



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

**EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO Y SU
INFLUENCIA EN LA CONSERVACIÓN DE SUELOS EN DOS
AGROECOSISTEMAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL
TUNSHI**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AUTOR:

KUYLLUR YUMBO GREFA

Riobamba – Ecuador

2023



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

**EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO Y SU
INFLUENCIA EN LA CONSERVACIÓN DE SUELOS EN DOS
AGROECOSISTEMAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL
TUNSHI**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERO EN RECURSOS NATURALES RENOVABLES

AUTOR: KUYLLUR YUMBO GREFA

DIRECTOR: Ing. VICENTE JAVIER PARRA LEÓN MSc.

Riobamba – Ecuador

2023

© 2023, **Kuyllur Yumbo Grefa**

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, Kuyllur Yumbo Grefa, 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, 25 de mayo de 2023



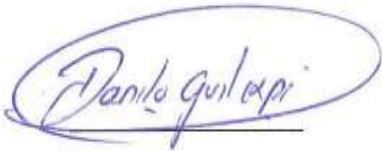


Kuyllur Yumbo Grefa

150095407-6

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, **EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE MANEJO Y SU INFLUENCIA EN LA CONSERVACIÓN DE SUELOS EN DOS AGROECOSISTEMAS DE LA ESTACIÓN EXPERIMENTAL TUNSHI**, realizado por el señor: **KUYLLUR YUMBO GREFA**, 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. Rosa Del Pilar Castro Gomez. PhD. PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2023-05-25
Ing. Vicente Javier Parra León. MSc. DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-05-25
Ing. Edmundo Danilo Guilcapi Pacheco. ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2023-05-25

DEDICATORIA

Primeramente, gracias a Dios por darme salud y fortaleza para seguir a adelante en el camino de la vida. A mi mami Gloria Grefa, uno de mis pilares fundamentales, la persona por la cual continúe y nunca me rendí, por siempre ser el apoyo que necesité y siempre estar ahí cuando más la necesite. A mi papi Sergio Yumbo, darle las gracias por sus consejos de la vida y siempre tener paciencia conmigo. A mis hermanos Jailli, Yalic, Aly, Tamyra por ser una fuente de inspiración para seguir adelante, en especial agradecer a Jailli y Yalic por ser con quienes más tiempo conviví en la parte de mi vida académica, ellos que con paciencia me supieron soportar, por aguantarme en mis quejas y malos ratos, por apoyarme en aquellos momentos alegres y tristes donde supieron darme palabras de aliento que me reconfortaban. A mi tío Andrés por darme ese apoyo incondicional desde lejos y por siempre estar cuidándome. A mis amigos Leonardo, Alexis y Vinicio que me acompañaron durante mi etapa académica y en especial a Leonardo quien me apoyo en todo momento.

Kuyllur

AGRADECIMIENTO

Como no darle un enorme agradecimiento a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo que supo acogerme en su institución, que con la Escuela de Recursos Naturales Renovables por darme el privilegio de educarme profesionalmente entre sus aulas.

A los Docentes de la Escuela de Recursos Naturales Renovables por compartir sus sabios conocimientos y experiencias, por darme grandes momentos de algarabía en el proceso de aprendizaje.

Al Ing. Vicente Parra por su tiempo y paciencia en este proceso final de mí recorrido académico como calidad de tutor de tesis. Al Ing. Danilo Guilcapi le agradezco por el apoyo brindado, por su tiempo, por los conocimientos impartidos y guiarme en trabajo de investigación.

Kuyllur

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS	xiv
RESUMEN.....	xv
ABSTRACT	xvi
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Justificación.....	3
1.3. Objetivos.....	4
1.3.1. <i>Objetivo General</i>	4
1.3.2. <i>Objetivos Específicos</i>	4

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	5
2.1. Agroecología.....	5
2.2. Origen y evolución	5
2.3. Características de los agroecosistemas	6
2.4. Importancia de la agroecología	7
2.5. Principios de la agroecología	7
2.6. Clasificación de las prácticas agroecológicas	8
2.6.1. <i>Abonos Orgánicos</i>	8
2.6.2. <i>Tipos de abonos orgánicos</i>	9
2.6.2.1. <i>Compost</i>	9
2.6.2.2. <i>Humus de lombriz</i>	9
2.6.2.3. <i>Biol</i>	9
2.6.3. <i>Rotación de cultivos</i>	9
2.6.4. <i>Abonos verdes</i>	9
2.6.5. <i>Cosecha de agua</i>	10
2.6.6. <i>Asociación cultivos</i>	10

2.6.7.	<i>Barreras vivas</i>	10
2.6.8.	<i>Agroforestería</i>	10
2.7.	Suelo	10
2.8.	Importancia del suelo	11
2.9.	Propiedades físicas del suelo	11
2.9.1.	<i>Textura</i>	11
2.9.1.1.	<i>Textura arcillosa</i>	11
2.9.1.2.	<i>Textura arenosa</i>	12
2.9.1.3.	<i>Textura limosa</i>	12
2.9.1.4.	<i>Textura franca</i>	12
2.9.2.	<i>Estructura</i>	12
2.9.3.	<i>Color</i>	12
2.9.4.	<i>Porosidad</i>	12
2.9.5.	<i>Densidad Aparente</i>	13
2.9.6.	<i>Profundidad</i>	13
2.10.	Propiedades químicas del suelo	13
2.10.1.	<i>pH del suelo</i>	13
2.10.2.	<i>Capacidad de intercambio catiónico</i>	14
2.10.3.	<i>Macro y micro nutrientes</i>	14
2.11.	Prácticas de conservación de suelo	14
2.11.1.	<i>Cortinas rompevientos</i>	14
2.11.2.	<i>Cultivos de cobertura</i>	15
2.11.3.	<i>Construcción de terrazas</i>	15
2.11.4.	<i>Barrera de piedras</i>	15
2.11.5.	<i>Labranza reducida</i>	15
2.11.6.	<i>Construcción de zanjas</i>	16
2.12.	Recuperación de la estructura del suelo	16
2.13.	Actividad microbiana	17
2.14.	Propiedades biológicas	17

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	18
3.1.	Características del lugar	18
3.1.1.	<i>Localización</i>	18
3.1.2.	<i>Ubicación geográfica</i>	18
3.1.3.	<i>Identificación de la zona de estudio</i>	19

3.2.	Enfoque de investigación	19
3.3.	Nivel de investigación	19
3.4.	Tipo de estudio	20
3.4.1.	<i>Documental</i>	20
3.4.2.	<i>De campo</i>	20
3.5.	Diseño de la investigación	21
3.5.1.	<i>Según la manipulación o no de la variable independiente</i>	21
3.5.2.	<i>Según las intervenciones en el trabajo en campo</i>	21
3.5.2.1.	<i>Transversal</i>	21
3.6.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	21
3.6.1.	<i>Técnicas</i>	21
3.7.	Materiales y Equipo	31
3.7.1.	<i>De escritorio</i>	31
3.7.2.	<i>De campo</i>	31

CAPÍTULO IV

4.	MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	32
4.1.	Identificar y caracterizar las prácticas de manejo de dos agroecosistemas	32
4.1.1.	<i>Descripción de las zonas de estudio en la Estación Experimental Tunshi</i>	32
4.1.1.1.	<i>Prácticas agroecológicas del Centro de Bioconocimiento</i>	32
4.1.1.2.	<i>Prácticas de manejo en el cultivo de Tunas</i>	40
4.1.2.	<i>Interpretación de las prácticas agroecológicas</i>	42
4.2.	Analizar las características físicas, químicas y biológicas de dos agroecosistema	43
4.2.1.	<i>Análisis físico del suelo</i>	43
4.2.1.1.	<i>Textura</i>	43
4.2.1.2.	<i>Descripción de horizontes</i>	44
4.2.1.3.	<i>Profundidad del suelo</i>	47
4.2.1.4.	<i>Compactación</i>	48
4.2.2.	<i>Análisis químico del suelo</i>	49
4.2.2.1.	<i>pH del suelo</i>	51
4.2.2.2.	<i>Conductividad Eléctrica del suelo</i>	51
4.2.2.3.	<i>Fósforo del suelo</i>	52
4.2.2.4.	<i>Potasio del suelo</i>	52
4.2.2.5.	<i>Calcio del suelo</i>	53
4.2.2.6.	<i>Magnesio del suelo</i>	54

4.2.2.7.	<i>Cobre del suelo</i>	54
4.2.2.8.	<i>Manganeso del suelo</i>	55
4.2.2.9.	<i>Zinc del suelo</i>	55
4.2.3.	<i>Análisis biológico</i>	56
4.2.3.1.	<i>Materia Orgánica</i>	56
4.3.	Evaluar la calidad de suelos de los dos agroecosistemas mediante indicadores agroambientales	57
4.3.1.	<i>Indicadores de calidad del suelo</i>	57
4.3.1.1.	<i>Fertilidad del suelo</i>	57
4.3.1.2.	<i>Infiltración del agua</i>	60
4.3.1.3.	<i>pH y materia orgánica del suelo</i>	65
4.3.2.	<i>Interpretación de la evaluación de agroecosistemas</i>	67
	CONCLUSIONES	69
	RECOMENDACIONES	71
	BIBLIOGRAFÍA	
	ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2-1: Principios agroecológicos para el diseño de sistemas agrícolas biodiversos, conservadores de recursos, eficientes energéticamente y resilientes	7
Tabla 2-2: Contribución relativa de varias prácticas de manejo a uno o más principios agroecológicos	8
Tabla 2-3: Clasificación de los suelos según el nivel de pH.	13
Tabla 3-1: Interpretación de análisis de suelos.	25
Tabla 3-2: Elementos y rangos adecuados para interpretación de análisis de fertilidad de suelo.....	26
Tabla 3-3: Hoja para tomar datos de campo	27
Tabla 3-4: Clasificación e interpretación de la velocidad de infiltración.....	28
Tabla 3-5: Clases de calidad de suelos.....	30
Tabla 3-6: Atributos usados como indicadores de calidad de suelos agrícolas y degradados.	30
Tabla 3-7: Tipos de suelo según los valores de pH obtenidos.	30
Tabla 4-1: Prácticas agroecológicas del Centro de Bioconocimiento.	33
Tabla 4-2: Labores que se realizan en el cultivo de tunas.....	41
Tabla 4-3: Contribución de las prácticas de las zonas de estudio a uno o más principios agroecológicos.....	42
Tabla 4-4: Grosor de los horizontes del suelo.....	47
Tabla 4-5: Compactación suelo CBio.	48
Tabla 4-6: Compactación suelo cultivo Tunas.....	48
Tabla 4-7: Análisis químicos del suelo del CBio y C. Tunas.....	49
Tabla 4-8: Fertilidad del suelo	57
Tabla 4-9: Evaluación de la fertilidad del suelo.....	58
Tabla 4-10: Datos de lámina de infiltración del suelo del CBio	60
Tabla 4-11: Datos de lámina de infiltración del cultivo de tunas.....	62
Tabla 4-12: Velocidad de infiltración del CBio y Tunas	64
Tabla 4-13: Evaluación de la infiltración del agua.....	64
Tabla 4-14: Evaluación del pH	65
Tabla 4-15: Evaluación de la materia orgánica.....	66
Tabla 4-16: Interpretación de la evaluación de los indicadores	67

