reacciones extremas en los suelos, tales como fuerte acidez o alcalinidad son indicativas de condiciones que interfieren con esos procesos (Casanova, 2005, p. 205).

Se conoce que, el pH del suelo es una medida de la acidez o alcalinidad de un suelo, y afecta la disponibilidad de los nutrientes, la actividad de microorganismos, y la solubilidad de minerales del suelo. Factores importantes que afectan el pH edáfico son temperatura y precipitaciones, que controlan la intensidad del lixiviado y la meteorización de los minerales del suelo. La acidez por lo general está asociada con suelos lixiviados; la alcalinidad mayormente aparece en regiones más secas. Sin embargo, prácticas agrícolas, tales como el encalado o el agregado de fertilizantes de amonio, puedan alterar el pH. La medición de pH significa en realidad medir la actividad del ión [H+] en la solución del suelo (USDA, 1999, p. 63).

**Tabla 1-1:** pH del suelo

Término descriptivo	Rango
0.0 a < 5.0	Muy Ácido
5.0 a < 5.5	Ácido
> 5.5 a 6.0	Medianamente Ácido
> 6.0 a 6.5	Ligeramente Ácido
7.0	Neutro
> 6.5 a 7.5	Prácticamente neutro
> 7.5 a 8.0	Medianamente Alcalino
> 8.0 a 8.5	Ligeramente Alcalino
> 8.5	Alcalino

Fuente: Gasteiz, 2018

#### 2.2.7.2. Conductividad eléctrica (C. E)

La conductividad eléctrica (CE) de mezclas de suelo-agua indica la cantidad de sales presentes en el suelo. Todos los suelos contienen algo de sales, las cuales son esenciales para el crecimiento de las plantas. Sin embargo, un exceso de sales inhibe el crecimiento de las plantas al afectar el equilibrio suelo-agua. Suelos que contengan exceso de sales aparecen naturalmente y también como resultado del uso y manejo del suelo. Las mediciones de conductividad eléctrica detectan la cantidad de cationes o aniones (sales) en solución. Cuanto mayor es la cantidad de aniones o cationes tanto mayor es la lectura de la conductividad eléctrica. Los iones generalmente asociados con salinidad son Ca<sup>++</sup>, Mg<sup>++</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>, H<sup>+</sup> (cationes) ó NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>-</sup>, Cl<sup>-</sup>, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>, OH<sup>-</sup> (aniones).

**Tabla 2-1:** Criterios de evaluación de salinidad del suelo.

Conductividad eléctrica (CE)	Clasificación del suelo	Tolerancia de las plantas al contenido de sales
< 2.0	No salino	Efecto casi nulo
2.1 a 4.0	Poco salino	Los rendimientos de los cultivos más sensibles se afectan
4.1 a 8.0	Moderadamente salino	Prosperan solamente los cultivos que toleran cierto grado de salinidad
8.1 a 16.0	Muy salino	Solo los cultivos tolerantes rinden apropiadamente
> 16.0	Extremadamente salino	Solo las especies muy tolerantes se adaptan.

Fuente: Fernandez y Rojas, 2006

### 2.2.7.3. Materia orgánica (M. O)

Se conoce que, aunque constituye típicamente menos del 5% de un suelo productivo, la materia orgánica determina en gran medida la productividad del suelo. Sirve como fuente de alimento para los microorganismos y está sometida a reacciones químicas como intercambio iónico, al mismo tiempo que influye en las propiedades físicas del suelo. Incluso, algunos compuestos orgánicos contribuyen al intemperismo de la materia mineral, proceso por el cual se forma el suelo (Flores, 2016, p. 16).

**Tabla 3-1:** Porcentajes de Materia Orgánica

% M. O	Clasificación del suelo
0 a < 2	Muy deficiente
2 a < 4	Deficiente
4 a < 6	Normal
6 a < 8	Apreciable
8 a < 10	Humífero
> 10	Muy humífero

Fuente: Gasteiz, 2018.

### **2.2.8. Erosión de los suelos**

El suelo, desde el punto de vista ambiental tomando en cuenta su uso particularmente agrícola y sus características físicas determinan su sensibilidad de pérdida en un periodo de tiempo. Además, la visión antrópica que mira al suelo no como un recurso natural sino más bien como un elemento de producción agrícola, sin tomar en cuenta los procesos naturales que este necesita para su regeneración afectando directamente a las generaciones futuras y la seguridad alimentaria. La erosión del suelo es la remoción del material superficial por acción del viento o del agua (Gómez, 2019, p. 22).

### **2.2.9. Erosión hídrica**

Proceso en el cual la remoción del suelo y transporte de las partículas se debe principalmente al agente agua. La lluvia es el principal agente en este tipo de erosión que debido a su intensidad, duración y frecuencia de eventos pluviométricos determina ciertas características al proceso de erosión. Influyen en la pérdida del suelo por el impacto que esta causa al momento de la caída de las gotas, por la fuerza con la que golpeó el suelo y por su contribución a la erosión por flujo superficial. Además, influyen las características de intensidad o cantidad (mm) de lluvia por unidad de tiempo, frecuencia, duración de los periodos de precipitaciones en un rango determinado de años (Colotty, 1999, p. 105).

#### **2.2.9.1. Tipos de erosión hídrica**

La erosión hídrica se diferencia por su forma de desgastar el suelo directamente.

##### **a. Erosión pluvial**

Esta es causada por el impacto de las gotas de lluvia en la capa superficial del suelo y particularmente cuando no tiene cobertura vegetal. La fuerza con la que golpean las gotas el suelo (en función de la intensidad de la lluvia) produce un desprendimiento de las partículas del suelo (Gómez, 2019, p. 23).

##### **b. Erosión surcos**

Se trata del escurrimiento o flujo concentrado del agua, el agua se escurre por la superficie de los terrenos transportando las partículas de suelo paralelas al sentido de la pendiente. Concentran su flujo a lo largo de pequeñas depresiones de la superficie incluso en terrenos con pequeñas

ondulaciones formando surcos. Los surcos inicialmente tienen medidas con valores que van de 3 cm de ancho y a 5 cm de profundidad y con el transcurso del tiempo y las condiciones del medio pueden llegar a medir 40 a 60 cm de ancho y 20-30 cm de profundidad (Santos & Castro, 2012, p. 28).

#### c. Erosión Cárcavas

Este tipo de erosión hace referencia a cauces con fuerte pendiente y encajado. Es decir, son cursos de agua permanentes con paredes empinadas que conducen efímeros flujos de agua durante las precipitaciones. Estas pueden alcanzar tanto en longitud como en profundidad grandes dimensiones que se traducen en pérdida de suelo por la mayor cantidad de sedimentos que transportan. Este proceso se genera por una fuerte concentración del agua, escurrimiento y paisajes inestables (Santos & Castro, 2012, p. 29).

#### ***2.2.10. Degradación de los páramos***

El páramo es esencialmente un medio natural poco antropizado. Sin embargo, se observa en esas zonas una colonización progresiva, que se ha acelerado en el último decenio y que adopta diversos aspectos en función de las condiciones ecológicas y de los diferentes tipos de población involucrados (Gómez, 2019, p. 70).

En las zonas de piedemonte, la ausencia de medidas de conservación de los suelos de fuerte pendiente ha tenido como consecuencia una erosión sumamente marcada de los suelos, que ha determinado el afloramiento de las cenizas volcánicas antiguas endurecidas (cangahua) impropias para el cultivo sin medidas particulares de rehabilitación. Así, se observa una reducción de las superficies productivas en el momento mismo en que la necesidad de aumentarlas es mayor, lo que conduce a una colonización agrícola y pastoral de las zonas situadas más aguas arriba, los páramos (Santos & Castro, 2012, p. 76).

#### ***2.2.11. La quema y el sobrepastoreo***

Quema y sobrepastoreo están íntimamente asociados. Como las grandes gramíneas son poco apetecibles, los propietarios de ganado las queman para disponer de plantas jóvenes más apreciadas por los bovinos y ovinos. El caso del sobrepastoreo ovino es el más preocupante. Primeramente, la oveja paca la fina cobertura vegetal situada entre las matas, y luego los tiernos retoños de las grandes hiervas. En las zonas de fuerte pendiente la desaparición de la vegetación se acompaña de la formación de pequeñas terrazas de sobrepastoreo que cortan las vertientes. La cobertura herbácea baja termina por desaparecer y las ovejas cavan el suelo para comer las raíces,

dejando únicamente matas aisladas en medio de zonas totalmente desnudadas (Domínguez et al., 2019, p. 274).

### ***2.2.12. Agroecología***

La Agroecología es un enfoque distinto del desarrollo agrícola convencional, porque se basa en un paradigma científico diferente. El paradigma es holístico, los sistemas sociales y agroecológicos se reflejan mutuamente, pues han coevolucionado juntos. La investigación de la ciencia natural y de la ciencia social, lo mismo que sus prescripciones, no se pueden separar (Gómez, 2019, p. 33).

La agroecología (AE), en su propósito de estudiar y manejar los sistemas agrícolas se fundamenta en la teoría ecológica, con la doble intención de volverlos más productivos y conservar los recursos naturales. Propugna por los sistemas e incluye diversas tecnologías, prácticas e innovaciones, lo mismo que la valoración del conocimiento local tradicional y el de la ciencia. Privilegia las interacciones de lo agropecuario, ambiental y humano y toma en cuenta lo multidimensional del sistema alimentario (Bastida, 2008, p. 25).

### ***2.2.13. Agroecosistema***

El agroecosistema es la unidad de análisis principal de la agroecología. Los enfoques agroecológicos se basan en simular la estructura y función de los agroecosistemas naturales, reemplazando sus componentes de tal manera que la estructura y función se conserve. En esta sección se discutirán los diferentes componentes que constituyen el ecosistema, los procesos principales que ocurren en su dinámica y trayectoria y algunas reflexiones sobre la manera que deben diseñarse ecosistemas sustentables (Colotty, 1999, p. 110).

Se denominan agroecosistemas a los sistemas naturales o ecosistemas, que son utilizados por el hombre para producir y obtener alimentos. Los agroecosistemas son unidades geográficas más o menos complejas, con diversos componentes que interactúan. Se trata de sistemas abiertos que reciben insumos del exterior, dando como resultado productos que generalmente pasan a sistemas externos. Al igual que en cualquier ecosistema terrestre, en ellos se dan procesos de flujo de energía, el ciclo de nutrientes, el ciclo hidrológico, procesos sucesionales de vegetación y de regulación biótica (Gómez, 2019, p. 33).

#### ***2.2.14. Agricultura orgánica***

La materia orgánica, considerada como una mezcla compleja y variada de sustancias orgánicas, desempeña un importante papel en los suelos agrícolas. A pesar de que la misma constituye solo una pequeña fracción de la mayoría de los suelos, es un componente dinámico que ejerce una influencia dominante en muchas propiedades y procesos del suelo. Frecuentemente un efecto lleva a otro, de modo que, de la adición de materia orgánica a los suelos, resulta una cadena compleja de múltiples beneficios (Bonilla, 2021, p. 1).

#### ***2.2.15. Materia orgánica***

Por definición, toda sustancia orgánica contiene carbono. Los suelos del mundo contienen aproximadamente el doble de la cantidad de carbono que se encuentra en toda la vegetación del planeta. Por lo tanto, la materia orgánica del suelo tiene un rol decisivo en el balance global del carbono, el cual es considerado el factor más influyente en el calentamiento global o efecto invernadero. La materia orgánica, considerada como una mezcla compleja y variada de sustancias orgánicas, desempeña un importante papel en los suelos agrícolas. A pesar de que la misma constituye solo una pequeña fracción de la mayoría de los suelos, es un componente dinámico que ejerce una influencia dominante en muchas propiedades y procesos del suelo. Frecuentemente un efecto lleva a otro, de modo que, de la adición de materia orgánica a los suelos, resulta una cadena compleja de múltiples beneficios (Domínguez et al., 2019 p. 277).

#### ***2.2.16. Reciclaje de nutrientes***

Pequeñas cantidades de nutrientes entran continuamente al sistema a través de varios procesos hidrogeoquímicos. Mediante una complicada serie de ciclos interconectados, estos nutrientes circulan entonces dentro del ecosistema, donde la mayor parte de las veces están ligados a materia orgánica (Domínguez et al., 2019, p. 280).

## CAPITULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Enfoque de Investigación

Para esta investigación nos basamos en un enfoque mixto, es decir, tiene un enfoque tanto cualitativo como cuantitativo.

El enfoque mixto surge como consecuencia de la necesidad de afrontar la complejidad de los problemas de investigación planteados en todas las ciencias y de enfocarlos de una manera holística. Aquí el investigador utiliza técnicas de los enfoques cuantitativos y cualitativos. Para, (Hernández, et al., 2014, p. 4) la investigación mixta no tiene como meta remplazar a la investigación cuantitativa ni a la investigación cualitativa, sino utilizar las fortalezas de ambos tipos de indagación combinándolas y tratando de minimizar sus debilidades potenciales.

El proceso de investigación mixto implica una recolección, análisis e interpretación de datos cualitativos y cuantitativos que el investigador haya considerado necesarios para su estudio. Este método representa un proceso sistemático, empírico y crítico de la investigación, en donde la visión objetiva de la investigación cuantitativa y la visión subjetiva de la investigación cualitativa pueden fusionarse para dar respuesta a problemas humanos (Otero, 2018, p. 19).

#### 3.2. Nivel de Investigación

De acuerdo con la naturaleza del estudio de la investigación reúne por su nivel las características de un estudio exploratorio, descriptivo y exploratorio.

##### 3.2.1. *Explicativa*

Es un nivel más complejo, más profundo y riguroso de la investigación básica, cuyo objetivo principal es la verificación de hipótesis causales o explicativas. La investigación explicativa prueba sus hipótesis a través de los diseños no experimentales y experimentales (Esteban Nieto, 2018, p.2).

### **3.2.2. Descriptiva**

Es una investigación de segundo nivel, inicial, cuyo objetivo principal es recopilar datos e informaciones sobre las características, propiedades, aspectos o dimensiones de las personas, agentes e instituciones de los procesos sociales. La investigación descriptiva, comprende la colección de datos para probar hipótesis o responder a preguntas concernientes a la situación corriente de los sujetos del estudio (Esteban Nieto, 2018, p.2).