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 2-1:	Diagrama textural de la USDA.....	11
Ilustración 3-1:	Ubicación geográfica.....	18
Ilustración 3-2:	Zonas de estudio.....	19
Ilustración 3-3:	Entrevista al encargado de cultivo Tunas.....	22
Ilustración 3-4:	Realización de calicatas.....	23
Ilustración 3-5:	Toma de datos de compactación.....	24
Ilustración 3-6:	Toma de muestras de suelo.....	25
Ilustración 4-1:	Centro de Bioconocimiento.....	32
Ilustración 4-2:	Asociación de cultivos.....	34
Ilustración 4-3:	Cosecha de agua.....	34
Ilustración 4-4:	Policultivos.....	35
Ilustración 4-5:	Mulching.....	35
Ilustración 4-6:	Cercas vivas.....	36
Ilustración 4-7:	Cortina rompevientos.....	37
Ilustración 4-8:	Abonos verdes.....	37
Ilustración 4-9:	Biol.....	38
Ilustración 4-10:	Compost.....	38
Ilustración 4-11:	Humus.....	39
Ilustración 4-12:	Riego por goteo.....	39
Ilustración 4-13:	Riego por aspersión.....	40
Ilustración 4-14:	Cultivo de Tunas (<i>Opuntia ficus-indica</i> L.).....	40
Ilustración 4-15:	Horizontes CBio, primera calicata.....	44
Ilustración 4-16:	Horizontes CBio, segunda calicata.....	45
Ilustración 4-17:	Horizontes cultivo Tunas, primera calicata.....	46
Ilustración 4-18:	Horizontes cultivo Tunas, segunda calicata.....	47
Ilustración 4-19:	Comparación de los macro y micronutrientes de las zonas estudiadas.....	50
Ilustración 4-20:	pH del suelo.....	51
Ilustración 4-21:	Conductividad eléctrica del suelo.....	51
Ilustración 4-22:	Fosforo presente en el suelo.....	52
Ilustración 4-23:	Potasio presente en el suelo.....	52
Ilustración 4-24:	Calcio del suelo.....	53
Ilustración 4-25:	Magnesio del suelo.....	54
Ilustración 4-26:	Cobre presente en el suelo.....	54
Ilustración 4-27:	Manganeso presente en el suelo.....	55

Ilustración 4-28:	Zinc presente en el suelo.....	55
Ilustración 4-29:	Materia orgánica presente en el suelo.....	57
Ilustración 4-30:	Macro y micronutrientes del CBIO.....	59
Ilustración 4-31:	Macro y Micronutrientes del cultivo de Tunas.....	59
Ilustración 4-32:	Capacidad de infiltración del CBio.....	63
Ilustración 4-33:	Capacidad de infiltración en el cultivo de Tunas.....	61
Ilustración 4-34:	Evaluación de suelo del CBio y las tunas mediante indicadores agroambientales.....	68

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A: PREGUNTAS Y ENTREVISTAS.

ANEXO B: VISITAS INSITU.

ANEXO C: REALIZACIÓN DE CALICATAS.

ANEXO D: PRUEBAS DE COMPACTACIÓN.

ANEXO E: TOMA DE MUESTRAS DE SUELOS.

ANEXO F: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO.

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar las prácticas de manejo y su influencia en la conservación de suelos en dos agroecosistemas de la Estación Experimental Tunshi, para lo cual se estableció que la investigación fue de carácter cuali-cuantitativo, exploratorio-descriptivo, donde se seleccionó dos zonas a estudiar que fueron el Centro de Bioconocimiento (CBio) y un cultivo de Tunas, donde se hicieron visitas in Situ y con ayuda de entrevistas semiestructuradas a actores claves se identificaron y evaluaron las prácticas agroecológicas, mediante el muestreo en calicatas se identificó los horizontes del suelo y con ayuda del penetrómetro se tomaron datos de compactación mediante la técnica de zigzag y con esta misma técnica se tomaron muestras simples para conformar una muestra compuesta para el análisis en el laboratorio. Para evaluar la calidad del suelo se lo hizo mediante los indicadores agroambientales como la fertilidad del suelo, infiltración del agua, pH y materia orgánica. Mediante los resultados obtenidos se demostró que las prácticas agroecológicas influyen en la conservación de los suelos debido a que cumplen con los principios agroecológicos, donde los indicadores 3 y 4 son los que más se practican, las prácticas que realizan en el Cbio son 12 entre ellas la rotación, asociación de cultivos, abonos orgánicos, etc. y en el cultivo de Tunas solo se cumple con la poda, limpieza del terreno, fertilización y riego. En el CBio existe una mayor disponibilidad de macro y micronutrientes a comparación del C. de tunas, por tanto el suelo es de mejor calidad. Se concluyó que las prácticas evaluadas cumplen con los principios agroecológicos lo que ayuda a la conservación de los suelos, y los análisis físicos-químicos demuestran que la aplicación de prácticas agroecológicas ayuda a la conservación y a la calidad del suelo.

Palabras clave: <AGROECOLOGÍA>, <PRÁCTICAS AGROECOLÓGICAS>, <CONSERVACIÓN DE SUELO >, <AGROECOSISTEMAS >, <CALIDAD DEL SUELO >, <INDICADORES AGROAMBIENTALES>.



Ing. Juan Castillo



1138-DBRA-UPT-2023

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate management practices and their influence on soil conservation in two agroecosystems of the Tunshi Experimental Station, for which it was established that the research was of a qualitative-quantitative, exploratory-descriptive nature, where selected two areas to study that were the Center for Bio-knowledge (CBio) and a cultivation of tunas, where in-Situ visits were made and with the help of semi-structured interviews to key actors who identified and evaluated agroecological practices, through sampling in test pits, the soil horizons were identified and with the help of the penetrometer, compaction data was taken using the zigzag technique and with this same technique simple samples were taken to form a composite sample for analysis in the laboratory. To evaluate the quality of the soil, it was done through agro-environmental indicators such as soil fertility, water infiltration, pH and organic matter. Through the results obtained, it was shown that agroecological practices influence soil conservation because they comply with agroecological principles, where indicators 3 and 4 are the most practiced, the practices carried out in the Cbio are 12 among them rotation, association of crops, organic fertilizers, etc. and in the cultivation of tunas only pruning, cleaning the land, fertilizing and irrigation is fulfilled. In the CBio there is a greater availability of macro and micronutrients compared to the C. of tunas, therefore the soil is of better quality. It was concluded that the evaluated practices comply with agroecological principles, which helps soil conservation, and the physical-chemical analyzes show that the application of agroecological practices helps soil conservation and quality.

Keywords: <AGROECOLOGY>, <AGROECOLOGICAL PRACTICES>, <SOIL CONSERVATION>, <AGROECOSYSTEMS>, <SOIL QUALITY>, <AGROENVIRONMENTAL INDICATORS>.



Lic. Lorena Hernández A. Mcs.

C.C. 180373788-9

INTRODUCCIÓN

La erosión tiene un aumento significativo debido a las actividades humanas insostenibles, que conlleva a la pérdida de ecosistemas naturales, las actividades que más provocan el deterioro de los suelos es la cobertura vegetal desnuda a causa de la tala intensiva, por la mecanización en las actividades agrícolas, las prácticas de quemas, cambios de uso de suelo, por realizar siembras en monocultivos, por un uso inadecuado del agua para riego y por el uso de fertilizantes químicos (Vinchira Villarraga & Moreno Sarmiento, 2019, p. 2). Para abastecer de alimento a toda la población se está realizando una actividad agrícola extensiva lo que ocasiona que el suelo se esté erosionando, produciendo una pérdida de cultivos a nivel mundial del 0,3 % (FAO, 2015, p. 10).

La erosión tiene un aumento significativo debido a las actividades humanas que están asociadas a la agroproducción, que conlleva a la pérdida de ecosistemas naturales, las actividades que más provocan el deterioro de los suelos es la cobertura vegetal desnuda a causa de la tala intensiva, por la mecanización en las actividades agrícolas, las prácticas de quemas, por realizar siembras en monocultivos, por un uso inadecuado del agua para riego y por el uso de fertilizantes químicos (Suquilanda, 2017, p. 51-52).

La agroecología basa sus principios en proponer agroecosistemas sostenibles para ayudar en los problemas socioambientales actuales. La realización de la agroecología incluye elementos de la localidad como son los conocimientos ancestrales; un ejemplo a citar son los policultivos, asociación y rotación de cultivos que ayudan a la pérdida de nutrientes, evitar la erosión y compactación del suelo (Marín Rivera et. al., 2018, p. 71).

En Ecuador entre los años de 1982 y 2003 la degradación del suelo presentaba una equivalencia del 14,2 % (34, 686 km²) del total de la tierra arable. Además, el 15 % (37, 5 mil km²) de los suelos ya están en procesos de erosión (Montatixe & Eche, 2021, p. 2). En el país debido a la creación de la nueva constitución las organizaciones campesinas hicieron que se implementen avances jurídicos apoyando a la agroecología y a la soberanía alimentaria (Gortaire & Intriago, 2016, p. 101), para que los individuos, sociedades y pueblos puedan consumir alimentos sanos con una producción ecológica impulsado la agrobiodiversidad (Parra León et al., 2021, p. 143).

Chimborazo presenta un avanzado proceso de erosión debido a la mala distribución de la tierra y el importuno e inequitativa reforma agraria. En la provincia el 9,15% del territorio se encuentra afectado por procesos sensibles a la erosión (alta, media o baja), el más afectado es Guamote con 25.110,86 hectáreas, Riobamba con 19.523,53 ha y Alausí tiene 6969,61 hectáreas (PDOT Chimborazo, 2015, P. 34).

Los Centros de Bioconocimientos son lugares en donde se realiza un adecuado aprovechamiento de los recursos partiendo de actividades de conservación, re-sustitución de material vegetativo, charlas e investigaciones participativas que impulsan el mantenimiento de los suelos (Parra León et al., 2021, p. 152).

CAPÍTULO I

1. DIAGNÓSTICO DEL PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

La actividad agrícola es una fuente de sustento de muchas familias campesinas, por tanto se hace una sobreexplotación del suelo provocando la degradación del mismo, ya sea por la aplicación de sustancias químicas o un inadecuado manejo del suelo, sin tener en cuenta el uso potencial de la agroecología. Debido a eso, en muchas zonas la fertilidad del suelo se ha ido perdiendo y disminuyendo su capacidad productiva, además hay un desconocimiento sobre las prácticas agroecológicas por parte de los agricultores o a su vez lo conocen muy poco y no se percatan de lo cuán importante puede ser para mantener la salud de los suelos.

La carencia de evaluaciones sobre las prácticas de manejo agroecológico en la producción agrícola hace que pierda su valor, tanto en la aplicación y en conocimiento ya que estas prácticas pueden contribuir a la conservación de los suelos, debido a que es una actividad que se basa en el conocimiento tradicional desarrollado desde tiempos pasados, lo cual hace que tener evaluaciones sobre dichas prácticas puede hacer que se valoren adecuadamente y se conozcan las ventajas y su uso positivo para el mantenimiento de los suelos y con ello se pueda mantener una agricultura y desarrollo sostenible.

1.2. Justificación

El uso de suelo en la producción agrícola se da de manera intensiva y más en zonas de la sierra ecuatoriana que abastece de productos agrícola a la mayor parte del país, lo que hace que el suelo se vaya degradando debido a que no hacen uso de prácticas de conservación de suelo como es el caso de la agroecología.

Por lo tanto, la presente investigación trata de establecer una evaluación de las prácticas agroecológicas y su influencia en la preservación del suelo, debido a que hay pocas evaluaciones sobre las mismas que puedan demostrar y dar a conocer los beneficios de la aplicación de la agroecología, mediante este contexto se quiere determinar su importancia, ya que conocer su verdadero valor puede resultar muy importante para conservar los suelos y poner en conocimiento a la sociedad para que lo apliquen en sus actividades agrícolas.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar las prácticas de manejo y su influencia en la conservación de suelos en dos agroecosistemas de la Estación Experimental Tunshi.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Identificar y caracterizar las prácticas de manejo de dos agroecosistemas.
- Analizar las características físicas, químicas y biológicas de dos agroecosistemas.
- Evaluar la calidad de suelos de los dos agroecosistemas mediante indicadores agroambientales.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

2.1. Agroecología

La Agroecología es una ciencia que se encarga de estudiar la parte estructural y funcional de los agroecosistemas desde sus relaciones a nivel de la ecología como cultural (León, 2009, p. 9). La agroecología en base a la ciencia se encarga hacer un diseño y manejo para obtener agroecosistemas sostenibles, aparece en el año de 1970 debido a los problemas ecológicos, económicos y sociales que eran ocasionados por la revolución verde directamente en la agricultura (Gómez, 2015, p. 680).

Cabe recalcar que la agroecología abarca un modelo agrario integral que consta no solo de dimensiones científicas y tecnológicas, sino también de dimensiones sociales, ambientales y políticas. Este nuevo, pero a la vez viejo modelo está inspirado en ciclos y procesos de los ecosistemas naturales, la agrobiodiversidad local y el conocimiento desarrollado por diferentes comunidades agrícolas y alimentarias y las tecnologías apropiadas que producen, siempre en conversación con los conocimientos de la ciencia moderna. Debido a ello, se alcanzan los sistemas agroalimentarios sostenibles, productivos, libre de agroquímicos y demás contaminantes (Gortaire, 2017, p. 13).

2.2. Origen y evolución

Los agroecólogos coinciden que el surgimiento de la agroecología es como símbolo a la rebeldía de los años sesenta y setenta, debido a las distorsiones de las estructuras insostenibles que soportan la ontología, algo común en el capitalismo y sus lógicas destructivas. En principio, la agroecología no nació como ciencia, sino como una mirada crítica y enfocada a la dinámica del entorno agrícola y cultural (Lugo & Rodríguez, 2018, p. 91).

Como un conjunto entre los saberes, prácticas y discursos llevan a la creación de un enfoque agri-cultural, que se convierte en un aporte que va más allá de los que crea la ontología moderna, constituyéndose en un aporte teórico contemporáneo que discute las tradiciones racionalistas, logo centristas y dualistas de la teoría moderna y adoptó un enfoque sensible a la complejidad de la agricultura local para proponer nuevas formas de vivir e interactuar con la naturaleza, lo que significa que regrese y mire las prácticas antiguas que dieron origen a la agroecología y están ocultas por la modernidad, ya que las emergencias revolucionarias, como

toda revolución deben enfocarse en el pasado para restaurar la armonía y equilibrar lo perdido (Lugo & Rodríguez, 2018, p. 91).

Los conocimientos y prácticas utilizadas por los pueblos indígenas y agricultores de América Central, los Andes y los trópicos húmedos forman las raíces de la agroecología latinoamericana. En 1976 en Colombia, Ivan Zuluaga y Miguel Altieri brindaban el primer curso denominado Ecología agrícola. A principios de la década de los ochenta era una tendencia impulsada por las críticas de que la revolución verde no era buena para los agricultores y utilizaba técnicas agroquímicas que tenían un gran impacto en el medio ambiente (Altieri, 2015, p. 7).

La agroecología fue por la ONG en las décadas de 1980 y 1990, impulsadas por el Movimiento Agroecológico Latinoamericano y por el consorcio Latinoamericano para la Agroecología y Desarrollo que establecieron programas destinados a la investigación y capacitación de la conciencia de los técnicos y agricultores sobre los principios y prácticas agroecológicas (Altieri, 2015, p. 7).

2.3. Características de los agroecosistemas

Los agroecosistemas tienen diversos grados de resiliencia y estabilidad, pero no están directamente determinados por factores ambientales o biológicos. En los factores sociales como la caída de precios del mercado o cambios en el mercado pueden perturbar significativamente los sistemas agrícolas tanto como una sequía, explosiones de plagas o agotamiento de nutrientes en los suelos (Hecht, 1999, p. 18).

Los sistemas agrícolas difieren de los sistemas ecológicos naturales tanto en estructura como en función. Los agroecosistemas provienen de ecosistemas semi-domesticados ubicados en ecosistemas menos afectados por los humanos. Según Odum, citado por Sussana Hecht (1999, p. 19) describe cuatro características principales de los agroecosistemas:

1. Los agroecosistemas necesitan energía de otras fuentes como la humana, animal y combustible para que su productividad de organismos específicos se incremente.
2. La diversidad no es abundante como en otros ecosistemas.
3. Las especies de animales y plantas en estos ecosistemas son puestas artificialmente y no son naturales.
4. Los controles del sistema son principalmente externos en lugar de internos porque se imponen a través de la retroalimentación de los subsistemas.

2.4. Importancia de la agroecología

Debido al gran incremento de la población la producción de alimentos debe aumentar para lograr satisfacer a todas necesidades alimentarias para ello deben basarse en estrategias viables y la única que parece fiable es la agroecología (Gutiérrez, 2008, p. 59). La agroecología es una disciplina que interacciona y evoluciona con otras más ciencias como la ecología, agrícola, sociología, antropología, geografía, estudios campesinos, investigaciones sobre desarrollo rural, economía ecológica y ecología política, creando así un desarrollo rural sustentable, de allí el nacimiento de la agroecología que busca medios técnicos-sociales para que se dé un desarrollo en los sectores marginados de los países subdesarrollados y desarrollados. Todo esto para dar una base ecológica para el control del ecosistema con la utilización de métodos de producción sostenible tiene una alta adaptabilidad ambiental y social (Martínez, 2002, p. 29).

2.5. Principios de la agroecología

Como ya se mencionó la agroecología es una ciencia aplicada por lo cual tiene principios agroecológicos establecidos para hacer un diseño y manejo de agroecosistemas. Las prácticas que se den en el campo están asociadas a uno o más principios; la agroecología mantiene una combinación de diferentes prácticas lo cual lo hace más compleja (Nicholls, et. al. 2015, p.65).

Tabla 2-1: Principios agroecológicos para el diseño de sistemas agrícolas biodiversos, conservadores de recursos, eficientes energéticamente y resilientes (Altieri 1995; Gliessman, 1998).

-
1. Mejorar el reciclaje de biomasa, con el fin de optimizar la descomposición de la materia orgánica y el ciclo de nutrientes a través del tiempo.

 2. Fortalecer el “sistema inmunológico” de los sistemas agrícolas mediante el mejoramiento de la biodiversidad funcional (enemigos naturales, antagonistas, etc.), mediante la creación de hábitats adecuados.

 3. Proporcionar las condiciones del suelo más favorables para el crecimiento de las plantas, en particular mediante la adición de materia orgánica y el aumento de la actividad biológica del suelo.

 4. Minimizar las pérdidas de energía, agua, nutrientes y recursos genéticos mediante el mejoramiento, conservación y regeneración de los recursos suelo y agua y biodiversidad agrícola.

 5. Diversificación de especies y de recursos genéticos en el agroecosistema a través del tiempo, espacio y paisaje.
-

6. Aumentar las interacciones biológicas y sinergias entre los componentes de la diversidad biológica agrícola, promoviendo así los procesos y servicios claves.