### **3.2.3. Exploratoria**

Es una búsqueda de información con el propósito de formular problemas e hipótesis para una investigación más profunda de carácter explicativo. Estos estudios exploratorios, llamados también formularios tienen como objetivo “la formulación de un problema para posibilitar una investigación más precisa o el desarrollo de una hipótesis” (Esteban Nieto, 2018, pp-2,3).

## **3.3. Diseño de investigación**

### **3.3.1. Según la manipulación o no de la variable independiente.**

Debido a que durante la investigación no se manipularon las variables de estudio, se eligió un diseño no experimental. En un estudio no experimental, no surgen situaciones, sino que el investigador observa las condiciones existentes sin provocación intencional. En la investigación no experimental, las variables independientes están ahí y no se pueden manipular; no hay un control directo sobre estas variables, y no es posible influir en ellas, como ya se ha hecho, como sus efectos (Hernández, et al., 2014, p. 152).

### **3.3.2. Según las intervenciones en el trabajo de campo**

Según las intervenciones en el trabajo de campo se ha empleado un diseño transversal. Los diseños de investigación transversales recopilan datos al mismo tiempo. Su propósito es describir las variables en un período de tiempo determinado y analizar sus efectos e interrelaciones. Es como "tomar una foto" de algo que sucede (Hernández, et al., 2014, p. 154).

## **3.4. Tipo de estudio**

En base a las fuentes de información empleadas en el presente estudio se empleó una investigación de campo. La investigación de campo es aquella en la que el investigador obtiene datos de fuentes

directas en un contexto natural. Los estudios de campo tienen la ventaja de permitir al investigador obtener información directamente del contexto natural sin la intervención de factores artificiales que puedan modificar los resultados, por lo que son muy realistas (Hurtado, 2010, p. 702).

### **3.5. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación**

Por la naturaleza propia del estudio, la selección de una población y posteriormente el cálculo del tamaño de la muestra no es procedente.

### **3.6. Métodos**

El método empleado en el presente estudio fue la observación. La observación es un proceso de atención, recolección, selección y registro de información, para lo cual el investigador utiliza sus sentidos (vista, oído, sentidos cinético y cinético, olfato, tacto, etc.). La observación es la apertura integral del individuo (sentidos internos y externos, experiencias, percepción, intelecto), respecto de lo que le rodea, así como la selección, registro sistemático y codificación de todos los hechos, situaciones o conductas (Hurtado, 2010 p. 833).

#### **3.6.1. Técnicas**

La técnica de investigación empleada fue la revisión documental. Esta técnica es un proceso de localización, recopilación, selección, examen, análisis, extracción y registro de la información contenida en los documentos. La técnica de revisión documental se puede utilizar para una variedad de propósitos, de hecho, sirve para construir el fundamento noológico de la investigación y, en este caso, de la búsqueda de información orientada a la configuración del punto de partida teórico, conceptual, histórico, jurídico y contextual (Hurtado, 2010, p. 851).

#### **3.6.2. Instrumentos de investigación.**

Para el cumplimiento de los objetivos planteados en esta investigación se procedió con los parámetros que se detallan a continuación:

##### **Objetivo 1**

Realizar un diagnóstico acerca de los procesos de degradación de los suelos de la Estación Experimental Tunshi (Sector FRN).

Para el cumplimiento de este objetivo se realizarán las siguientes actividades:

### 3.6.3. Delimitación de la zona de estudio

El lugar de estudio por temas de extensión se basó en el territorio de la Estación Experimental Tunshi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ubicada en la parroquia Licto, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo – Ecuador.

La Estación Experimental Tunshi cuenta con una área de 145.5 ha.

Ubicación geográfica:

- Latitud: Sur  $1^{\circ} 44' 54''$ ; Oeste  $78^{\circ} 37' 72''$
- Altitud: 2710 (m.s.n.m)



**Ilustración 1-3:** Ubicación geográfica de EET-ESPOCH.

Fuente: Google Earth

### ***3.6.4. Realizar una revisión bibliográfica acerca de los procesos de degradación que existen en la Estación Experimental Tunshi (Sector FRN).***

La metodología propuesta para la revisión bibliográfica determinará la relevancia e importancia del tema y así asegurar la originalidad de una investigación. Además, permite que otros investigadores consulten las fuentes bibliográficas citadas, pudiendo entender y quizá continuar el trabajo realizado. La metodología propuesta se compone de tres fases:

#### *3.6.4.1. Búsqueda de la información*

Para el proceso de investigación bibliográfica contamos con material informativo como libros, revistas de divulgación o de investigación científica, sitios Web y demás información necesaria para iniciar la búsqueda.

Una búsqueda bibliográfica debe hacerse desde una perspectiva estructurada y profesional. Leer documentación que no tenga fundamentos es aburrido y termina por ser una pérdida de tiempo. Por supuesto, cuando se inicia un proceso de búsqueda bibliográfica no se sabe qué material es el más pertinente o relevante, sin embargo, a medida que se avanza la perspectiva mejora y se empiezan a definir los temas que realmente interesan (Gómez-Luna et al. 2014, p. 3).

Por tanto, se hace necesario delimitar la búsqueda y saber cuándo parar, aunque exista un sin número de preguntas por responder antes de abordar el tema principal del proyecto de investigación.

#### *3.6.4.2. Organización de la información*

Esta fase es de gran importancia en todo proyecto de investigación, consiste en organizar de manera sistemática la documentación encontrada. Se puede realizar tanto de manera básica o detallada (Gómez-Luna et al. 2014, p. 4).

Se organizará de manera sistemática la información encontrada. Inicialmente la información será ordenada en carpetas, hojas de cálculo e inclusive se utilizará la aplicación Mendeley. Una manera de organizar la información será por relevancia, distinguiendo los principales documentos de los secundarios. Así se obtendrá una estructura o diagrama que permite identificar los pilares del tema bajo estudio. Es necesario definir una estructura para organizar la información de forma jerárquica y la cantidad de datos que se van a incluir en esta (autores, año, resumen, idea principal, etc.). Las variables o características se limitarán a los criterios escogidos de acuerdo con el tema de investigación.

### 3.6.4.3. Análisis de la información

La tercera fase es analizar la información ya organizada, indagando sobre cuáles son los documentos más útiles para la temática en estudio (Gómez-Luna et al. 2014, p. 4). La información organizada, se debe analizar, para lo que se empleará la herramienta Mendeley. Identificados los autores con más citaciones, se realizará un análisis sobre los principales artículos con las ideas más importantes y los aspectos más relevantes para el tema de estudio, mediante la lectura de los resúmenes y conclusiones de dichos artículos.

### 3.6.5. Identificar los procesos de degradación en la Estación Experimental Tunshi (Sector FRN)

Para identificar los procesos de degradación dentro de la comunidad se realizarán análisis de suelos que nos ayudarán a determinar dichos procesos.

#### 3.6.5.1. Realizar análisis de suelos en la zona alta, media y baja

Se realizarán tres análisis de suelo dentro del área de estudio, las cuales son: zona alta, media y baja, para los cuales se evaluarán los siguientes parámetros:

- Potencial hidrógeno (pH).
- Textura.
- Estructura.
- Macronutrientes.
- Micronutrientes.
- Contenido de materia orgánica.
- Conductividad eléctrica

Estos análisis de suelo se realizarán en el laboratorio TotalChem ubicado en la ciudad de Ambato.

Los resultados fueron los siguientes:

**Tabla 1-3:** Análisis químicos de los suelos de la zona alta en la EETE.

ZONA ALTA				
Parámetro	Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
K	2,1	meq/100g	Alto	A. Atómica

Ca	1,5	meq/100g	Medio	A. Atómica
Mg	0,4	meq/100g	Medio	A. Atómica
Cu	6,0	ppm	Alto	A. Atómica
Mn	2,0	ppm	Bajo	A. Atómica
Zn	1,0	ppm	Bajo	A. Atómica
pH	7,38		Prácticamente NEUTRO	Conductimétrica
M.O.	3,0	%	Medio	Gravimétrico
NT Asimilable	37	%	Medio	Volumétrica
F	69	ppm	Alto	Colorimétrico
Textura	franco arenoso			Al tacto
CE	0,21	mmhos/cm	No Salino	Conductimétrica
Ca/Mg	3,8	meq/100g	Optimo	N/A
Mg/K	0,2	meq/100g	Bajo	N/A
(Ca+Mg)/K	0,9	meq/100g	Bajo	N/A

Fuente: Laboratorio TotalChem, 2021.

**Tabla 2-3:** Análisis químicos de los suelos de la zona media en la EETE.

ZONA MEDIA				
Parámetro	Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
K	0.7	meq/100g	Alto	A. Atómica
Ca	1,9	meq/100g	Medio	A. Atómica
Mg	0,8	meq/100g	Alto	A. Atómica
Cu	9,0	ppm	Alto	A. Atómica
Mn	3,0	ppm	Bajo	A. Atómica
Zn	1,0	ppm	Bajo	A. Atómica
pH	7,60		Ligeramente ALCALINO	Conductimétrica
M.O.	2,9	%	Medio	Gravimétrico
NT Asimilable	45	%	Medio	Volumétrica
F	68	ppm	Alto	Colorimétrico
Textura	franco arenoso			Al tacto
CE	0,22	mmhos/cm	No Salino	Conductimétrica
Ca/Mg	2,4	meq/100g	Optimo	N/A
Mg/K	1,1	meq/100g	Bajo	N/A
(Ca+Mg)/K	3,9	meq/100g	Bajo	N/A

Fuente: Laboratorio TotalChem, 2021.

**Tabla 3-3:** Análisis químicos de los suelos de la zona baja en la EETE.

ZONA BAJA				
Parámetro	Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
K	0,5	meq/100g	Alto	A. Atómica
Ca	1,1	meq/100g	Medio	A. Atómica
Mg	0,6	meq/100g	Medio	A. Atómica
Cu	3,0	ppm	Medio	A. Atómica
Mn	1,0	ppm	Bajo	A. Atómica
Zn	1,0	ppm	Bajo	A. Atómica
pH	7,24		Prácticamente NEUTRO	Conductimétrica
M.O.	4,0	%	Medio	Gravimétrico
NT Asimilable	31	%	Medio	Volumétrica
F	47	ppm	Alto	Colorimétrico
Textura	franco arenoso			Al tacto
CE	0,20	mmhos/cm	No Salino	Conductimétrica
Ca/Mg	1,7	meq/100g	Bajo	N/A
Mg/K	1,4	meq/100g	Bajo	N/A
(Ca+Mg)/K	3,7	meq/100g	Bajo	N/A

Fuente: Laboratorio TotalChem, 2021.

### 3.6.5.2. Localización y profundidad de muestreo

En suelos con labranza de tracción mecanizada y animal, las muestras se localizan en los surcos a una profundidad de 20 cm. Si el sistema es de siembra directa, se recomienda muestrear a dos profundidades: de 0 a 10 y de 10 a 20 cm. La fecha de muestreo es definida principalmente por las condiciones climáticas, tipo de cultivo, época de siembra (primera, postrera, apante o riego), y el sistema de labranza de suelo. Por ejemplo, en rotaciones de cultivos se recomienda tomar la muestra en la época seca, dos meses antes de la siembra (Mendoza y Espinoza 2017).

El número de muestras depende de la variabilidad del sitio, se recomienda recolectar un mínimo de tres muestras por cada tipo de suelo o manejo, a las profundidades predeterminadas. Cada muestra puede estar compuesta de 6 o 12 submuestras, para un 80% de precisión (Swenson et al., 1984).

### 3.6.5.3. Selección de puntos

Para empezar con la selección de puntos se realizará un mapeo comunitario en donde se identificarán los 3 agroecosistemas conocidos como: zona alta, zona media y zona baja.

**Tabla 4-3:** Extensión de las zonas de estudio.

ZONA	ÁREA (Ha)
Alta	18,37
Media	29,68
Baja	23,51

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.



**Ilustración 2-3:** Localización de los puntos de muestreo

Realizado por: Jeferson Prado

### 3.6.5.4. Marcación de puntos

Los puntos se marcaron mediante el uso del GPS utilizando sus coordenadas. El área de muestreo se estableció a partir de transectos. Los muestreos por transectos incluyen mayor variabilidad de suelos, lo cual implica realizar mayores unidades de muestreo o agrupamientos de suelos.

En los transecto, se logra apreciar la distribución espacial del suelo por catenas en el relieve. Asimismo, si los perfiles se localizan en áreas homogéneas, estos se pueden representar en mapas, y ser utilizados para ordenamiento territorial (Mendoza, et al., 2017 p. 23).

#### *3.6.5.5. Muestra de suelo para determinación de textura y propiedades químicas del suelo*

En cada punto de muestreo se realizó un hoyo en los diferentes puntos marcados por el transecto y la tierra extraída se colocó en un saco para mezclar las sub-muestras, una vez mezclado se extrajo aproximadamente un kilogramo y se envió al laboratorio para su análisis.

#### *3.6.5.6. Preparación e identificación de la muestra*

Una vez realizado el muestreo, según el plan, y previo a su análisis en el laboratorio, es importante asegurar una buena preparación y etiquetado, que no se borre en el transporte y que contenga la información del sitio de muestreo. Las submuestras se depositan en lona o plásticos, se mezclan, y se eliminan terrones grandes, troncos, piedras, entre otros. Una parte de esta mezcla debe ser separada y colocada en un recipiente (bolsa, caja, etc.) bien identificada.

### **3.6.6. Entrevistas semiestructuradas con actores claves**

Se considera que las entrevistas semiestructuradas son las que ofrecen un grado de flexibilidad aceptable, a la vez que mantienen la suficiente uniformidad para alcanzar interpretaciones acordes con los propósitos del estudio. Este tipo de entrevista es la que ha despertado mayor interés ya que se asocia con la expectativa de que es más probable que los sujetos entrevistados expresen sus puntos de vista. de manera relativamente abierta, que en una entrevista estandarizada o un cuestionario.

#### *3.6.6.1. Identificar a las personas adecuadas para la entrevista.*

Para identificar a las personas adecuadas seleccionaremos a las personas claves que tengan conocimiento sobre el tema de investigación. Existen actores claves con los que nos reuniremos como, por ejemplo: El presidente de la comunidad, el dirigente de una organización de agricultores, un comerciante importante, un funcionario del Gobierno, entre otros.