Fuente: Nicholls, et. al. 2015, p.66.

Tabla 2-2: Contribución relativa de varias prácticas de manejo a uno o más principios agroecológicos.

Prácticas de manejo	Principios al que contribuyen*					
	1	2	3	4	5	6
Aplicación de compost	x		x			
Cultivos de cobertura y/o abonos verdes	x	x	x	x	x	x
Mulching	x		x	x		
Rotación de cultivos	x		x	x	x	
Uso de insecticidas microbianos y/o botánicos		x				
Uso de flores insectarias		x	x		x	x
Cercas vivas		x	x		x	x
Cultivos intercalados	x	x	x	x	x	x
Agroforestería	x	x	x	x	x	x
Integración animal	x		x	x	x	x

Fuente: Nicholls, et. al. 2015, p.66.

2.6. Clasificación de las prácticas agroecológicas

2.6.1. Abonos Orgánicos

Anteriormente cuando no existían los fertilizantes químicos en sus diversas presentaciones comerciales, la forma de retornar los nutrientes a los suelos después de las labores agrícolas era con abonos orgánicos; varios autores han mencionado que los abonos orgánicos ayudan a mitigar el desgaste del suelo provocado por el uso de fertilizantes químicos o el uso productivo del suelo. Según Corlay-Chee et al., citado en Arango (2017, p. 10) indica que los abonos orgánicos son de mucha importancia porque tienen una gran capacidad fertilizante para el suelo, además que son resultantes de los desechos animales y vegetales lo que ayuda a una recuperación del suelo, fijación de carbono y absorción de agua, y más.

2.6.2. Tipos de abonos orgánicos

2.6.2.1. Compost

El compostaje es proceso de transformación que se da manera aeróbica en la materia orgánica por agentes microbianos como son los hongos y bacterias, los factores físicos, químicos y biológicos intervienen con el motivo de acelerar el proceso de descomposición de la materia orgánica obteniendo así el humus (Bohórquez, 2019, p. 9).

2.6.2.2. Humus de lombriz

Este humus es el resultado de las deposiciones de las lombrices que se convierte en un abono de muy buena calidad por su gran potencial en las propiedades regeneradoras del suelo y su gran contenido en nutrientes, ya que contiene nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, que son elementos de mucha importancia para el desarrollo de la vida vegetal (Suquilanda, 2017, pp.126-127).

2.6.2.3. Biol

El biol es un abono de fuente orgánica resultado del proceso de una descomposición anaeróbica de los desechos orgánicos en su mayoría con estiércol de vaca. El biol se lo consigue cuando se realiza un proceso de obtención de biogás ya que al realizar una fermentación metanogénica de los desechos surge un líquido que sobresale lo que constituye al biol (Suquilanda, 2017, p. 184).

2.6.3. Rotación de cultivos

Es un proceso donde se cultivan diferentes especies vegetales en ciclos continuos dentro de un área de terreno con el fin de reducir riesgos de erosión del suelo, lograr mantener la fertilidad del suelo y evitar la presencia de plagas (Suquilanda, 2017, p. 280).

2.6.4. Abonos verdes

Los abonos verdes son especies de plantas leguminosas que se cultivan en asociación o solas para reintegrar los nutrientes al suelo y recuperar sus propiedades físicas, químicas, biológicas y nutricionales ya que es muy rico en nitrógeno y carbono. Entre las leguminosas a sembrar en los suelos está la vicia, lenteja negra, trébol forrajero, avena, etc. (Suquilanda, 2017, p. 203).

2.6.5. Cosecha de agua

La cosecha de agua trata de la recolección de agua de lluvia con la finalidad de hacer riego para los cultivos, frutales, maderables, pastos, para el consumo de animales y para usos domésticos (Munguambe, 2007; citado en Gómez Solis, 2016).

2.6.6. Asociación cultivos

La asociación de cultivos es una práctica que se basa en fomentar una mayor biodiversidad en un área de cultivo colocando diversas especies vegetales optimizando así los recursos naturales y ayudando contra las posibles plagas y enfermedades (Gómez & Zavaleta, 2001, p. 96).

2.6.7. Barreras vivas

Las barreras vivas es la implementación de especies vegetales que se colocan entre los cultivos ya sea de manera perpendicular a la pendiente, en curvas de nivel o también en hileras, todo con la finalidad de contrarrestar la escorrentía y que favorezca la infiltración del agua; evitando así una degradación del suelo (Cruz Fernández, 2005; citado en Garzón, 2017, p. 31).

2.6.8. Agroforestería

La agroforestería es una práctica que hace uso de la tierra en conjunto con especies vegetales como pueden ser las maderables, frutales, ornamentales que están mezclados con cultivos o incluso con animales. En otras palabras, la agroforestería es el espacio donde interactúan especies vegetales leñosas y no leñosas y, al contrario (Soriano, et al. 2018, p.72).

2.7. Suelo

El suelo es una capa o conjunto de capas de material mineral u orgánico formado en la superficie terrestre. Es capaz de contener en su espacio poroso líquidos, gases y organismos vivos que forman ecosistemas terrestres en donde se desarrollan especies vegetales y otros organismos, en donde proveen de nutrientes, oxígeno, agua y anclaje, además, se producen funciones ambientales y abastece de servicios ecosistémicos. Los suelos también son un sistema natural vivo que es dinámico, organizado y complejo donde se desarrollan procesos físicos, químicos y biológicos (Porta, 2019, p. 22).

2.8. Importancia del suelo

El suelo es un sistema abierto en donde se originan transformaciones en donde se relacionan microorganismos, raíces, agua, intercambio y descomposición, la importancia de los suelos son los servicios ambientales que aporta para que exista una sustentabilidad de los seres humanos y de otros seres vivos, por ende el suelo es el sostén de la vida humana y otra función importante de los suelos es que cumplen con la función de soporte y además de suministrar de nutrientes a las plantas (Cotler, 2007, p. 6).

2.9. Propiedades físicas del suelo

2.9.1. Textura

La textura del suelo es una propiedad que nos indica el grado de degradación y la capacidad de producir del mismo, además con la textura del suelo es posible identificar las partículas de arena, limo y arcilla que presenta un suelo mismo que se relacionan con otras propiedades como la densidad y la porosidad que influyen para que haya el movimiento y retención de agua y aire en el suelo (Camacho Tamayo, 2017, p. 6).

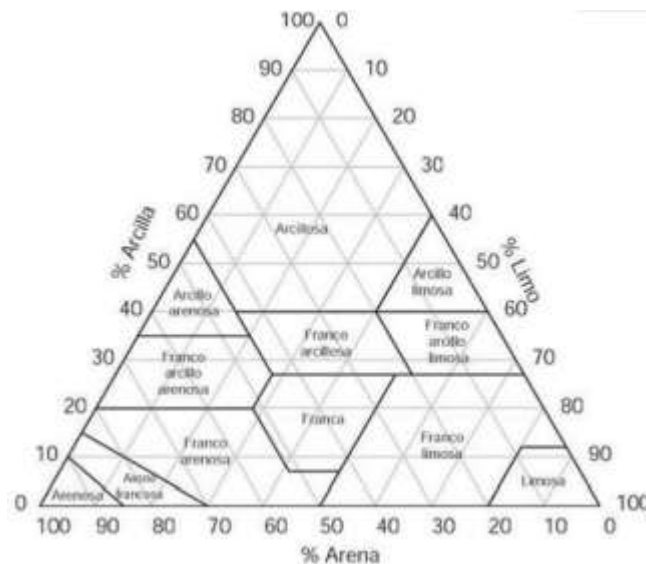


Ilustración 2-1: Diagrama textural de la USDA.

Fuente: Maldonado, 2016, p. 23.

2.9.1.1. Textura arcillosa

Son suelos que normalmente son complicados de laborar debido a que retienen gran cantidad de agua y nutrientes provocando encharcamientos, esto se da por la micro porosidad y un gran

intercambio catiónico. El suelo tiene una permeabilidad muy baja y la medida que presenta es menor a 0,002 (Maldonado, 2016, p. 19).

2.9.1.2. *Textura arenosa*

Opuesta a la textura arcillosa debido a que son suelos ligeros por su aireación y el gran tamaño de sus partículas. La materia orgánica acumulada en este tipo de suelo es muy poca y miden de 2 mm a 0,05 mm las partículas (Maldonado, 2016, p. 19).

2.9.1.3. *Textura limosa*

Es un suelo que no tiene propiedades coloidales formadores de estructuras, donde no hay buena aireación y circulación del agua. Tiene una medida de 0,05 a 0,002 mm (Maldonado, 2016, p. 19).

2.9.1.4. *Textura franca*

Es un suelo que se caracteriza por el equilibrio entre las tres estructuras de suelo arcillosa, arenosa y limosa dando suelos aptos para una buena producción (Maldonado, 2016, p. 19).

2.9.2. *Estructura*

Hace referencia a la agregación de las partículas del suelo en donde se forman agregados y se combinan entre sí, dependiendo de la estructura del suelo las raíces de las plantas pueden penetrar y desarrollarse adecuadamente, además de eso depende que exista una mejor aireación y circulación del agua (Suquilanda, 2017, p. 31).

2.9.3. *Color*

Es un indicador que ayuda a determinar la composición del suelo. Un color blanquecino indica la presencia de arena, caliza o yeso, mientras que un color más oscuro indica MO y óxido de hierro. El verde grisáceo indica falta de drenaje, mientras que el marrón Un color rojizo indica suficiente permeabilidad (Suquilanda, 2017, p. 31).

2.9.4. *Porosidad*

El aire y el agua deben ocupar el 50% del espacio que constituye la porosidad del suelo, y los niveles de humedad son óptimos cuando el volumen ocupado por el agua es igual al volumen

del aire. La fracción sólida de las partículas finas del suelo (partículas menores de 2 mm) se compone de 95 a 98 % de minerales y de 1 a 3 % de M.O. (Suquilanda, 2017, p. 28).

2.9.5. Densidad Aparente

El suelo, como cualquier cuerpo poroso, tiene dos densidades. Densidad verdadera que es la densidad media de sus partículas sólidas y densidad aparente que es el que teniendo en cuenta el volumen de los poros. La densidad de la matriz representa la porosidad total y es importante para el manejo del suelo, ya que refleja la compactación y la fácil circulación del agua y el aire. También es necesario convertir muchos resultados de análisis de laboratorio a valores de porcentaje en volumen en el campo (Suquilanda, 2017, p. 31).

2.9.6. Profundidad

Existe una fuerte correlación entre la profundidad y la respuesta del cultivo dependiendo de la cantidad de suelo explorado por las raíces. Cuando el suelo es profundo la penetración de las raíces a más de 50 cm de profundidad no es difícil para cultivos como el maíz y el frijol. Durante el enraizamiento, el suelo es poco profundo. Digamos que los cultivos tienen problemas para penetrar más allá de los 50 cm (Suquilanda, 2017, p. 31).

2.10. Propiedades químicas del suelo

2.10.1. pH del suelo

El pH del suelo es un factor que muestra el grado de concentración de iones de hidrógeno en una disolución en donde se mide la acidez o alcalinidad del suelo. Para medir la acidez o alcalinidad se hace uso de una escala que va de 0 a 14 (Rivera, et al., 2018, p. 102).

Tabla 1-3: Clasificación de los suelos según el nivel de pH.

NIVELES DE ACIDEZ DE LOS SUELOS	
Extremamente ácido	<4,5
Fuertemente ácido	4,5 -5,5
Medianamente ácido	5,6-6
Ligeramente ácido	6,1-6,1
Neutro	6,6-7,3
Medianamente básico	7,4-7,8

Básico	7,9-8,4
Ligeramente alcalino	7,9-8,4
Alcalino	9,1-10
Fuertemente alcalino	>10 ¹

Fuente: Rivera, et al., 2018, p. 102.

2.10.2. Capacidad de intercambio catiónico

La capacidad de intercambio catiónico determina los sitios de carga en la arcilla, incluida la carga permanente y la carga dependiente del pH. Los sitios de intercambios se caracterizan porque retienen los cationes por fuerzas electrostáticas. La capacidad de intercambio catiónico representa un indicador indirecto de la capacidad amortiguadora del suelo y depende de la cantidad y el tipo de arcilla. Los métodos de estimación de CIC se dividen en: CIC en la suma de cationes intercambiables, CIC en el pH del suelo, CIC a pH amortiguado y CIC en el punto de carga cero, todos los cuales se fundamentan en la saturación del suelo con consumo exponencial de cationes (Pérez Rosales, 2017, p. 172).

2.10.3. Macro y micro nutrientes

Los macronutrientes son bioelementos de vital importancia para las plantas, mismas que las absorben del suelo en formas inorgánicas y dichos elementos son el Nitrógeno, Azufre, Fosforo, Potasio, Calcio y Magnesio, también los obtienen del aire o el agua como es el Carbono, Hidrógeno y Oxígeno. Se los llama como macro porque en los tejidos vegetales se los encuentra en grande cantidades. Entre los macronutrientes primarios está el N, P, K y los macronutrientes secundarios son el Ca, Mg, S (Porta, 2019, p. 257).

Los micronutrientes de igual manera que los macronutrientes son bioelementos esenciales en el desarrollo de las plantas pero en pequeñas cantidades. Entre los micronutrientes tenemos los elementos de Hierro, Manganeso, Cobre, Zinc, Boro, Molibdeno, Cloro que en las plantas están en las moléculas enzimáticas por ello su baja cantidad (Porta, 2019, p. 257).

2.11. Prácticas de conservación de suelo

2.11.1. Cortinas rompevientos

Las cortinas rompevientos son una práctica que se basa en la utilización de especies vegetales en plantaciones de árboles y arbustos en líneas simples o múltiples, con la finalidad de cambiar

la corriente del aire y el microclima en un área determinada como por ejemplo un cultivo. La implementación de esta práctica es de mucha importancia para el cuidado del ambiente, ya que protege los suelos, ayuda a mantener la humedad en los suelos, salvaguardar las plantas, animales y mejorar el microclima edáfico (Oberschelp, 2020, p. 1).

2.11.2. Cultivos de cobertura

Los cultivos de cobertura son una práctica agronómica ya que al realizarse tienen una doble finalidad al aportar C, además de aumentar el beneficio de los suelos y esto ayuda a plantas como el maíz, ya que los cultivos de cobertura se los implementa entre dos cultivos de cosecha, pero no son incorporados al suelo como en el caso de los abonos verdes, tampoco son pastoreados ni cosechados. Los residuos restantes se los deja en la superficie para que desprendan nutrientes contenidos en la biomasa (Ruffo & Parsons, 2004, p. 13).

2.11.3. Construcción de terrazas

Las terrazas son construcciones hechas en pendientes con la finalidad de que intercepte el agua que se escurre por el suelo, con la finalidad de evitar una erosión paulatina y deslizamientos de suelo y con esta práctica agroecológica fortalece la infiltración del agua (Gutierrez, 2018, p. 4).

2.11.4. Barrera de piedras

Las barreras de piedras se los construyen con la finalidad que se reduzca la velocidad con la que baja el agua de escorrentía además de que se queden sedimentos y no se pierdan; la barrera está construida con materiales de materia muerta colocados de manera transversal a la pendiente (Suquilanda, 2017, p. 289).

2.11.5. Labranza reducida

Este sistema de labranza se basa en disminuir la cantidad de pases de maquinarias por un terreno para evitar compactación del suelo, esta labranza es considerada de conservación de suelos porque la siguiente plantación se lo hace sobre los restos del cultivo anterior lo que ayuda a que haya una mayor humedad en el suelo, a que se mantenga su estructura, que se evite la erosión y que tenga una mayor productividad (Gómez Torres, 2019, p.24).

2.11.6. Construcción de zanjas

Las zanjas son canales angostos contruidos en la pendiente de manera transversal teniendo en cuenta las curvas de nivel, se lo realiza en intervalos para ir captando el agua y luego distribuirlas por otros canales de manera segura, la construcción de las zanjas es para controlar las aguas de escorrentía impidiendo su recorrido ladero abajo para así evitar la erosión del suelo (Suquilanda, 2017, p. 285).

2.12. Recuperación de la estructura del suelo

La degradación del suelo hace referencia a la pérdida de la productividad del suelo provocado por las características físicas, químicas y/o biológicas que fueron deterioradas, lo que afecta el potencial del suelo para producir alimento para los humanos (Molina & Lozano, 2016, p. 118).

La FAO considera que la degradación del suelo en un proceso que reduce la capacidad actual y potencial de un suelo para producir, tanto cualitativamente como cuantitativamente bienes y servicios. La degradación aparece por el mal uso del suelo generado por la agricultura y toda actividad humana, como es el uso de productos químicos y mal uso del agua en los cultivos (Delgado, 2017, p. 78).

Para prevenir una degradación del suelo se debe tener en cuenta prácticas sostenibles como es la siembra directa que se refiere a la plantación de un cultivo sin hacer una preparación del suelo con maquinarias o sembrarlo sobre los residuos del cultivo anterior, evitando así remover el suelo para mantener rastrojos que mantengan húmedo el suelo; agricultura forestal o agroforestería, con este método se hacen cultivos mixtos con el uso de tierra y árboles maderables, agrícolas con la finalidad de que los árboles plantados imiten un bosque para evitar la corriente de vientos que pueden ir deteriorando el suelo y para favorecer la diversificación de la producción (Molina & Lozano, 2016, p. 120).

Cuando un suelo se expone a una degradación son por los problemas de desertificación del suelo; este problema se refiere a la reducción de la capacidad productiva del suelo de un área, es decir, que el suelo ha perdido su fertilidad y por ello para poder recuperar el terreno es necesario la aplicación de materia orgánica como pueden los residuos agrícolas y ganaderos que pueden aportar al suelo las propiedades químicas que ayuden a su recuperación (Molina & Lozano, 2016, p. 121).

2.13. Actividad microbiana

La actividad microbiana es un gran indicador de la fertilidad de los suelos y de una excelente nutrición para las plantas. Los microorganismos del suelo son los que descomponen la materia orgánica la cual se incorpora al suelo como humus y también almacenan C, N y P. Hay organismos que pueden formar asociaciones con las plantas como es el caso de una simbiosis mutualista que logran fijar el nitrógeno atmosférico y el caso de las micorrizas arbusculares que se establecen en las raíces de las plantas formando micelios lo que ayuda en el aprovechamiento del agua y nutrientes. Los microorganismos también ayudan en el reciclaje de nutrientes, optimar la nutrición en las plantas y reducir las aplicaciones de fertilizantes químicos (Álvarez & Anzueto, 2004, p. 14).

La actividad microbiana depende de las características que presente el suelo tanto químicas o físicas, por la composición de la materia orgánica y también depende de la comunidad microbiana. Todo esto cambiar dependiendo por los usos que se le dé a la tierra y la capacidad productiva del suelo (Álvarez & Anzueto, 2004, p. 14).

2.14. Propiedades biológicas

En los suelos la vida y la parte biológica es muy compleja y dinámica en donde la meso y microbiota cumplen la función de fragmentar, transformar y translocación de los materiales orgánicos que están en el suelo, además contribuyen con biomasa al suelo y ayudan a optimizar las propiedades físicas del suelo. En el suelo se pueden encontrar organismos como los colémbolos y ácaros que facilitan la transformación de hojarasca y favorecen en la trituración per en pequeña escala. En macrofauna es posible mencionar a las termitas y lombrices que ayudan en el mejoramiento del suelo debido a que forman estructuras agregadas y al construir sus túneles favorecen a la porosidad; por otro lado las cochinillas, milpiés y larvas de igual manera son trituradoras de hojarasca (Calderón Medina, et al., 2018, p. 143).

CAPÍTULO III

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Características del lugar

3.1.1. Localización

La presente investigación se llevó a cabo en la Estación Experimental Tunshi de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ubicada al suroeste del Cantón Riobamba en la Parroquia Licto.