### **Objetivo 2**

Elaborar una propuesta para reducir la degradación de los suelos de la Estación Experimental Tunshi (Sector FRN).

### ***3.6.7. Recopilación de información del lugar de estudio de investigación.***

A partir de la información recopilada con realización del diagnóstico acerca de los procesos de degradación de los suelos de la Estación Experimental Tunshi (Sector FRN) podremos elaborar una propuesta para reducir esta problemática.

## CAPITULO IV

### 4. MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el presente trabajo de investigación después de realizar los análisis correspondientes, se observó que no existe una diferencia en las siguientes variables:

#### 4.1. Análisis químico

A continuación, se presentan los análisis químicos de los suelos de la Estación Experimental Tunshi-ESPOCH, los cuales nos ayudarán a tener una referencia respecto a la situación actual de los suelos de este lugar de estudio.

Los valores obtenidos para cada uno de los análisis realizados están calificados de la siguiente manera:

**Tabla 1-4:** Rango de los valores obtenidos.

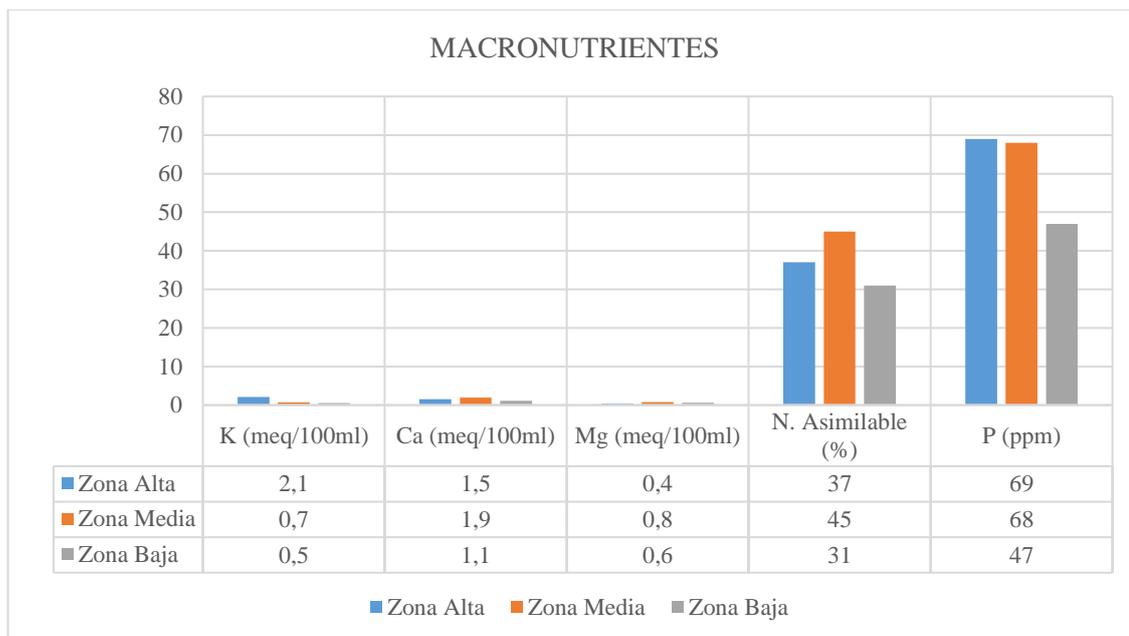
DENOMINACIÓN	SIGNIFICADO
A	Alto
M	Medio
B	Bajo

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.

**Tabla 2-4:** Valores de los macronutrientes

MACRONUTRIENTES					
Datos del lote	%	Ppm	meq/100ml		
Calicata	N. Asimilable	P	K	Ca	Mg
Zona Alta	37 M	69 A	2,1 A	1,5 M	0,4 M
Zona Media	45 M	68 A	0,7 A	1,9 M	0,8 A
Zona Baja	31 M	47 A	0,5 A	1,1 M	0,6 M

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.



**Gráfico 1-4:** Macronutrientes del suelo.

**Realizado por:** Prado Jeferson, 2022.

El fósforo (P) es uno de los 17 nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas. En términos generales, podemos decir que valores por debajo de 5 ppm son muy bajos, entre 5 y 10 ppm son bajos, entre 10 y 20 ppm medios y por encima de 20 a 25 ppm, pueden considerarse adecuados (Quintero, 2002, p. 1).

En este estudio tenemos valores altos de Fosforo para las tres zonas corroborando la información anteriormente mencionada.

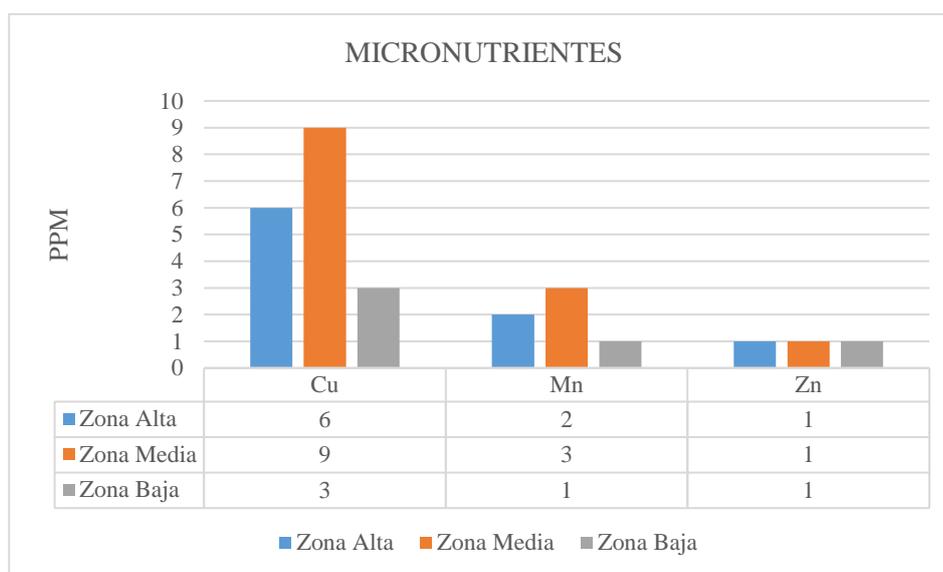
Las cantidades de Potasio (K) presentes son altas para las tres zonas (alta, media y baja), la planta absorbe potasio de la solución del suelo solamente como ión potasio. Éste es muy móvil en la planta. El potasio es indispensable para la planta, porque influye en múltiples tareas del metabolismo de ésta (K+S Minerals and Agriculture, 2019).

Las bases intercambiables definen en gran medida la fertilidad del suelo. Andrade y Martínez, (2022, p. 25) manifiestan que los altos contenidos de Ca y Mg representan un suelo fértil. La concentración total de Ca de 0.7-1.5%, hasta 10% en suelos de zonas áridas. Los suelos áridos y alcalinos generalmente contienen altos niveles de calcio (García, 2008, p. 38). Al tener valores medios y altos para las tres zonas podemos decir que estos suelos son prácticamente fértiles.

**Tabla 3-4:** Valores de los micronutrientes.

MICRONUTRIENTES			
Datos del lote	Ppm		
Calicata	Cu	Mn	Zn
Zona Alta	6,0 A	2,0 B	1,0 B
Zona Media	9,0 A	3,0 B	1,0 B
Zona Baja	3,0 M	1,0 B	1,0 B

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.



**Gráfico 2-4:** Micronutrientes del suelo.

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.

El cobre existe en los suelos como  $Cu^{2+}$  y la mayor parte del él es absorbido por la planta en esta forma. Una vez absorbido, se acumula principalmente en las raíces. Su concentración en el tejido vegetal varía entre 5 y 20 ppm y en el suelo de 2 a 100 ppm. Sin embargo, la mayor parte del cobre en el suelo no está disponible para las plantas (Sela, 2019, p. 1).

El Mn se considera inmóvil dentro de la planta (floema) y su disponibilidad para los cultivos está influenciada por los factores del suelo que intervienen en el proceso de oxidorreducción, particularmente el pH, el contenido de materia orgánica, el estado hídrico del suelo y la actividad microbiana. Su disponibilidad es más elevada en los suelos ácidos debido a la solubilización de los compuestos que contienen Mn (Gómez, et al., 2006 p. 341).

La disponibilidad de zinc es fuertemente influenciada por el pH y su contenido total en el suelo. La cantidad de zinc intercambiable disminuye con el aumento del pH y es muy bajo a partir de

un pH 6. Con el incremento del pH la afinidad del zinc aumenta considerablemente contra los óxidos de hierro y manganeso.

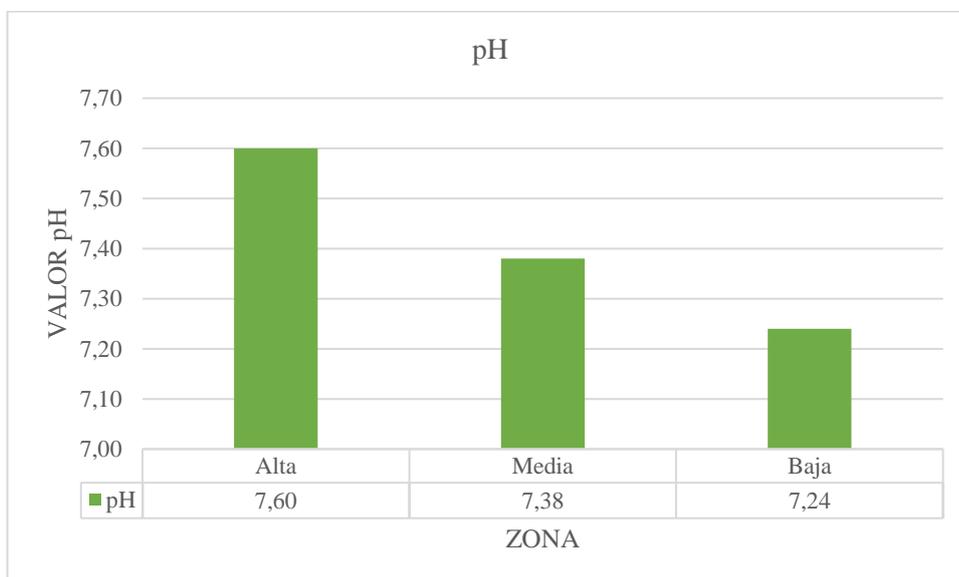
En los suelos este micronutriente es poco móvil y su contenido total normalmente varía de 10–300 ppm con un promedio de 50 ppm (Castellanos y Rodríguez, 2014, p. 1).

Corroborando con la información anterior, en las zonas de estudio (alta, media y baja) tenemos niveles muy bajos de este micronutriente al contar con valores de 1,0 ppm para las tres zonas.

**Tabla 4-4:** Valores del pH.

pH DE SUELO		
Calicata	Cantidad de pH	Nivel
Zona Alta	7,60	Ligeramente ALCALINO
Zona Media	7,38	Prácticamente NEUTRO
Zona Baja	7,24	Prácticamente NEUTRO

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.



**Gráfico 3-4:** pH del suelo de las zonas: alta, media y baja.

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.

El pH de la solución del suelo es un buen indicador de la disponibilidad de nutrientes. Esto se debe a que la presencia de los iones de aluminio ( $Al^{3+}$ ,  $Al(OH)_2^+$ ),  $H^+$  y  $OH^-$  son determinantes de la solubilidad de los nutrientes en el suelo (fosfato, sulfato, molibdatos, hierro, manganeso,

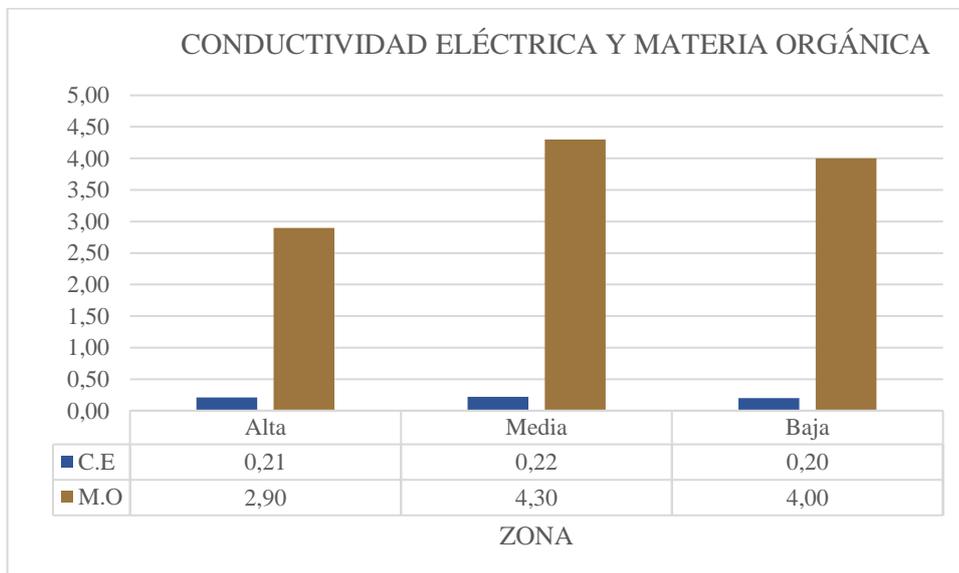
cobre, zinc) o son indicadores de la escasez de las formas disponibles de algunos de ellos en el suelo (calcio, magnesio, potasio, sodio).

En este caso, para la zona media y baja tenemos datos de pH cercano a la neutralidad 7,38 y 7,24 respectivamente, es decir, según Cartagena (2002, p. 42) estas zonas cuentan con una buena disponibilidad de Ca y Mg; moderada disponibilidad de P y baja disponibilidad de microelementos, mientras que para la zona alta el pH es ligeramente alcalino con un valor de 7,60, según Cartagena (2002, p. 42) esta zona presenta un posible exceso de Ca, Mg y carbonatos, baja solubilidad de P y microelementos; posible necesidad de tratar el suelo con enmiendas como por el ejemplo el yeso. Se inhibe el desarrollo de varios cultivos.

**Tabla 5-4:** Conductividad eléctrica y presencia de materia orgánica.

Calicata	Conductividad Eléctrica	Presencia de M. O
Datos del lote	mmhos/cm	%
Zona Alta	0,21	2,9
Zona Media	0,22	4,3
Zona Baja	0,20	4,0

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.