3.1.2. Ubicación geográfica

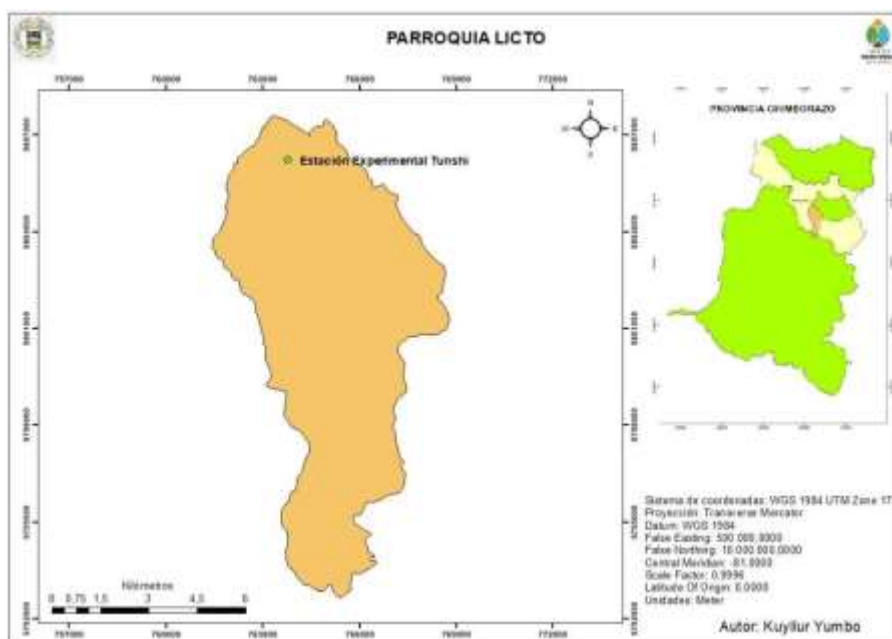


Ilustración 3-1: Ubicación geográfica.

Realizado por: Yumbo K., 2022.

Latitud: 1° 45' 00, 36" S

Longitud: 78° 37' 41, 63" O

Altitud: 2725 m. s. n. m.

3.1.3. Identificación de la zona de estudio



Ilustración 1-2: Zonas de estudio.

Realizado por: Yumbo K., 2022.

3.2. Enfoque de investigación

Esta investigación se desarrolló de forma cuali-cuantitativa, debido a que se obtuvieron resultados en forma descriptiva como las palabras y discurso de personas, por ello se hizo una entrevista a personas claves donde se expresaron y se consiguió información. También se da la observación donde se describió toda la situación del lugar de estudio. La investigación cualitativa ayuda a entender la profundidad de un fenómeno partiendo de los actores sociales (Urbina, 2020, p. 1).

3.3. Nivel de investigación

La investigación es de carácter exploratoria-descriptiva debido a que el tema estudiado se basa en explorar información para dar descripciones de la observación e investigaciones, ya que los estudios exploratorios se los realiza cuando el objetivo es examinar más a fondo un tema que no ha sido estudiado antes o que no cuente con suficiente información (Zafra, 2006, p. 13). Además, como dice R. Gay (1996) citado por Esteban Nieto (2018, p. 2) la investigación descriptiva se basa

en recolectar datos con la finalidad de probar una hipótesis o dar respuesta a un objeto de estudio.

3.4. Tipo de estudio

3.4.1. Documental

La presente investigación se realizó de forma documental, ya que se recolectó y seleccionó información de materiales de lecturas, documentos, sitios web, revistas, libros, tesis, periódicos, artículos científicos con la finalidad de obtener información relacionada al tema de investigación para tener una base con datos existentes para poder evaluar o analizar en lo que se está trabajando. Además, la revisión bibliográfica abarca el conocimiento científico necesario sobre el tema de interés (Ruiz & Carmona, 2020, p. 1).

Con la información obtenida se derivó a la salida de campo donde se observó de manera directa y se hizo el levantamiento de información para conocer cuáles son las prácticas agroecológicas que se ejecutan en el Centro de Bioconocimiento y las actividades que realizan en el cultivo de tunas, con la finalidad de identificar cual es la diferencia entre un espacio donde se hace prácticas agroecológicas y donde no se hacen dichas prácticas.

3.4.2. De campo

La investigación de campo se refiere a que como investigador se dirigió al lugar donde se efectuaron y ocurrieron los fenómenos que fueron parte del estudio para recopilar información primaria para el propósito establecido, se basó en un método cualitativo de recolección de los datos donde se observó e interactuó con el entorno natural (Grajales, 2000, p. 2).

En este caso, la investigación fue de campo para obtener la información necesaria, en la cual se visitó la zona de Centro de Bioconocimiento y el cultivo de Tunas ubicados en la Estación Experimental Tunshi, donde se observó y analizó las prácticas agroecológicas y de manejo que se realizan, además, para los análisis físicos se trabajó en cada zona elaborando calicatas, se obtuvo datos de compactación y la prueba de infiltración para determinar la calidad del suelo.

3.5. Diseño de la investigación

3.5.1. Según la manipulación o no de la variable independiente

La investigación se basó en un estudio no experimental debido a que no manipula las variables, lo quiere decir es que no se varía las variables independientes. El investigador solo debe observar los fenómenos tal como se presenten en su entorno natural para así poder analizarlos y realizar una descripción (Hernández, 2016, p. 245).

Cuando se realizó la investigación no se hizo una intervención de manera directa con la finalidad de no alterar las variables, ya que la información obtenida se debe basar en la observación de las zonas de estudios para analizar las prácticas agroecológicas.

3.5.2. Según las intervenciones en el trabajo en campo

3.5.2.1. Transversal

Se usó el método transversal porque es un estudio de observación que se caracteriza por la no intervención del investigador en el sitio de evaluación. Este tipo de diseño es descriptivo y analítico, en donde, se alzó una evaluación del momento y el tiempo en base al problema (Vega, et al. 2021, p. 180).

Cabe mencionar que esta investigación se basó en el análisis de las prácticas agroecológicas que se realizan en las dos zonas de investigación donde se hizo un levantamiento de información de acuerdo a la observación directa y la aplicación de entrevistas a los actores claves.

3.6. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.6.1. Técnicas

- **Para la ejecución del primer objetivo**, Identificar y caracterizar las prácticas de manejo de dos agroecosistemas se realizó la siguiente metodología:

Selección de los dos agroecosistemas

Para seleccionar los dos agroecosistemas se tomó en consideración un espacio donde se tenga un cultivo en la cual no se realicen prácticas de conservación y para el otro agroecosistema se

optó por un terreno donde se aplique la agroecología, esto con el objetivo de evidenciar la diferencia entre un espacio que realiza prácticas agroecológicas con otra que no para establecer las diferencias y los beneficios en el suelo.

Entrevistas semiestructuradas

Las entrevistas semiestructuradas mantuvieron preguntas fijas en donde los entrevistados respondieron de una manera libre, además, se pudo mantener una interacción dando lugar a un espacio más dinámico, flexible y abierto que dió confianza al entrevistado para que responda las preguntas (Lopezosa, 2020, p. 89).

Para realizar las entrevistas se seleccionó a personas involucradas en las zonas de estudio como son docentes y estudiantes que participan en la labores de campo con el objetivo de conocer cuáles son las prácticas agroecológicas que se realizan en la zona 1 de estudio que es el Centro de Bioconocimiento (CBio) y en la zona 2 que es el cultivo de Tunas para conocer que prácticas aplican ahí y con la información obtenida se realizó una lista de las prácticas que fueron mencionadas por los docentes y estudiantes, cual es método de riego, como realizan la fertilización y de conocer la importancia de su aplicación, finalmente se hizo una categorización con los principios dados por Altieri.



Ilustración 3-3: Entrevista al encargado de cultivo Tunas.

Fuente: Yumbo K., 2023.

Visitas InSitu

La metodología de visitas InSitu ayudó a recolectar información por medio de la observación directa en las zonas estudiadas, con el propósito de observar las prácticas agroecológicas que se realizan en dichos lugares para hacer una caracterización de las mismas.

- **Para la ejecución del segundo objetivo:** Analizar las características físicas, químicas y biológicas de dos agroecosistemas se realizó la siguiente metodología:

Calicatas

Se realizaron dos calicatas por cada zona de estudio de 1 a 1,5 m de profundidad con medidas de 1 m de ancho por 1 m de largo con ayuda de la barra y palas para cavar el agujero, el objetivo fue identificar los procesos de formación del suelo como las características que hacen que los cultivos no tengan una buena productividad. (Mendoza y Espinoza, 2017, p. 34) Además, se observó los horizontes o perfiles de suelo que se los representó con letras mayúsculas O, A, B, C y se tomó la medida de cada una (Ullivarri & Corbella, 2017, p. 1).



Ilustración 3-4: Realización de calicatas.

Fuente: Yumbo K., 2023.

Pruebas de compactación

Se realizó las pruebas de compactación por medio del penetrómetro que según Usón, Boixadera, Bosch y Enrique (2010) citado por Toledo y Millán (2016, p. 485) mencionan que registra lecturas de medidas dependiendo de la profundidad que llegue en el suelo por medio de una punta cónica y ángulo de punta estandarizada, los resultados son las resistencias de cada

profundidad en donde los datos son expresados en KPa ó MPa. Se recolectó 15 datos con el método de zigzag de 25 a 30 pasos desde el punto de muestreo en cada zona estudiada (Mendoza y Espinoza, 2017, p.19) Con la finalidad de identificar la resistencia del suelo y la pérdida del volumen de la masa del suelo en un espacio, efecto fuerzas externas que se da sobre él; por consecuente se produce una disminución en los rendimientos agrícolas y una mayor mano de obra y labores que hacer en el suelo (González, et al, 2009, p. 60).



Ilustración 3-5: Toma de datos de compactación.

Fuente: Yumbo K., 2023.

Toma y remisión de muestras de suelo para el análisis químico

Para analizar la influencia de las prácticas agroecológicas fue necesario hacer un análisis del suelo, debido a ello, se hizo la extracción de varias muestras simples de cada zona de estudio para conformar una muestra compuesta, las muestras fueron adquiridas a una profundidad de 20-30cm de profundidad. Para la recolección de muestras se lo hizo en zigzag dando de 25 a 35 pasos de cada punto de extracción (Mendoza y Espinoza, 2017, p.19). Para la obtención de la muestra de suelo se lo efectuó mediante el barreno que hace agujeros cilíndricos por medio de un tornillo helicoidal rotatorio (AGROCALIDAD, 2018, p.4).