**Gráfico 4-4:** Conductividad eléctrica y presencia de materia orgánica.

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.

La conductividad eléctrica (C.E) tiene un valor similar en las tres zonas: de 0,21 para la zona alta, de 0,22 para la zona media y de 0,20 para la zona baja. Esto quiere decir que los suelos estudiados en las tres zonas están en la categoría “no salinos”.

El valor de conductividad eléctrica que presenta el suelo influye en gran medida en el esfuerzo que tiene que realizar la raíz de la planta para absorber los nutrientes de la solución de fertilizantes aportada. Por tanto, si se encuentra por encima del valor óptimo para el cultivo, la planta tendrá que esforzarse en mayor medida para extraer los nutrientes. Lo que conlleva un gasto adicional de energía que influirá negativamente en el rendimiento productivo. Un valor <0,8 significa que la salinidad del suelo es baja (Maher, 2022, p. 1).

Por otro lado, el contenido de materia orgánica (M.O) tiene un valor de 2,9% para la zona alta, de 4,3% para la zona media y de 4% para la zona baja, esto quiere decir que la zona alta presenta una deficiencia en materia orgánica, mientras que en la zona media y baja presenta un porcentaje normal en materia orgánica. Como se observa en la tabla 3-1.

La materia orgánica del suelo regula la fertilidad química, a partir de la cantidad de nutrientes que proveerá para las plantas, así como el mantenimiento de la biodiversidad y la estructura física de los suelos, siendo deseable que el valor sea superior a 5% (López, 2020, p. 1).

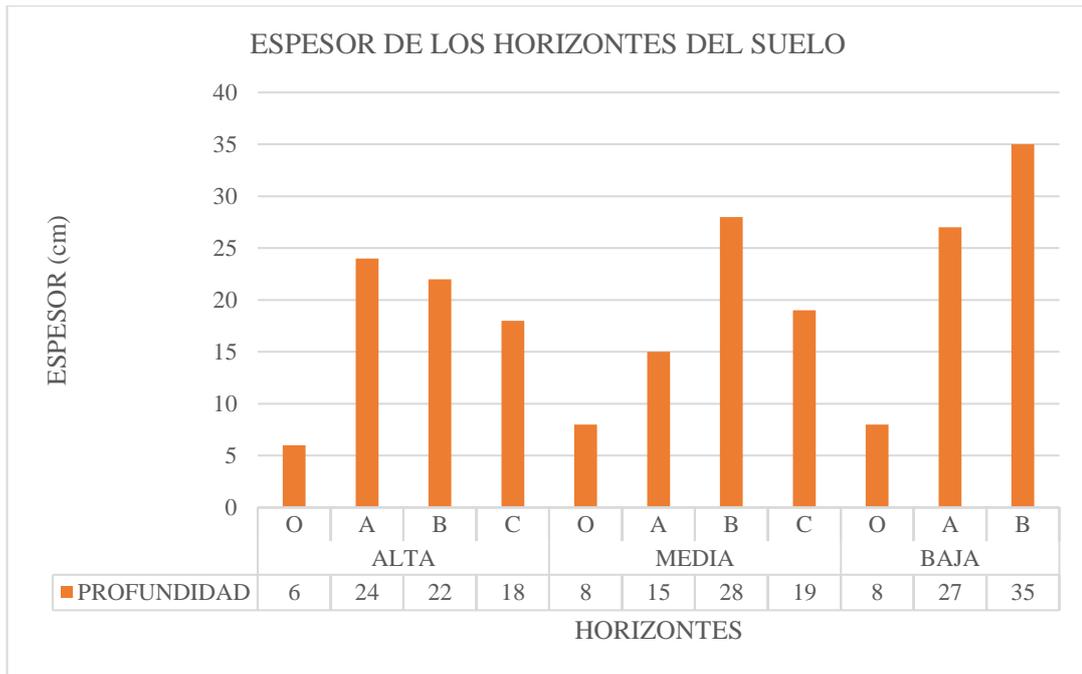
#### 4.2. Análisis físico

Para el análisis físico del suelo se realizó una calicata, la cual permitió una inspección visual del contenido de humedad de suelo en la zona de raíces del cultivo, lo que entrega una idea de la disponibilidad de agua para las plantas y con ello decidir cuándo y cuánto regar, permite ver grado de compactación del terreno, profundidad del suelo, presencia o no de capas impermeables, ver estructura y textura.

**Tabla 6-4:** Espesor de los horizontes y color de los suelos en la EETE.

HORIZONTES	ESPESOR (cm)			COLOR		
	Zona Alta	Zona Media	Zona Baja	Zona Alta	Zona Media	Zona Baja
<b>O</b>	6	8	8	2,5Y 3/3	2,5Y 4/2	10YR 3/1
<b>A</b>	24	15	27	2,5Y 4/3	2,5Y 5/2	10YR 2/2
<b>B</b>	22	28	35	2,5Y 3/3	2,5Y 5/2	10YR 2/2
<b>C</b>	18	19		10YR 4/3	2,5Y 5/2	

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.



**Gráfico 5-4:** Espesor de los horizontes del suelo de las zonas: alta, media y baja.

**Realizado por:** Prado Jeferson, 2022.

Al realizar el análisis correspondiente de cada una de las calicatas realizadas en las tres zonas, se pudo observar que en la calicata de la zona alta existen 4 horizontes:



**Ilustración 1-4:** Horizontes del suelo de la zona alta.

**Realizado por:** Prado Jeferson, 2022.

Horizonte O: El cual está ubicada en los primeros 6 cm del suelo, formado por hojas, ramas y restos vegetales en descomposición. Especialmente la hojarasca proveniente de los árboles de eucalipto.



**Ilustración 2-4:** Horizonte O de la zona alta.

**Realizado por:** Prado Jeferson, 2022.

Horizonte A: Este horizonte compuesto por minerales, ubicado debajo del horizonte O, con un espesor de 42 cm, en él podemos observar raíces y materia orgánica parcialmente descompuesta.



**Ilustración 3-4:** Horizonte A de la zona alta.

**Realizado por:** Prado Jeferson, 2022.

Horizonte B: Con un espesor de 22 cm, compuesto principalmente por elementos minerales finos y presenta una estructura granular.



**Ilustración 4-4:** Horizonte B de la zona alta.

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.

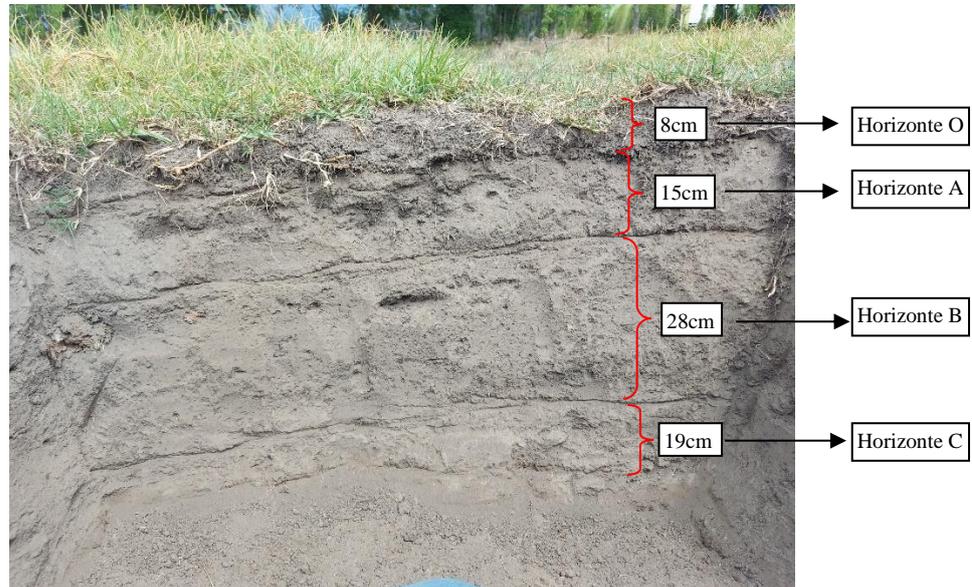
Horizonte C: Con un espesor de 18 cm, material parental parcialmente descompuesto, en el cual encontramos fragmentos de roca madre en procesos de meteorización.



**Ilustración 5-4:** Horizonte O de la zona alta.

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.

En la calicata de la zona media encontramos 4 horizontes:



**Ilustración 6-4:** Horizontes del suelo de la zona media.

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.

Horizonte O: Localizada en los primeros 8 cm, en este horizonte encontramos restos de vegetales en descomposición



**Ilustración 7-4:** Horizonte O de la zona media.

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.

Horizonte A: Este horizonte compuesto por minerales, ubicado debajo del horizonte O, con un espesor de 15, en él podemos observar raíces y materia orgánica parcialmente descompuesta.



**Ilustración 8-4:** Horizonte A de la zona media.

**Realizado por:** Prado Jeferson, 2022.

Horizonte B: Con un espesor de 28 cm, compuesto principalmente por elementos minerales finos y presenta una estructura granular.



**Ilustración 9-4:** Horizonte B de la zona media.

**Realizado por:** Prado Jeferson, 2022.

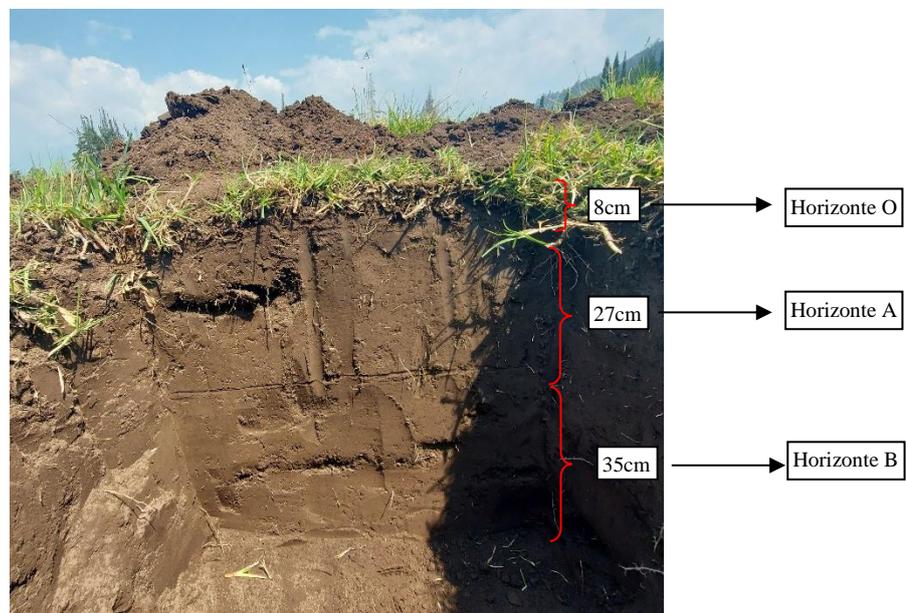
Horizonte C: Con un espesor de 19 cm, material parental parcialmente descompuesto, en el cual encontramos fragmentos de roca madre en procesos de meteorización.



**Ilustración 10-4:** Horizonte C de la zona media.

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.

En la calicata de la zona baja encontramos 3 horizontes:



**Ilustración 11-4:** Horizontes del suelo de la zona baja.

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.

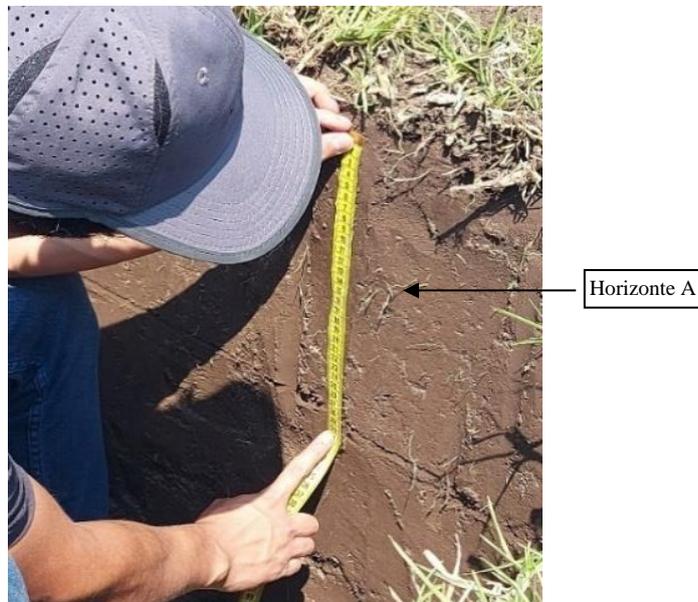
Horizonte O: Localizada en los primeros 8 cm, esta zona se caracteriza por la presencia de potreros, es por ello que en este horizonte encontramos hierbas y pastos, y también se encuentra materia orgánica (estiércoles) proveniente de las vacas.



**Ilustración 12-4:**Horizonte O de la zona baja.

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.

Horizonte A: Ubicada debajo del horizonte O, con un espesor de 27 cm, en el cual se observa la presencia de raíces.



**Ilustración 13-4:**Horizonte A de la zona baja.

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.

Horizonte B: Con un espesor de 35 cm, Concentración de residuos, que provocan que este horizonte tenga un color más oscuro a los anteriores.



**Ilustración 14-4:** Horizontes B de la zona baja.

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.

**Tabla 7-4:** Textura.

CALICATA	CLASE TEXTURAL
Zona Alta	Franco Arenoso
Zona Media	
Zona Baja	

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.

En la textura tenemos una clase textural franco arenoso, su estructura es por lo general granular de consistencia blanda, aunque en suelos vírgenes no trabajados la estructura puede ser laminar con una consistencia ligeramente dura.

Ciancaglini (2009, p. 9) manifiesta que, en suelos secos, se rompe fácilmente, al principio la textura aparece suave, pero a medida que se frota, empieza a dominar una sensación arenosa. Mientras que en suelos húmedos se forma una bola que permite una manipulación cuidadosa sin romperse, forma una cinta de hasta 3 cm de largo y cuando se frota entre los dedos pulgar e índice es suave al principio, pero al frotar domina una sensación más áspera.

## **CAPITULO V**

### **5. MARCO PROPOSITIVO**

#### **5.1. Propuesta**

Propuesta para mejorar la calidad de los suelos en la estación experimental Tunshi (sector FRN)

##### ***5.1.1. Introducción***

A nivel mundial los suelos han llegado a ser muy importantes en el convivir de los seres humanos, se debe realizar un manejo integrado para potenciar su capacidad productiva en beneficio del hombre y lograr el desarrollo sostenible, contribuye a proveer la seguridad alimentaria de un lugar. Esta situación demanda que los profesionales técnicos y responsables de la producción agropecuaria amplíen sus conocimientos relacionados con el manejo y conservación de este recurso, de modo que se realice un uso adecuado que contribuyendo un equilibrio entre el suelo, planta y animales decir que posibilite mejorar el medio ambiente, lograr producciones más ecológicas y obtener mayores beneficios económicos para el hombre y el país. En el Ecuador los suelos no han sido manejado de una forma adecuada contribuyendo a disminuir la producción agrícola, por tal motivo se ha empezado a realizar acciones orientadas a mejorar la calidad de estos para obtener mejores producciones y abastecer los mercados nacionales.

La presente propuesta busca brindar alternativas de solución con la implementación de prácticas agroecológicas para la degradación de los suelos en cada una de las zonas detalladas previamente (alta, media y baja) en la Estación Experimental Tunshi- ESPOCH. A partir del diagnóstico realizado se propondrá una práctica agroecológica para cada una de las zonas en las que se ha dividido el lugar de estudio.

##### ***5.1.2. Objetivo***

Mejorar la calidad de los suelos de la Estación Experimental Tunshi (Sector FRN) mediante prácticas agroecológicas.

##### ***5.1.3. Diagnóstico***

Los suelos de la Estación experimental Tunshi-ESPOCH Ubicado en la parroquia Licto, Provincia de Chimborazo, están afectados por un proceso degradativo por la inadecuada explotación de los suelos, lo que ha ocasionado disminución de los rendimientos de varios cultivos.

Se propone en el presente Proyecto la reducción de los suelos degradados de la comunidad a partir de prácticas agroecológicas que nos ayuden a cumplir con el objetivo propuesto.

El lugar de estudio está dividido en tres zonas: zona alta, zona media y zona baja. Para cada una de las zonas se implementará una práctica agroecológica de recuperación de los suelos degradados.



**Ilustración 1-5:** Zona alta, media y baja.

**Realizado por:** Jeferson Prado.

### 5.1.3.1. Tipo de suelos

La estación experimental Tunshi al estar ubicada en la Estación Experimental Tunshi (Sector FRN) San Nicolás posee el tipo de suelo denominado inceptisol.

**Tabla 1-5:** Tipo de suelo de la comunidad.

SIGLA	ORDEN	SUBORDEN	GRAN GRUPO	SUBGRUPO
Hq	Inceptisol	Andepts	Eutrandepts	Duric Rup

**Realizado por:** Prado Jeferson, 2022.

El tipo de suelo en el territorio de la EETE de Orden INCEPTISOLES y Suborden ANDEPTS, suelo limo-arenoso sobre una capa dura- Duripan en discontinuidad con revestimientos negros y carbonato de calcio a 40/50 cm. de profundidad (PDOT, 2015).

#### *5.1.3.2. Orden Inceptisol*

Los Inceptisoles son suelos inmaduros que tienen un perfil con rasgos menos expresados que los suelos maduros y que guardan todavía relación con la naturaleza del material original. Además, este tipo de suelo puede encontrarse en climas subhúmedos a húmedos desde las regiones ecuatoriales a la tundra.

Este orden es muy heterogéneo, abarca desde suelos muy pobremente drenados a bien drenados, de tal forma, que sus propiedades físicas y químicas son muy variadas. Sin embargo, la aptitud de los Inceptisoles es diversa.

#### *5.1.3.3. Suborden Andepts*

Este orden es muy heterogéneo, abarca desde suelos muy pobremente drenados a bien drenados, de tal forma, que sus propiedades físicas y químicas son muy variadas. Sin embargo, la aptitud de los Inceptisoles es diversa.

#### *5.1.3.4. Cobertura del suelo*

La cobertura del suelo en proceso de erosión es del 4.16 km<sup>2</sup>, debido al uso de los fertilizantes químicos, mal manejo del abono, contaminación por basura orgánica e inorgánica y la quema de basura. La cobertura de la vegetación arbustiva (no páramo), es de 1.76 km<sup>2</sup>, se ha visto afectada por el incremento de la frontera agrícola.

#### ***5.1.4. Implementación prácticas agroecológicas o prácticas de conservación para el uso y manejo sostenible de los suelos.***

El presente capítulo tiene como objetivo orientar y brindar herramientas a los actores regionales y locales para la “implementación prácticas agroecológicas para el uso y manejo sostenible de los suelos”. Se propone que la implementación de prácticas agroecológicas para la comunidad se desarrolle aplicando 3 prácticas agroecológicas, es decir, una práctica por cada zona (alta, media y baja), las cuales se detallarán a continuación:

### 5.1.4.1. Zona alta

**Tabla 2-5:** Ficha técnica para la propuesta de la zona alta.

ZONA ALTA			
<b>Práctica agroecológica/prácticas de conservación de suelos.</b>	Sistema agroforestal		
<b>Objetivo</b>	Mejorar la calidad del suelo en la zona alta de la Estación Experimental Tunshi.		
<b>Responsables</b>		<b>Beneficiarios</b>	
Escuela de Recursos Naturales Renovables		<b>Directos:</b> ESPOCH <b>Indirectos:</b> Población	
<b>Descripción</b>			
<p>Altieri (1999, p. 17) define a la agroforestería como el conjunto de técnicas de uso de la tierra donde se combinan árboles con cultivos anuales perennes o con animales domésticos o los tres al mismo tiempo. En los sistemas agroforestales, los árboles proporcionan tanto productos como servicios ambientales. Por el lado de la producción el árbol proporciona madera, leña y postes, así como forraje, frutos y semillas. Por el lado de servicios ambientales, los árboles tienen influencia sobre la fertilidad y estructura del suelo, contribuyen a la estabilización de pendientes, regulación de la infiltración y flujo de agua.</p> <p>En esta zona tenemos la presencia de árboles de eucalipto, los cuales son causantes a que los suelos de esta zona sean susceptibles a presentar procesos de degradación. Es por esto que los árboles de eucalipto serán sustituidos por árboles que mejoren la calidad del suelo y así mismo que brinden beneficios como materia orgánica, fijación de nitrógeno, etc.</p>			
<b>Duración</b>	5 años	<b>Costo</b>	
<b>Actividades a ejecutar</b>			
a. Planificación. b. Sustituir los árboles de eucalipto por especies endémicas de la zona. c. Replanteo en el campo. d. Preparación del sitio a plantar. e. Selección de las especies a plantar. f. Plantación. g. Monitoreo.			

**Realizado por:** Prado Jeferson, 2022.

*a. Planificación.*

Para poder instalar un sistema agroforestal necesitamos realizar una planificación en forma conjunta y participativa con la administración de la Estación Experimental Tunshi ESPOCH y dar a conocer los siguientes términos:

- Objetivo que se quiere lograr con el sistema agroforestal.
- Análisis del sitio dedicado al sistema agroforestal.
- Selección de las especies de cultivos y leñosas aptas para este sitio.
- Reparto de responsabilidades de la instalación, manejo y beneficios.

*b. Sustituir los árboles de eucalipto por especies endémicas de la zona.*

El árbol del eucalipto ha echado raíces por todos los continentes, arrastrando consigo graves consecuencias para el medio ambiente. Su principal problema es que se ha plantado como monocultivo que aniquila la biodiversidad que forman bosques autóctonos o tradicionales, mermando el agua y los nutrientes para el resto de la vida verde.

Según (Pruna, 2014, p.12) algunas de las desventajas que presentan las plantaciones de eucalipto son: alteración de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas del suelo, pérdida de biodiversidad vegetal y animal, colonización de espacios abiertos, dificultad de erradicación y principalmente el elevado riesgo de incendio.

Al contar con esta especie en la zona alta, se propone sustituir el eucalipto por especies endémicas que aporten beneficios al suelo y así logren mejorar la calidad de este.

*c. Replanteo en el campo.*

Debido a que un sistema agroforestal es una plantación perenne, antes de su plantación es aconsejable el diseño y la ubicación del componente arbóreo en el campo. Si ubicamos un árbol en un sitio equivocado las consecuencias pueden ser graves.

*d. Preparación del sitio a plantar.*

En esta fase se realizarán los hoyos y se abonarán, es una de las fases más importantes ya que Una buena preparación del sitio ayuda a:

- Una buena penetración de las raíces.
- Incrementar la infiltración del agua.
- Mejorar la aireación del suelo.
- Incrementar el crecimiento inicial de los árboles.
- Alcanzar mejores rendimientos de madera y subproductos.

Al realizar los hoyos deben tener en cuenta los siguientes datos:

- Hoyos de 40 x 40 x 40 cm
- 2 kg de humus por cada hoyo.

*e. Selección de las especies a plantar.*

Para asegurar el prendimiento de las especies leñosas en el sistema agroforestal las plantas deben tener las siguientes características:

- Tamaño no menor a 20 cm.
- Sanas y libres de enfermedades o plagas.
- Robustas y lignificadas.
- Sistema radicular denso y sin deformaciones.
- Adaptadas a periodos cortos sin riego y a recibir sol directo.

Especies a plantar

- Especies forestales

Especies de buena calidad maderable, crecimiento rápido, fuste adecuado y copa angosta, Entre las que se pueden señalar:

**Tabla 3-5:** Especies forestales

Nombre común	Nombre científico
Aliso	<i>Alnus acuminata</i>
Arrayán	<i>Myrcianthes rhopaloides</i>
Nogal	<i>Junglans neotropica</i>
Yagual	<i>Polylepis reticulata</i>
Cholán	<i>Tecoma stans</i>

Realizado por: Prado Jeferson, 2022.

- Especies arbustivas

De preferencia incluir leguminosas, los arbustos deben reunir las siguientes características: Crecimiento rápido, buena producción de biomasa, con buen soporte a las podas y pastoreo, que fijen nitrógeno y en lo posible con subproductos rentables (medicina, colorante, etc.), Pudiéndose utilizar:

**Tabla 4-5:** Especies arbustivas

Nombre común	Nombre científico
Chilca	<i>Baccharis latifolia.</i>
Cucharillo	<i>Oreocallis grandiflora</i>
Quishuar	<i>Buddleja incana</i>
Yagual	<i>Polylepis incana</i>
Tilo o sauco	<i>Sambucos nigra</i>
Marco	<i>Ambrosia peruviana</i>

**Realizado por:** Prado Jeferson, 2022.

#### f. *Plantación.*

Para tener éxito con el prendimiento de los árboles y arbustos del sistema agroforestal se recomienda considerar lo siguiente:

- Los días nublados son ideales para la plantación.
- Si la planta es muy crecida es aconsejable podar los extremos de las raíces.
- No enterrar demasiado las plantas, es decir, máximo 2 cm del cuello de la raíz.
- Regar constantemente el día de la plantación.

#### g. *Monitoreo.*

Las plántulas en su etapa inicial están expuestas a varios peligros, los cuales pueden aceptar su prendimiento para evitar estos riesgos se recomienda:

- Colocar ramas de plantas espinosas alrededor de las plántulas.
- Construir cercas para cada una de las plantas o para toda la parcela.

### 5.1.4.2. Zona media

**Tabla 5-5:** Ficha técnica para la propuesta de la zona media.

ZONA MEDIA			
<b>Práctica agroecológica/prácticas de conservación de suelos.</b>	Abonos orgánicos		
<b>Objetivo</b>	Mejorar la calidad de los suelos de la zona media de la Estación Experimental Tunshi.		
<b>Responsables</b>		<b>Beneficiarios</b>	
Escuela de Recursos Naturales Renovables		<b>Directos:</b> ESPOCH <b>Indirectos:</b> Población	
Los abonos orgánicos presentan efectos positivos sobre la fertilidad del suelo porque contribuyen a subsanar deficiencias nutricionales inmediatas, de mediano o de largo plazo. En la zona media se encuentran diferentes proyectos de investigación entre ellos se encuentra el Centro de Bioconocimiento CBIO- ESPOCH, el cual se basa en la implementación de prácticas agroecológicas entre las cuales están la elaboración y aplicación de abonos orgánicos. Los abonos orgánicos que serán implementados en la zona media serán: compost, humus y biol.			
<b>Duración</b>	5 años	<b>Costo</b>	
<b>Actividades a ejecutar</b>			
a. Iniciación. b. Planificación. c. Elaboración de compost. d. Elaboración de humus. e. Elaboración de biol.			

**Realizado por:** Prado Jeferson, 2022.

#### *a. Iniciación:*

En esta parte es donde se comienza el proyecto, se identifica una idea y se da a conocer la propuesta específica del proyecto, así como los objetivos, el alcance, la calidad, se estima como se llevará a cabo y se hace una evaluación de los riesgos, además se hacen estimaciones de tiempos, costes teniendo en cuenta los recursos humanos materiales y financieros disponibles.

### b. Planificación

Se realiza la planificación de todas las actividades necesarias para llevar a cabo la finalidad de la propuesta presentada, considerando las prioridades, los recursos necesarios, los tiempos esperados para ejecutar cada de las prácticas agroecológicas que se realizarán.

En esta fase, definimos de una forma clara lo que queremos conseguir enfocándonos en el objetivo de esta propuesta, en que tiempo lo haremos, teniendo en cuenta un cronograma que se planteará conjuntamente y el coste que tendrá para llevar a cabo dicha propuesta.

**Tabla 6-5:**Prácticas agroecológicas.

PRÁCTICA AGROECOLÓGICA		
Abonos orgánicos	Abonos orgánicos sólidos	Compost
		Humus
	Abonos orgánicos líquidos	Biol

Realizado por: Prado Jeferson, 2022

### c. Elaboración de compost

El objetivo del proceso de compostaje es favorecer la descomposición de los residuos orgánicos biodegradables, a través de la acción de microorganismos aeróbicos, lo cual genera nutrientes para al suelo al tiempo que se da un uso útil a dichos residuos. El compostaje conduce a una etapa de maduración, caracterizada por su estabilidad química y microbiológica. De esta manera y con adecuadas condiciones de humedad y temperatura, se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas. Es posible interpretar el compostaje como el sumatorio de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos, que, en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa (Román et al., 2012, p. 23).