Con las muestras obtenidas y colocadas en fundas plásticas con sus respectivas etiquetas se los llevó a un laboratorio para su análisis en donde se analizaron los siguientes parámetros: Potencial hidrógeno (pH), Textura, Conductividad eléctrica, Macronutrientes, Micronutrientes, Contenido de materia orgánica.



Ilustración 3-6: Toma de muestras de suelo.

Fuente: Yumbo K., 2023.

Tabla 2-1: Interpretación de análisis de suelos.

	Niveles			
	Bajo	Medio	Óptimo	Alto
pH (en H ₂ O)	<5	5-6	6-7	>7
Materia orgánica %	<2	2-5	5-10	>10
Fertilidad actual (cmol(+)/L suelo)				
Ca	<4	4-6	6-15	>15
Mg	<1	1-3	3-6	>6
K	<0,2	0,2-0,5	0,5-0,8	>0,8
Acidez		<0,3-1	<0,3	>1
P y elementos menores (mg/l suelo)				
P	<12	12-20	20-50	>50
Zn	<2	2-3	3-10	>10
Mn	<	5-10	10-50	>50
Cu	<0,5	0,5-1	1-20	>20
Fe	<5	5-10	10-50	>50
Relaciones catiónicas	Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	(CA+Mg)/K
	2-5	5-25	2,5-15	10-40

Fuente: Molina y Meléndez 2002 citado por (Elizondo, 2019, p. 13)

- **Para la ejecución del tercer objetivo:** Evaluar la calidad de suelos de los dos agroecosistemas mediante indicadores agroambientales se realizó la siguiente metodología:

Se hizo la evaluación de la calidad del suelo mediante el análisis de los indicadores de fertilidad del suelo, infiltración, materia orgánica, y pH para observar el estado de las zonas de estudio, para fines de cuantificación se validó en una escala de 1 a 5, donde 1 indica un nivel bajo de sostenibilidad y 5 muestra un nivel alto.

Fertilidad del suelo

Se realizó una categorización de los índices de disponibilidad de nutrientes, en donde se encuentran valores adecuados para cada elemento que se encuentra en el suelo, también hay la categoría MUY ALTA que es interpretado como un nivel que puede causar desequilibrio nutricional, toxicidad o contaminación ambiental. Por debajo del rango definido como adecuado indica una deficiencia de nutrientes (Osorio, 2014; citado en Peláez Carmona, 2017, p. 90).

Se realizó la evaluación de la fertilidad mediante los análisis químicos efectuados, para ello se hizo uso de la tabla dada por Nelson Osorio (2014) citado en Peláez Carmona (2017, p. 90) de rangos adecuados de los elementos químicos del suelo, donde se determinó cuales elementos están dentro del rango adecuado para la fertilidad del suelo y se evaluó los elementos químicos del CBio y del cultivo de tunas.

Tabla 3-2: Elementos y rangos adecuados para interpretación de análisis de fertilidad de suelo.

Elementos	Rangos adecuados	Muy alta	Unidades
CICE	0,5-10,0 suelos arenosos	-	
Al	≤ 0,5*	>2	
Ca	3,0-6,0	>9	
Mg	1,5-2,5	>3	cmolc kg-1
K	0,2-0,4*	>0,5	
P	15,0-30,0	>45	
S	12,0-15,0*	>15	
Fe	25,0-50,0	>100	
Mn	5,0-10,0	>20	
Cu	3,0-5,0*	>5	mg kg-1
Zn	3,0-5,0*	>10	

B	0,5-1,0	>1,5
N-NO ₃	20,0-40,0*	-
N-NH ₄	10,0-20,0*	-

Fuente: Nelson Walter Osorio Vega, 2014; citado en Peláez Carmona, 2017, p. 90

Infiltración del agua

Para evaluar la permeabilidad se realizó el ensayo de Porchet, que consiste en cavar un pozo poco profundo de profundidad y bordes conocidos, luego llenarlo con agua hasta cierta altura h y registrar la caída de agua en ciertos intervalos de tiempo fijos con una duración de 2 horas (Sepúl Veda, 2020, p. 20).

El proceso que se ejecutó para la recolección de datos:

1. Se midió el cuadrado aprox. 30x30 cm en planta y determinar su perímetro con una espátula.
2. Se aflojó la primera capa de tierra y se retiró el material vegetal del suelo.
3. Se usó picos y palas para cavar el área a una profundidad de 50 cm o más.
4. Se retiró todo el material suelto con una pala de mango corto y verifique que la profundidad de excavación y los lados sean satisfactorios.
5. Al terminar la excavación, se agregó agua hasta el nivel determinado en la zona superior y se comienza a medir con un cronómetro para registrar la pérdida de agua en el tiempo.
6. Se generó un intervalo de tiempo de mediciones para el descenso del agua.

Tabla 3-3: Hoja para tomar datos de campo.

Minutos	Enrase	Lectura	Tiempo acumulado	Lamina de infiltración

Realizado por: Yumbo K., 2023.

Para tabular los datos se usó el método de Kostiakov

Kostiakov en 1932 propuso la siguiente ecuación empírica para estimar la tasa de infiltración y la infiltración acumulada (Weber & Apestegui, 2016, p. 120-121):

$$F = cnt^{n-1}$$

F: capacidad de infiltración

t: tiempo en minutos, transcurrido desde el comienzo

c,n: coeficientes

La tasa de infiltración depende del tipo de suelo, contenido de agua, estructura o grado de agregación, textura o porcentaje de arena, limo, arcilla. Los suelos arenosos a menudo experimentan una rápida infiltración, y la labranza también es un factor, pero esto a su vez altera los agregados del suelo y altera su estructura (Peláez Carmona, 2017, p. 96).

Para evaluar la velocidad de infiltración se lo hizo mediante la siguiente tabla:

Tabla 3-4: Clasificación e interpretación de la velocidad de infiltración.

Clase	Denominación	Rango (mm/h)	Interpretación
1	Muy lenta	< 1	Adecuado para el cultivo de arroz. Con el fangueo se debe conseguir una capa impermeable con una infiltración inferior a 0,2 mm/h. Riesgo de erosión elevado en laderas.
2	Lenta	1 a 5	Riesgo de erosión importante. Se pierde una parte considerable del agua de riego. Puede haber falta de aireación para las raíces en condiciones de exceso de humedad.
3	Moderadamente lenta	5 a 20	Óptima para riego de superficie.
4	Moderada	20 a 60	Adecuado para riego de superficie
5	Moderadamente rápida	60 a 125	Demasiado rápida para riego de superficie, provoca pérdidas de nutrientes por lavado. Baja eficiencia del riego de superficie. Se requiere riego localizado o por aspersión.

6	Rápida	125 a 250	Marginal para riego de superficie. Se requiere riego localizado o por aspersión.
7	Muy rápida	> 250	Excesiva para riego de superficie. Se requiere riego localizado o riego por aspersión.

Fuente: Landon, 1984; citado en Tracasa –Nipsa, 2014, p. 14.

pH y materia orgánica

La materia orgánica del suelo (MO) es un componente importante de la biosfera asociado con funciones ecológicas esenciales. Entre otras cosas, suministran nutrientes a los cultivos, mantienen la calidad del agua, almacenan carbono (C) y reducen las emisiones de gases de efecto invernadero. La M.O. sin duda juega un papel crucial en la definición de la calidad del suelo. Su contribución a las diversas funciones en las que participa depende de su número y estructura (Quiroga. et al., 2017, p. 3).

Se realizó las evaluaciones del pH y de la materia orgánica con ayuda de la tabla 3-5 de las clases de calidad del suelo y la tabla 3-6 de los Atributos usados como indicadores de calidad de suelos agrícolas y degradados. Además, se hizo el cálculo del valor normalizado de los indicadores (Cantú et al., 2007; citado en Estrada Herrera et al. 2017, 819):

$$V_n = (I_m - I_{\min}) / (I_{\max} - I_{\min})$$

Dónde:

V_n : valor normalizado del indicador.

I_m: medida experimental del atributo considerado como indicador.

I_{min}: valor mínimo del atributo considerado como indicador.

I_{max}: valor máximo del atributo considerado como indicador.

Los indicadores fueron normalizados dándoles valores de 1 a 0, en donde el 1 constituye la mejor condición del indicador (I_{max} =1) y 0 representa el peor estado (I_{min} = 0), en este caso se aumentó dos categorías, una mayor que 1 y la otra menor que cero debido al rango de los valores (Cantú et al., 2007; citado en Estrada Herrera et al. 2017, p. 819).

Tabla 3-5: Clases de calidad de suelos.

Clases de calidad	Escala
Exceso	1,00 – 1,30
Muy alta calidad	0,80 – 1,00
Alta calidad	0,60 – 0,79
Moderada calidad	0,40 – 0,59
Baja calidad	0,20 – 0,39
Muy baja calidad	0 – 0,19
Déficit	-1,0 – 0

Fuente: Cantú et al., 2007; citado en Estrada Herrera et al. 2017, p. 819.

Tabla 3-6: Atributos usados como indicadores de calidad de suelos agrícolas y degradados.

Indicador	Valor máximo I _{max}	Valor mínimo I _{min}
pH	7,5	5,0
Materia orgánica (MO)	6,0	2,0

Fuente: Estrada Herrera et al. 2017, p. 819.

En la tabla 3-6 se muestran los valores máximos y mínimos del pH y materia orgánica con los que se evaluó y se determinó la clase de calidad.

También, para evaluar el pH presente en un suelo e identificar si es neutro, ácido o alcalino se elaboró la tabla 3-7 con información obtenida de la USDA donde se muestran los rangos de pH y sus afectaciones en las plantas.