¿Cómo se hace el compostaje?

Para preparar el compostaje, los residuos con altos contenidos de carbono (pajas y otros residuos fibrosos) se mezclan con materiales con alto contenido de nitrógeno (estiércol fresco, purín, gallinaza, leguminosas). Con el fin de conocer las condiciones técnicas y normativas para el aprovechamiento de los residuos sólidos, se recomienda consultar el reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico (Román, et al, 2013, p. 25).

A continuación, se enlistan ejemplos de materiales que se pueden compostar:

- Restos de cosecha, plantas del huerto o jardín.
- Ramas trituradas o troceadas procedentes de podas, hojas caídas de árboles y arbustos.
- Hierba segada y heno.
- Césped o pasto (preferiblemente en capas finas y previamente desecadas).
- Virutas de aserrín (en capas finas).
- Residuos de coberturas verdes.
- Estiércol de ganado porcino, vacuno, caprino, conejo y ovino, y sus camas de corral.
- Porcinaza y gallinaza.

#### *d. Elaboración de humus*

Según FAO y MADS (2018, p. 99) el humus es el producto obtenido mediante la transformación de los residuos orgánicos biodegradables, la cual se realiza generalmente por lombrices rojas californianas (*Eisenia foetida*).

La eficiencia de las lombrices para transformar, en breve tiempo, grandes volúmenes de residuos orgánicos en humus, está relacionada con su capacidad de consumir una cantidad de residuos biodegradables superior a su peso vivo y excretar en forma digerida el 60% de las sustancias ingeridas, gracias a la acción de los microorganismos presentes en su tracto digestivo. El resultado final de este proceso es un compuesto inodoro, de estructura grumosa y pH neutro, rico en sustancias húmicas, en enzimas y en microorganismos saludables para el suelo (FAO y MADS 2018, p. 100).

¿Cómo se hace el humus?

La lombriz roja californiana requiere de altas concentraciones de materia orgánica para su alimentación, así como de ciertas condiciones ambientales como una temperatura óptima de 19-25°C, con humedad del 80%, pH de 6,5-7,5 y baja luminosidad. La supervivencia de la lombriz depende de la cantidad de materia orgánica en el medio, disminuyendo la supervivencia según baja el porcentaje de materia orgánica (Román et al., 2012, p. 24).

Los materiales que se pueden añadir al humus son: estiércol, papel, cartón sin pintura, frutas, vegetales, cáscara de huevo, poda o corte de pasto, paja, residuo de cosecha, pulpa de café, granos de cereales.

*e. Elaboración de biol*

Los biofertilizantes son el resultado de la descomposición mediante la acción de microorganismos de materia orgánica disuelta en agua, transformando elementos que no podrían ser aprovechados directamente por las plantas en sustancias fácilmente asimilables por las mismas. FAO (2010, p. 28) manifiesta que existen dos tipos de biofertilizantes, los aeróbicos que se producen en presencia de oxígeno y los anaeróbicos que se elaboran en ausencia de este. También existen los biofertilizantes enriquecidos, cuando se les añaden compuestos o elementos minerales para tener un producto que aporte nutrientes a las plantas. Los biofertilizantes contribuyen a mejorar la actividad biológica del suelo y permiten una mayor disponibilidad de macro y micronutrientes asociados a los diferentes ciclos biogeoquímicos del suelo.

Según FAO y MADS (2018, p. 102) los biofertilizantes presentan varios beneficios los cuales son:

- Aportan enzimas, aminoácidos y otras sustancias al suelo.
- Aumentan la actividad biológica del suelo y la materia orgánica.
- Promueven la diversidad y abundancia de microorganismos eficientes, los cuales son benéficos para el suelo.
- Estabilizan el pH del suelo, no alteran el pH del suelo ya que son sustancias de pH neutro a ligeramente ácido.
- Disminuyen o eliminan el uso de fertilizantes y plaguicidas de síntesis, disminuyendo con esto los problemas de contaminación química de los suelos.
- Mejoran la estructura del suelo y la capacidad de retención de agua.
- Promueven una mejor nutrición de la planta.

*5.1.4.3. Zona baja*

**Tabla 7-5:** Ficha técnica para la propuesta de la zona baja.

<b>ZONA BAJA</b>	
<b>Práctica agroecológica/prácticas de conservación de suelos.</b>	Sistema silvopastoril
<b>Objetivo</b>	Mejorar la calidad del suelo en la zona baja de la Estación Experimental Tunshi.
<b>Responsables</b>	<b>Beneficiarios</b>

Escuela de Recursos Naturales Renovables.		<b>Directos:</b> ESPOCH	
		<b>Indirectos:</b> Población	
<b>Descripción</b>			
Debido a que en la zona baja el suelo es usado para la ganadería, la práctica agroecológica que se recomienda es la implementación de un sistema silvopastoril.			
Los sistemas silvopastoriles son una combinación de árboles, arbustos forrajeros y pastos con la producción ganadera, en este sistema se quiere una administración de estos recursos de manera que perduren en el tiempo los árboles y arbustos, así como su aprovechamiento en la alimentación animal.			
Los sistemas silvopastoriles son también una opción para revertir los procesos de degradación de los pastizales, al aumentar la protección física del suelo y contribuir a la recuperación de la fertilidad (Alonso, 2011, p.2).			
<b>Duración</b>	5 años	<b>Costo</b>	
<b>Actividades a ejecutar</b>			
a. Siembra de árboles dispersos en potreros.			
b. Siembra de abonos verdes.			

**Realizado por:** Prado Jeferson, 2022.

#### *a. Siembra de árboles dispersos en potreros*

Consiste en dejar crecer o sembrar de forma dispersa árboles, arbustos y/o palmas en los potreros. Para esto se escogen plantas leñosas dependiendo del tipo de suelo y de las necesidades de los productores pensando en los diversos servicios y productos que proporcionan y en los resultados a un corto, mediano y largo plazo.

Especies a sembrar

Para la implementación de esta práctica agroecológica sembraremos árboles nativos de la zona de estudio, entre los cuales tenemos:

- *Alnus acuminata*

El nombre científico del aliso con su género *Alnus*, proviene del latín al, cerca, y lan, río, por crecer cerca de los ríos.

Taxonomía

**Tabla 8-5:** Taxonomía de la especie *Alnus acuminata*.

Orden	Fagales
Familia	Betulaceae
Género	Alnus
Especie	<i>Alnus Acuminata HBK</i>
Nombre vulgar	Aliso

**Realizado por:** Prado Jeferson, 2022.

### Características

En el Ecuador se han encontrado ejemplares entre 15 m y 30 m de altura con 80 cm de DAP (diámetro a la altura del pecho). La Copa es angosta (2500 m.s.n.m), irregular y abierta (3200 m.s.n.m).

El tallo tierno es pubescente, de color intenso a su lado, las ramas se disponen de color alterno y su parte terminal es de forma triangular.

La raíz es amplia y se extiende cerca de la superficie del suelo. en los primeros 5 cm del suelo se encuentran los nódulos que fijan el nitrógeno atmosférico.

### Ventajas

#### Árbol-animal

- Regulación del estrés climático.
- Sombra y regulación de temperatura corporal
- Árbol-suelo
- Fijación de nitrógeno
  
- El género *Alnus*, es 1 de por lo menos 23 géneros de plantas no leguminosas fijadoras de nitrógeno (N) a través de una relación simbiótica con las raíces. en la lista es un árbol que aporta las cantidades de nitrógeno al suelo desde 279 a 400 kg/hectárea/año.
  
- Aporta materia orgánica al suelo.



**Ilustración 2-5:** *Alnus acuminata*.

**Fuente:** Sánchez, 2009.

- *Buddleja incana*

#### Taxonomía

**Tabla 9-5:** Taxonomía de la especie *Buddleja incana*.

Orden	Lamiales
Familia	Scrophularaceae
Genero	Buddleja
Especie	<i>Buddleja incana</i>
Nombre vulgar	Quishuar

**Realizado por:** Prado Jeferson, 2022.

#### Características

Palacios (2011, p 32) indica que es un “árbol pequeño de copa ancha y densa; corteza fuertemente fisurada, zigzagueante, con tejido muerto suave, en las ramas formando franjas de tejido muerto corteza interna crema, oxidándose rápidamente. Yemas jóvenes y envés de las hojas”.

#### Ventajas

#### Árbol-animal

- Regulación del estrés climático.
- Sombra y regulación de temperatura corporal Árbol-suelo.
- Al igual que el aliso es una planta que fija nitrógeno al suelo.
- Aporta materia orgánica al suelo con la caída de sus hojas.



**Ilustración 3-5:** *Buddleja incana*.

**Fuente:** Sánchez, 2009.

*b. Siembra de abonos verdes.*

Los abonos verdes consisten en la incorporación al suelo de plantas sembradas o biomasa vegetal no descompuesta con el fin de mejorar la fertilidad y calidad del suelo. Los abonos verdes son capaces de reciclar grandes cantidades de nutrientes en formas asimilables por las demás especies.

En esta propuesta los abonos verdes juegan un rol importante y serán implementados de la siguiente manera:

**Tabla 10-5:** Prácticas agroecológicas por 5 años.

Año	Practica
2022-2023	Sistema silvopastoril
2023-2024	Abonos verdes
2024-2025	Sistema silvopastoril
2025-2026	Abonos verdes
2026-2027	Sistema silvopastoril

**Realizado por:** Prado Jeferson, 2022.

El primer año se implementará el sistema silvopastoril con la siembra de árboles en los potreros, después de un año se retirará el pasto y se incluirán los abonos verdes para así contribuir al mejoramiento de la calidad del suelo de la zona baja.

### **Especies a sembrar**

Los abonos verdes se pueden obtener a partir de plantas que se tumban en el suelo, preferiblemente leguminosas, pues se caracterizan por fijar nitrógeno en el suelo. Para implementar la siembra de abonos verdes se utilizará vicia y avena.

La densidad para la aplicación de vicia y avena es la siguiente:

120kg/ha en una proporción de 100kg de avena y 20kg de vicia.

### **Beneficios**

Según FAO y MADS (2018, p. 74) los abonos verdes nos brindarán grandes beneficios entre los cuales tenemos:

- Promueven un considerable y continuo aporte de biomasa al suelo, de manera que mantienen e incluso elevan, a lo largo de los años el contenido de su materia orgánica.
- Incrementan la disponibilidad de nutrientes para las plantas, principalmente N y P y ayudan a la fijación de macro y micronutrientes.
- Promueven la fijación biológica de nitrógeno al suelo, a través de las leguminosas.
- Mejoran la capacidad de intercambio catiónico (el pH), además de la porosidad.
- Protegen la capa superficial del suelo contra las lluvias de alta intensidad, el sol y el viento.
- Mantienen elevadas tasas de infiltración de agua por el efecto combinado del sistema radicular y la cobertura vegetal.

- Mejoran la retención de humedad del suelo, ya que reducen la pérdida de agua por evapotranspiración.
- Reducen la pérdida de suelos por erosión, pues la regeneración del suelo es mayor que la degradación.

**Tabla 11-5:** Matriz de marco lógico.

OBJETIVOS	ACTIVIDADES	LÍNEA BASE	METAS	INDICADORES	FUENTES DE VERIFICACIÓN
Implementar la practica agroecológica “sistema forestal” para mejorar la calidad de los suelos de la zona alta en la Estación Experimental Tunshi.	Sustitución de los árboles de eucalipto por especies endémicas de la zona.	Se cuenta con el espacio físico y los medios necesarios para la implementación de la práctica agroecológica en la Estación Experimental Tunshi.	Al finalizar el proyecto se obtendrá un sistema agroforestal que ayudará a mejorar la calidad de los suelos en la zona alta de la EETE.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema agroforestal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotografías</li> <li>• Informes</li> <li>• Inventario de flora.</li> </ul>
Implementar la practica agroecológica “abonos organicos” para mejorar la calidad de los suelos de la zona media en la Estación Experimental Tunshi.	Aplicación de compost en las plantas de la zona media de la EETE.	Se cuenta con el espacio físico y los medios necesarios para la implementación de la práctica agroecológica en la Estación Experimental Tunshi.	Al finalizar el proyecto se obtendrá abonos orgánicos (Compost, humus y biol) que ayuden a mejorar la calidad de los suelos de la zona media de la EETE.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compost</li> <li>• % de materia orgánica en el suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotografías.</li> <li>• Videos.</li> <li>• Facturas.</li> </ul>
	Aplicación de humus en las plantas de la zona media de la EETE.			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humus</li> <li>• % de materia orgánica en el suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotografías.</li> <li>• Videos.</li> <li>• Facturas.</li> </ul>
	Aplicación de biol en las plantas de la zona media de la EETE.			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biol</li> <li>• % de materia orgánica en el suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotografías.</li> <li>• Videos.</li> <li>• Facturas.</li> </ul>
Implementar la practica agroecológica “sistema silvopastoril” para mejorar la calidad de los suelos de la zona baja en la Estación Experimental Tunshi.	Siembra de árboles dispersos en potreros.	Se cuenta con el espacio físico y los medios necesarios para la implementación de la práctica agroecológica en la Estación Experimental Tunshi.	Al finalizar el proyecto se obtendrá un sistema silvopastoril con especies endémicas como el aliso ( <i>alnus acuminata</i> ) y quishuar ( <i>buddleja incana</i> )	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sistema silvopastoril.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotografías.</li> <li>• Informes.</li> <li>• Inventario de flora.</li> </ul>
	Siembra de abonos verdes			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abonos verdes.</li> <li>• % de materia orgánica en el suelo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fotografías.</li> <li>• Informes</li> </ul>

**Realizado por:** Prado Jeferson, 2022.



Para llevar a cabo esta propuesta hay que tener en cuenta tres aspectos: técnicos, participativos y económicos. Los aspectos técnicos tienen como objetivo proporcionar elementos de apoyo para la entidad que lidera la construcción y ejecución de la propuesta. Los aspectos participativos hacen parte integral del proceso y buscan la apropiación y construcción de este por parte de mujeres y hombres de la comunidad, quienes en conjunto con los representantes del grupo formulador y a través de herramientas como la cartografía social construyan e implementen de manera colectiva la propuesta de implementación. En los aspectos económicos se busca determinar la factibilidad de la implementación del proyecto en función de la disponibilidad de recursos.

Con el fin de identificar los diferentes actores descritos en la propuesta se sugiere tener en cuenta la siguiente definición de actores involucrados:

- Grupo formulador: es el grupo de personas responsable de la formulación y ejecución de la propuesta para la implementación de buenas prácticas para el uso y manejo sostenible de los suelos. Deberá tener la capacidad de convocar a la comunidad, tener acceso a fondos públicos o privados destinados al mejoramiento de los suelos y contar con posibilidades para el uso de herramientas de información geográfica. En este caso el grupo formulador es el Centro de Bioconocimiento.
- Actores institucionales: son entidades que pueden participar en cualquier momento del proceso de construcción del plan de intervención, por su conocimiento regional o temático relacionado con el manejo sostenible del suelo. Los actores institucionales que forman parte de esta propuesta es la dirección de la carrera Recursos Naturales Renovables, en conjunto con la fundación EkoRural, CARE International, Maquita, MAG, MAE y la junta de regantes Chambo Guano.
- Actores de la comunidad: los actores de la comunidad serán los principales implicados en el proceso de construcción e implementación del plan de intervención para la gestión sostenible de los suelos. Para la EETE este grupo de actores están conformados por la comunidad estudiantil.

## CONCLUSIONES

- En conclusión, en la zona media y baja no existen suelos que están en procesos de degradación ya que cuentan con porcentajes de 4,3% y 4,0% de materia orgánica respectivamente a diferencias de la zona alta que presenta un 2,9% de materia orgánica, es decir, presenta una deficiencia de este elemento por lo que es necesario incorporarlo. Debido a la presencia del bosque de eucaliptos existe una leve degradación ya que al ser una especie tan necesitada de nutrientes provoca la disminución del agua, puede acabar con su disponibilidad y la fertilidad de la tierra, debido a que absorbe tanta humedad y así favoreciendo a la sequía, incluso llega a secar fuentes y crear graves problemas para la agricultura en los cultivos aledaños.
- El pH es un buen indicador de disponibilidad de nutrientes, los valores para la zona media y baja son 7,38 y 7,24 respectivamente, es decir, son suelos con pH prácticamente neutros. Mientras que en la zona alta el valor es de 7,60, lo cual lo hace un suelo con un pH ligeramente alcalino, según Cartagena, esta zona presenta un posible exceso de Ca, Mg y carbonatos, baja solubilidad microelementos y una posible necesidad de tratar el suelo con enmiendas como por el ejemplo el yeso debido a que se inhibe el desarrollo de varios cultivos.
- Para la elaboración de la propuesta se estableció como objetivo: mejorar la calidad de los suelos de la zona alta, media y baja en la Estación Experimental Tunshi (sector FRN), para lograr el cumplimiento de este objetivo se analizaron los parámetros físicos y químicos de los suelos y así poder establecer una práctica agroecológica o de conservación de los suelos. Para la zona alta se propuso un sistema agroforestal para sustituir las plantaciones de eucaliptos por especies endémicas que brinden beneficios al recurso suelo, para la zona media se propuso la elaboración de abonos orgánicos como el compost, humus y biol los cuales serán implementados en todas las plantaciones que se encuentren dentro de la zona y así logrando el objetivo planteado y para la zona baja se propuso un sistema silvopastoril, el cual brindará beneficios tanto al suelo como a los animales, adicionalmente se planteó la siembra de abonos verdes para que el suelo este en buenas condiciones. La siembra de abonos verdes se realizará al cabo de un año, es decir el primer año se mantendrán los pastos y al siguiente se procederá con la siembra de los abonos y así sucesivamente por 5 años.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda realizar otros tipos de análisis del suelo para la zona alta, puede plantearse un análisis de la biota del suelo ya que la biota es un indicador de la salud del suelo, y ésta se modifica de manera positiva o negativa de forma rápida según los cambios de uso del agroecosistema. Y así conocer lo que está sucediendo en la zona alta de la Estación Experimental Tunshi.
- Generar un manejo sustentable de la zona alta de la Estación Experimental Tunshi a partir de la ejecución de una práctica agroecológica conocida como agroforestería, sustituyendo las plantaciones de eucalipto por plantas nativas como el aliso, chilca, quishuar, yagual, etc.

## BIBLIOGRAFÍA

**ALARCÓN, Isabel.** *La mitad de las tierras en Ecuador muestran signos de degradación* [Blog]. 22 de junio, 2018. Disponible en: <https://www.elcomercio.com/tendencias/ambiente/degradacion-suelo-planetaideas-ecuador-desertificacion.html>

**ALONSO, J.** "Los sistemas silvopastoriles y su contribución al medio ambiente". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola* [en línea], 2011, (Cuba) 45 (2), pp. 107-115. [Consulta: 17-12-2021]. ISSN: 0034-7485. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193022245001.pdf>

**ALTIERI, Miguel.** "Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable". *Editorial Nordan-Comunidad* [En línea], 1999, (Chile), 4, p. 17. [Consulta: 08-06-2022]. ISBN 9974-42-052-0. Disponible en : <http://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf>

**ARCOS, Franklin.** *Degradación de los suelos en la Sierra Centro del Ecuador*. 2021. [interv.] Jeferson Prado. Julio 11, 2021.

**BASTIDA, Felipe.** Procesos de degradación y recuperación de suelos en zonas semiáridas establecimiento de un índice de degradación biológica de suelos (*IDBS*). [En línea] (Trabajo de titulación) (Doctoral). Universidad Politécnica de Cartagena, Ciencia y Tecnología Agraria, Cartagena, Colombia. 2008. p. 25. [Consulta: 25-11-2021]. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=50060>.

**BONILLA, Carlos.** *Degradación de los suelos en la Sierra Centro del Ecuador*. 2021. [interv.] Jeferson Prado. Julio 12, 2021.

**CASTELLANOS, Javier; & RODRIGUEZ, Dilmar.** *El Zinc (Zn), en la Nutrición de los Cultivos* [Blog]. 19 de agosto, 2014. [Consulta: 12-02-2022]. Disponible en: <https://www.engormix.com/agricultura/articulos/zinc-nutricion-cultivos-t31354.htm>

**CARTAGENA, Yamil.** El análisis químico de los suelos una herramienta para diseñar recomendaciones de fertilización y enmiendas en los cultivos. [En línea] (Trabajo de titulación)(Maestría). Universidad Central de Ecuador, Facultad de Ciencias Agrícolas. Quito, Ecuador. 2002. p. 42. [Consulta: 27-06-2022]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/4776/6/iniapsctC322a.pdf>

**COLOTTY, Eva.** "La erosividad: cualidad de la lluvia poco conocida". *Revista Terra Nueva Etapa* [En línea], 1999, ( Venezuela), 15(24), p. 105. [Consulta: 24-12-2021]. ISSN: 1012-7089. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/721/72102406.pdf>.

**CIANCAGLINI, Nicolas.** R- 001- Guía para la determinación de textura de suelos por método organoléptico. [Blog] Diciembre, 2009. [Consulta: 13-03-2022]. Disponible en: [http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO%20\(R-001\)%20Gu%C3%ADa%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de%20textura%20de%20suelos%20por%20m%C3%A9todo%20organol%C3%A9ptico.pdf](http://www.prosap.gov.ar/Docs/INSTRUCTIVO%20(R-001)%20Gu%C3%ADa%20para%20la%20determinaci%C3%B3n%20de%20textura%20de%20suelos%20por%20m%C3%A9todo%20organol%C3%A9ptico.pdf)

**DE NONI, G; & TRUJILLO, G.** Degradación del suelo en el Ecuador: Principales causas y algunas reflexiones sobre la conservación de este recurso. *Revista Cultura* [En línea], 1986, (Ecuador), 8(24), pp. 384-394. [Consulta: 08-11-2021]. ISSN: 0252-8657. Disponible en : [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/cc-2010/26531.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/cc-2010/26531.pdf)

**DOMÍNGUEZ, Rafael; et al.** "Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad". *CEPAL* [En línea], 2019, (Chile), 158, p. 52. [Consulta: 08-11-2021]. ISSN: 2411-9385. Disponible en : [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44785/S1900378\\_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44785/S1900378_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**ESPOCH.** Tunshi. [Online] ESPOCH, 2020. <https://www.espoch.edu.ec/index.php/estaciones-experimentales/274-tunshi.html>.

**ESTEBAN NIETO, Nicomedes.** "Tipos de investigación". *Universidad Santo Domingo de Guzmán* [En línea], 2018, (Perú), p. 2. [Consulta: 17-10-2021]. Disponible en: <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>

**FAO.** "Guía para la descripción de los suelos". [En línea], 2009, ( Italia), 4(1), p. 26. [Consulta: 24-03-2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/a0541s/a0541s.pdf>

**FAO.** "Biopreparados para el manejo sostenible de plagas y enfermedades en la agricultura urbana y periurbana". *IPES Ediciones* [En línea], 2010, ( Perú), 1, p. 28. [Consulta: 24-06-2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/as435s/as435s.pdf>

**FAO; & MADS.** " Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales". Revista Terra Nueva Etapa [En línea], 2018, ( Bogotá), pp. 99-100. [Consulta: 24-06-2022]. ISBN 978-92-5-130425-9. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i8864es/I8864ES.pdf>

**FLORES, María.** Estudio comparativo de indicadores físicos y químicos de la calidad del suelo y de la biodiversidad de la mesofauna edáfica en dos usos de suelo de la microcuenca del río Pomacocho, parroquia Achupallas, cantón Alausí, provincia de Chimborazo. [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Chimborazo, Facultad de Ingeniería, Carrera de Ingeniería Ambiental. Chimborazo, Ecuador. 2016. p. 16. [Consulta: 27-06-2022]. Disponible en: <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/3077/1/UNACH-ING-AMB-2016-014.pdf>

**GARCÍA, Fernando.** Dinámica de nutrientes en el sistema suelo-planta [en línea], IPNI Cono Sur. Minga Guazú, Paraguay, 11 de septiembre, 2008. [Consulta: 18-04-2022]. Disponible en: [http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/8C93069B3977D5D68525797D0054DC75/\\$FILE/Paraguay%20Curso%20Sept%202008%20-%20Dinamica%20Nutrientes.pdf](http://lacs.ipni.net/ipniweb/region/lacs.nsf/0/8C93069B3977D5D68525797D0054DC75/$FILE/Paraguay%20Curso%20Sept%202008%20-%20Dinamica%20Nutrientes.pdf)

**GARCÍA, Yoansy; et al.** Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso, *Pastos y Forrajes* [En línea], 2012, (Cuba), 35(2), p. 28. [Consulta: 14-06-2022]. Disponible en : <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v35n2/pyf01212.pdf>

**GÓMEZ, María.** Estudio de la degradación de suelos y tierras por desertificación en la jurisdicción de la CAR. [En línea] (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad De Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, Maestría en Ciencias Ambientales. Bogotá, Colombia. 2019. p. 22. [Consulta: 22-11-2021]. Disponible en: <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/7798/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

**GÓMEZ-LUNA, Eduardo; et al.** Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización. *Dyna* [En línea], 2014, (Colombia), 81(184), p. 3. [Consulta: 13-11-2021]. ISSN: 0012-7353. Disponible en : <https://www.redalyc.org/pdf/496/49630405022.pdf>

**K+S MINERALS and AGRICULTURE.** *Potasio* [blog], Alemania, 2019. [Consulta: 15 de enero de 2022]. Disponible en: [http://www.ks-minerals-and-agriculture.com/eses/fertiliser/advisory\\_service/nutrients/potassium.html](http://www.ks-minerals-and-agriculture.com/eses/fertiliser/advisory_service/nutrients/potassium.html)

**HERNÁNDEZ, Alberto; et al.** Variaciones en algunas propiedades del suelo por el cambio de uso de la tierra, en las partes media y baja de la microcuenca Membrillo, Manabí, Ecuador. *Scielo* [En línea], 2017, (Ecuador), 38(1), p. 4. [Consulta: 19-11-2021]. ISSN: 1819-4087. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v38n1/ctr06117.pdf>

**HERNÁNDEZ, Roberto; et al.** Metodología de la Investigación. *McGRAW-HILL* [En línea], 2014, (México) 6(1), p. 51. [Consulta: 19-11-2021]. ISBN: 978-1-4562-2396-0. Disponible en: <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>

**HURTADO, Jacqueline.** Metodología de la investigación. *Quirón Ediciones* [En línea], 2010, (Venezuela) 4(1), p. 710. [Consulta: 28-11-2021]. ISBN: 978-980-6306-66-0. Disponible en: [http://emarketingandresearch.com/wp-content/uploads/2020/09/kupdf.com\\_j-hurtado-de-barrera-metodologia-de-investigacioacuten-completo-1.pdf](http://emarketingandresearch.com/wp-content/uploads/2020/09/kupdf.com_j-hurtado-de-barrera-metodologia-de-investigacioacuten-completo-1.pdf)

**MENDOZA, Reynaldo & ESPINOZA, Ariel.** *Guía técnica para muestreo de suelos* [En línea]. Managua-Nicaragua. Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services (CRS) 2017. [Consulta: 12-12-2021]. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>

**MONTATIXE, Christian Iván, & ECHE, Mauricio David.** Degradación del suelo y desarrollo económico en la agricultura familiar de la parroquia Emilio María Terán, Píllaro. *Siembra* [En línea]. 2021, (Ecuador) 8(1), p. 1735. [Consulta: 08-01-2022]. ISSN: 2477-8850. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/6538/653868374001/653868374001.pdf>

**MUÑOZ, David Alejandro.** Diagnóstico de la degradación de los suelos en cultivos de arroz riego intermitente y seco bajo el sistema de labranza tradicional aplicado, en los llanos del Casanare. [En línea] (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de ingeniería y administración. Palmira, Colombia. 2016. p. 10. [Consulta: 13-01-2022]. Disponible en: [https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57887/2016-David\\_Alejandro\\_Mu%c3%b1oz.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/57887/2016-David_Alejandro_Mu%c3%b1oz.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**OTERO, Alfredo.** *Enfoques de investigación* [Blog]. Agosto, 2018. [Consulta: 27-11-2021]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/326905435\\_ENFOQUES\\_DE\\_INVESTIGACION](https://www.researchgate.net/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION).

**PRUNA, Víctor.** El eucalipto alternativa poco ecológica de reforestación en la zona oriental de Salcedo. [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Tecnológica Equinoccial, Facultad de

Ciencias de la Educación. Quito, Ecuador. 2014. p. 12. [Consulta: 13-06-2022]. Disponible en: [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/2903/1/58669\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/2903/1/58669_1.pdf)

**QUINTERO, Cesar.** Dosificación del Fósforo según Tipos de Suelos. [En línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Entre Ríos, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Entre Ríos, Argentina. 2002. p. 1. [Consulta: 16-05-2022]. Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ialacs.nsf/0/C6F5001B54460C798525799C0058C6CC/\\$FILE/nota2.pdf](http://www.ipni.net/publication/ialacs.nsf/0/C6F5001B54460C798525799C0058C6CC/$FILE/nota2.pdf)

**REINOSO, Jenny.** Análisis de la calidad ambiental del suelo de la plantación de palma africana (*elaeis guineensis*) en la parroquia San Carlos, cantón Joya de los Sachas, provincia de Orellana. [En línea] (Trabajo de titulación). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Ciencias Químicas. Riobamba, Ecuador. 2018. p. 9 . [Consulta: 21-02-2022]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/10555/1/236T0414.pdf>

**ROMÁN, Pilar; et al.** Manual de compostaje del agricultor. *FAO* [En línea], 2013, (Chile), p. 23. [Consulta: 13-05-2022]. ISBN: 978-92-5-307845-5. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3388s/I3388S.pdf>

**ROMERO, A, et al.** Influencia del abandono de cultivos en los procesos de degradación de suelos en la Región de Murcia. *PubliCan Ediciones* [En línea], 2012, (España), p. 587. [Consulta: 30-02-2022]. ISBN: 978-84-86116-54-5. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/256482560\\_Influencia\\_del\\_abandono\\_de\\_cultivos\\_en\\_los\\_procesos\\_de\\_degradacion\\_de\\_suelos\\_en\\_la\\_Region\\_de\\_Murcia](https://www.researchgate.net/publication/256482560_Influencia_del_abandono_de_cultivos_en_los_procesos_de_degradacion_de_suelos_en_la_Region_de_Murcia)

**RUCKS, L; et al.** Propiedades físicas del suelo. [En línea] (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad de la Republica, Facultad de Agronomía. Montevideo, Uruguay. 2004. p. 54. [Consulta: 26-04-2022]. Disponible en: <http://bibliofagro.pbworks.com/f/propiedades+fisicas+del+suelo.pdf>

**SANTOS, Wendy; & CASTRO, David.** Estudio de la pérdida del recurso suelo mediante el cálculo de tasas de erosión y propuesta de estrategias de manejo de suelos, determinadas por las características socio-ambientales de los andes ecuatorianos. [En línea] (Trabajo de titulación). Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Facultad de Ciencias Humanas, Escuela de Ciencias Geográficas. Quito, Ecuador. 2012. p. 28 . [Consulta: 29-06-2022]. Disponible en: <http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/7094/6.H07.001317.pdf;sequence=4>

**SELE, Guy.** *El cobre en las plantas*. [Blog]. España, Octubre, 2019. [Consulta: 27-05-2022]. Disponible en: <https://croipaia.com/es/blog/cobre-en-las-plantas/>

**TORRES, Martín.** Análisis de suelos: una herramienta clave para el diagnóstico de fertilidad de suelos y la fertilización de cultivos. *Fertilizar* [En línea], 2010, (Argentina) 1(15), p. 2. [Consulta: 30-06-2022]. Disponible en: <http://tecnoagro.com.ar/notas/analisis/beneficios-del-an%C3%A1lisis-de-suelos.pdf>

**USDA.** Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo. [En línea], 1999, (Estados Unidos), p. 63. [Consulta: 25-06-2022]. Disponible en: [https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE\\_DOCUMENTS/nrcs142p2\\_051284.pdf](https://www.nrcs.usda.gov/Internet/FSE_DOCUMENTS/nrcs142p2_051284.pdf)

**VILLAREAL, José Ezequiel.** Determinación de un índice de calidad del suelo en áreas productoras de banano (*MUSA x paradisiaca L.*) De la vertiente del pacifico de panamá. [En línea] (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad de Lleida, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria. Lleida, Panamá. 2010. p. 21. [Consulta: 16-04-2022]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Jose-Villarreal/2/publication/47281213\\_Determinacion\\_de\\_un\\_indice\\_de\\_calidad\\_del\\_suelo\\_en\\_areas\\_productoras\\_de\\_banano\\_Musa\\_x\\_paradisiaca\\_L\\_de\\_la\\_vertiente\\_del\\_Pacifico\\_de\\_Panama/links/558d7c7b08ae47a3490bc911/Determinacion-de-un-indice-de-calidad-del-suelo-en-areas-productoras-de-banano-Musa-x-paradisiaca-L-de-la-vertiente-del-Pacifico-de-Panama.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Jose-Villarreal/2/publication/47281213_Determinacion_de_un_indice_de_calidad_del_suelo_en_areas_productoras_de_banano_Musa_x_paradisiaca_L_de_la_vertiente_del_Pacifico_de_Panama/links/558d7c7b08ae47a3490bc911/Determinacion-de-un-indice-de-calidad-del-suelo-en-areas-productoras-de-banano-Musa-x-paradisiaca-L-de-la-vertiente-del-Pacifico-de-Panama.pdf)

**WINSCHHEL, Cristina.** Integración por medio de geotecnologías de la información ambiental en estudios de degradación de los suelos para los partidos de villarino y patagones, provincia de buenos aires argentina. [En línea] (Trabajo de titulación) (Doctoral). Universidad Nacional del Sur, Departamento de Geografía, Buenos Aires, Argentina. 2017. p. 24. [Consulta: 16-03-2022]. Disponible en: [https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/4087/TESIS%20DOCTORADO\\_v20bisfinal.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriodigital.uns.edu.ar/bitstream/handle/123456789/4087/TESIS%20DOCTORADO_v20bisfinal.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

  
J. Villarreal  
Castillo



ANEXOS

ANEXO A: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE SUELOS DE LA ZONA ALTA.



**DATOS DEL CLIENTE**

**Cliente:** Jeferson Prado  
Estacion experimental Tunshi-  
**Direccion:** ESPOCH **Teléfono:**  
**Provincia:** Chimborazo **Canton:** Robamba 49,312021

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

**Tipo de Muestra:** Suelo **Fecha de ensayo:** del 27 de noviembre del 2021  
**Fecha de toma de muestra:** 27/11/2021 **Direccion de la muestra:** Tunshi  
**Fecha de recepcion en:** 27/11/2021  
**Observaciones:** Muestra tomada por el cliente

**RESULTADOS**

Id.Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
cultivo anterior : bosque /cultivo actual: bosque	K	Ac.Am	2,1	meq/100g	alto	A.atómica
	Ca	Ac.Am	1,5	meq/100g	medio	A.atómica
	Mg	Ac.Am	0,4	meq/100g	medio	A.atómica
	Cu	Olsen mod.	6,0	ppm	alto	A.atómica
	Mn	Olsen mod.	2,0	ppm	bajo	A.atómica
	Zn	Olsen mod.	1,0	ppm	bajo	A.atómica
	PH	H2O 1:2,5	7,60		Ligeram. Alcalino	Conductimetrico
	M.O.	W-B	2,9	%	medio	Gravimetrico
	NT asimilable	kjeldahl	37	%	medio	Volumétrica
	P	Olsen mod.	69	ppm	alto	Colorimetrico
	Textura	clase textural	franco arenoso			al tacto
	B	Fos-Ca		ppm		Colorimetrico
	Cl	H2O 1:1		ppm		
	S	Fos-Ca		ppm		Turbidimetrico
	CE	H2O 1:2,5	0,21	mmhos/cm	No Salino	Conductimetrico
	CIC	Ac.Am		meq/100g		volumetrico
	Ca/Mg	calculo	3,8	meq/100g	Optimo	N/A
	Mg/K	calculo	0,2	meq/100g	bajo	N/A
	(Ca+Mg)/K	calculo	0,9	meq/100g	bajo	N/A
	Sat. De bases	Cálculo				
Acidez Int.	KCl				Volumétrica	

Ing. Carlos Mayorga  
TOTALCHEM



TotalChem Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra  
Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basado en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial

**ANEXO B: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE SUELOS DE LA ZONA MEDIA.**



**DATOS DEL CLIENTE**

**Cliente:** Jeferson Prado  
 Estacion experimental Tunshi-  
**Direccion:** ESPOCH **Teléfono:**  
**Provincia:** Chimborazo **Canton:** Robamba 49,212021

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

**Tipo de Muestra:** Suelo **Fecha de ensayo:** del 27 de noviembre del 2021  
**Fecha de toma de muestra:** 27/11/2021 **Direccion de la muestra:** Tunshi  
**Fecha de recepcion en:** 27/11/2021  
**Observaciones:** Muestra tomada por el cliente

**RESULTADOS**

Id Cliente	Parametros	Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica	
cultivo anterior : abonos verdes /cultivo actual: abonos verdes	<b>K</b>	Ac.Am	0.7	meq/100g	alto	A.atômica
	<b>Ca</b>	Ac.Am	1.9	meq/100g	medio	A.atômica
	<b>Mg</b>	Ac.Am	0.8	meq/100g	alto	A.atômica
	<b>Cu</b>	Olsen mod.	9.0	ppm	alto	A.atômica
	<b>Mn</b>	Olsen mod.	3.0	ppm	bajo	A.atômica
	<b>Zn</b>	Olsen mod.	1.0	ppm	bajo	A.atômica
	<b>PH</b>	H2O 1:2,5	7,38		Practicamente NEUTRO	Conductimetrico
	<b>M.O.</b>	W-B	4.3	%	medio	Gravimetrico
	<b>NT asimilable</b>	kjeldahl	45	%	medio	Volumétrica
	<b>P</b>	Olsen mod.	68	ppm	alto	Colorimetrico
	<b>Textura</b>	clase textural	franco arenoso			al tacto
	<b>B</b>	Fos-Ca		ppm		Colorimetrico
	<b>Cl</b>	H2O 1:1		ppm		
	<b>S</b>	Fos-Ca		ppm		Turbidimetrico
	<b>CE</b>	H2O 1:2,5	0,22	mmhos/cm	No Salino	Conductimetrico
	<b>CIC</b>	Ac.Am		meq/100g		volumetrico
	<b>Ca/Mg</b>	calculo	2.4	meq/100g	Optimo	N/A
	<b>Mg/K</b>	calculo	1.1	meq/100g	bajo	N/A
	<b>(Ca+Mg)/K</b>	calculo	3.9	meq/100g	bajo	N/A
	<b>Sat. De bases</b>	Cálculo				
<b>Acidez Int.</b>	KCl				Volumétrica	

  
 Ing. Carlos Mayorga  
 TOTALCHEM



TotalChem Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra  
 Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basado en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial

ANEXO C: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE SUELOS DE LA ZONA BAJA.



**DATOS DEL CLIENTE**

**Cliente:** Jeferson Prado  
Estacion experimental Tunshi-  
**Direccion:** ESPOCH

**Teléfono:**

**Provincia:** Chimborazo **Canton:** Robamba 49,412021

**INFORMACION DE LA MUESTRA**

**Tipo de Muestra:** Suelo **Fecha de ensayo:** del 27 de noviembre del 2021

**Fecha de toma de muestra:** 27/11/2021 **Direccion de la muestra:** Tunshi

**Fecha de recepcion en:** 27/11/2021

**Observaciones:** Muestra tomada por el cliente

**RESULTADOS**

Id Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
cultivo anterior : pastizal /cultivo actual: pastizal	K	Ac.Am	0,5	meq/100g	alto	A.atómica
	Ca	Ac.Am	1,1	meq/100g	medio	A.atómica
	Mg	Ac.Am	0,6	meq/100g	medio	A.atómica
	Cu	Olsen mod.	3,0	ppm	medio	A.atómica
	Mn	Olsen mod.	1,0	ppm	bajo	A.atómica
	Zn	Olsen mod.	1,0	ppm	bajo	A.atómica
	PH	H2O 1:2,5	7,24		Practicamente NEUTRO	Conductimetrico
	M.O.	W-B	4,0	%	medio	Gravimetrico
	NT asimilable	kjeldahl	31	%	medio	Volumétrica
	P	Olsen mod.	47	ppm	alto	Colorimetrico
	Textura	clase textural	franco arenoso			al tacto
	B	Fos-Ca		ppm		Colorimetrico
	Cl	H2O 1:1		ppm		
	S	Fos-Ca		ppm		Turbidimetrico
	CE	H2O 1:2,5	0,20	mmhos/cm	No Salino	Conductimetrico
	CIC	Ac.Am		meq/100g		volumetrico
	Ca/Mg	calculo	1,7	meq/100g	bajo	N/A
	Mg/K	calculo	1,4	meq/100g	bajo	N/A
	(Ca+Mg)/K	calculo	3,7	meq/100g	bajo	N/A
	Sat. De bases	Cálculo				
Acidez Int.	KCl				Volumétrica	



Ing. Carlos Mayorga  
TOTALCHEM



TotalChem Se responsabiliza unicamente de los análisis mas no de la toma de muestra  
Estos análisis, opiniones y/o interpretaciones están basado en el material e información provistos por el cliente para quien se ha realizado este informe en forma exclusiva y confidencial



**epoch**

**Dirección de Bibliotecas y  
Recursos del Aprendizaje**

**UNIDAD DE PROCESOS TÉCNICOS Y ANÁLISIS BIBLIOGRÁFICO Y  
DOCUMENTAL**

**REVISIÓN DE NORMAS TÉCNICAS, RESUMEN Y BIBLIOGRAFÍA**

**Fecha de entrega:** 01 / 12 / 2022

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Jeferson Javier Prado Criollo
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Recursos Naturales
<b>Carrera:</b> Recursos Naturales Renovables
<b>Título a optar:</b> Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
<b>f. responsable:</b> Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz

Ing. Cristhian Fernando Castillo



2231-DBRA-UTP-2022