Tabla 3-7: Tipos de suelo según los valores de pH obtenidos.

pH del suelo	Tipo	Observaciones
Menor de 5,5	Muy ácido	Dificultad de desarrollo de la mayoría de los cultivos, dificultad de retención de muchos nutrientes.
5,5 – 6,5	Ácido	Dificultad de desarrollo de algunos cultivos, dificultad de retención de nutrientes.
6,5 – 7,5	Neutro o cercano a la neutralidad	Óptimo para el desarrollo de los cultivos
7,5 – 8,5	Básico	Cierta dificultad para el desarrollo de cultivos exigentes.
Mayor de 8,5	Muy básico	Dificultad de desarrollo de la mayoría de los cultivos, posible aparición de clorosis férrica.

Fuente: Soriano Soto, 2018, pp. 5-6.

3.7. Materiales y Equipo

3.7.1. *De escritorio*

Computadora, Impresora, Celular, Lápices, Esferos, Borrador, Marcadores.

3.7.2. *De campo*

Fundas plásticas impermeables, Libreta de campo, Recipiente o balde, Piola, Estacas de madera, Tabla de Munshell, Azadones, Palas, Barreno, Barra, Penetró metro, Flexómetro.

CAPÍTULO IV

4. MARCO DE RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Identificar y caracterizar las prácticas de manejo de dos agroecosistemas.

4.1.1. Descripción de las zonas de estudio en la Estación Experimental Tunshi.

4.1.1.1. Prácticas agroecológicas del Centro de Bioconocimiento.



Ilustración 4-1: Centro de Bioconocimiento.

Fuente: Yumbo K., 2023.

El Centro de Bioconocimiento está ubicada en la Estación Experimental Tunshi en las coordenadas $1^{\circ}45'00.3''S$ $78^{\circ}37'40.1''W$, la zona 1 de estudio es un espacio donde se realizan diferentes prácticas agroecológicas.

La zona 1 de estudio es un espacio en el que se aplican prácticas agroecológicas con la finalidad de evitar la erosión del suelo y aumentar la fertilidad del mismo, el CBio es un lugar de intercambio de saberes en el que hay agroecosistemas que funcionan de la mano con la intervención de los seres humanos con la finalidad de producir productos o servicios. Se tiene cultivos hortícolas, plantas frutales, siembra de abonos verdes, un espacio donde se realizan abonos orgánicos como el biol y compost, tienen sistemas agroforestales y una pequeña zona con especies forestales con plantas nativas con el propósito de evitar que el suelo quede desnudo y pierda sus propiedades físicas y químicas originando un proceso de erosión.

Prácticas Agroecológicas

Tabla 4-1: Prácticas agroecológicas del Centro de Bioconocimiento.

Asociación de cultivos	
Prácticas agroecológicas	Rotación de cultivos
	Cosecha de agua
	Policultivos
	Mulching
	Labranza mínima
	Abonos verdes
	Agroforestería
	Cercas vivas
	Cortina rompevientos
	Biol
Abonos orgánicos	Compost
	Lombricultura - humus
Riego	Riego por goteo
	Riego por aspersión

Realizado por: Yumbo K., 2023.

Como se observa en la tabla 4-1, las prácticas agroecológicas que se realiza en el CBio son la asociación de cultivos, rotación de cultivos, cosecha de agua, policultivos, mulching, labranza mínima, cercas vivas, cortina rompevientos, abonos verdes, biol, compost, lombricultura-humus. Para regar a los cultivos se lo hace mediante riego por goteo y aspersión. A continuación se describen cada una de ella:

Asociación de cultivos

En el CBio se realiza la asociación de cultivos con plantas de col, lechugas, cebollas, rábanos, acelgas, nabos, brócoli, plantas medicinales como la menta, orégano, romero, etc. Los estudiantes que realizan prácticas allí mencionan que el objetivo de asociar los cultivos es para que no exista presencia de insectos dañinos en las plantas y que no se produzcan enfermedades, además de aprovechar mejor los nutrientes del suelo.



Ilustración 4-2: Asociación de cultivos.

Fuente: Yumbo K., 2023.

Rotación de cultivos

En el CBio se siembra rotando los cultivos para no sembrar el mismo cultivo en un espacio de terreno provocando un monocultivo, por lo que en las parcela se siembran maíz, frejol, habas, avena y vicia para no cansar al suelo y para fertilizar los cultivos se usan abonos orgánicos elaborados ahí mismo.

Cosecha de agua

La cosecha de agua es una actividad que implica captar el agua que se precipita para luego aprovecharla para el riego en sembríos; en el Centro de Bioconocimiento hay 3 tanques azules de captación de agua, debido que en ocasiones no se cuenta con agua para realizar el riego en los huertos, en los abonos verdes, cultivos que tienen sembrado.



Ilustración 4-3: Cosecha de agua.

Fuente: Yumbo K., 2023.

Policultivos

En el Centro de Bioconocimiento mantienen una diversidad de especies vegetales que van desde plantas hortícolas a forestales que se encuentran divididos en varias zonas, donde hay un espacio en el que están sembrados especies hortícolas como lechugas, acelga, cebollas, nabos, col, girasoles y más, otra área de frutas como fresas y también parcelas en el que tienen sembrados avena y vicia que son los abonos verdes, otros sitio de plantas medicinales como menta, orégano, tomillo, romero, etc, un lugar donde hay alfalfa y otro espacio con especies forestales nativas como es el caso del árbol de papel.



Ilustración 4-4: Policultivos.

Fuente: Yumbo K., 2023.

Mulching

Esta práctica se realiza con los restos de vegetales secos de cultivos ya cosechados en el Centro de Bioconocimiento, los cuales son colocados en árboles frutales o en las cercas vivas con la finalidad de tener el suelo húmedo y evitar la aparición de hierbas.



Ilustración 4-5: Mulching.

Fuente: Yumbo K., 2023.

Labranza mínima

En el CBio se realiza una labranza mínima con la finalidad de no dañar la capa superficial del suelo, el uso de la maquinaria es para incorporar los abonos verdes que han sido cortados para que el suelo mejore sus condiciones y también se lo usa para prepararlo para una siembra con ayuda del motocultor.

Agroforestería

Cercas vivas

Las cercas vivas están ubicadas entre cada parcela de terreno, las especies que están sembradas son frutales como manzanas, claudias y duraznos con la finalidad de reducir la erosión eólica del suelo ya que viento arrastra las partículas de la superficie dejándolo infértil y degradándolo (Sanchez citado en Sisa, 2017, p.21).



Ilustración 4-6: Cercas vivas.

Fuente: Yumbo K., 2023.

Cortina rompevientos

En el Centro de Bioconocimiento se tiene las cortinas rompe vientos colocado en todo el contorno, las plantas que cumplen con esta función son los yaguales que tienen la finalidad de proteger las parcelas de los vientos y también ayuda a crear microclimas para que las plantas se desarrollen.



Ilustración 4-7: Cortina rompevientos.

Fuente: Yumbo K., 2023.

Abonos verdes

En el CBio una práctica que siempre se realiza es la aplicación de abonos verdes con especies de avena y vicia para incorporarlas al suelo con la función de ayudar a la nutrición de los cultivos a futuro, además, los abonos verdes cumplen con la fijación de nitrógeno en el suelo y hace que exista nutrientes disponibles para los cultivos o de lo contrario habría un pérdida de nutrientes y un terreno menos productivo (Guzmán & Alonso, 2008, p. 4).



Ilustración 4-8: Abonos verdes.

Fuente: Yumbo K., 2023.

Abonos orgánicos

Biol

La elaboración del biol es uno de los abonos orgánicos que se realiza con el objetivo de obtener un abono no químico que no afecte al suelo y que controle las plagas, por ello hay tanques azules de 200 litros donde se prepara el biol con materiales como alfalfa, leche, agua, levadura

y estiércol de vaca, por último se lo sella para que continúe con el proceso de fermentación de manera anaeróbica



Ilustración 4-9: Biol.

Fuente: Yumbo K., 2023.

Compost

El compost se lo obtienen a partir la descomposición de materia orgánica como la materia verde que puede ser la alfalfa, materia seca que son los restos de un cultivo cosechado, restos orgánicos y estiércol de vaca. Y con el abono obtenido se fertilizan los cultivos.



Ilustración 4-10: Compost.

Fuente: Yumbo K., 2023.

Lombricultura – humus

Para la obtención del humus se realiza a partir de la lombriz roja californiana porque se adapta fácilmente a las condiciones del suelo, para su crianza es necesario alimentarlas con restos vegetales como frutas y demás restos orgánicos, y luego de un periodo de tiempo se lo obtiene y se usa para fertilizar los cultivos para obtener buenos productos.



Ilustración 4-11: Humus.

Fuente: Yumbo K., 2023.

Riego

Riego por goteo

El riego en el CBio se lo realiza mediante riego por goteo en los huertos de hortalizas, en las plantas medicinales y en la zona de policultivos donde actualmente está sembrado fresas y lechugas asociadas con plantas medicinales.



Ilustración 4-12: Riego por goteo.

Fuente: Yumbo K., 2023.

Riego por aspersión

Se realiza riego por aspersión para la zona de árboles forestales y para regar los abonos verdes, además al usar este tipo riego se aprovecha el agua para regar las cercas vivas y las barreras rompevientos.



Ilustración 4-13: Riego por aspersión.

Fuente: Yumbo K., 2023.

4.1.1.2. Prácticas de manejo en el cultivo de Tunas.



Ilustración 4-14: Cultivo de Tunas (*Opuntia ficus-indica* L.).

Fuente: Yumbo K., 2023.

El cultivo de tunas (*Opuntia ficus-indica* L.) se encuentra ubicado en la Estación Experimental Tunshi en las coordenadas 1°45'00.5"S 78°37'43.4"W, el cultivo lleva más de dos años y se lo estableció con propósitos académicos.

Uno de los objetivos del cultivo de tunas mencionado por el Ing. Pablo Álvarez (2023) responsable del cultivo, fue establecer las mejores condiciones de manejo en la tunas e identificar los problemas que puede presentar y cuáles son las enfermedades que puede tener.

Tabla 4-2: Labores que se realizan en el cultivo de tunas.

Podas	
Labores	Limpieza del terreno
	Abonos orgánicos Abonaza
Riego	Riego por goteo

Realizado por: Yumbo K., 2023

Como se observa en la tabla 4-2, las labores que se realiza en el cultivo de tunas son la poda, limpieza del terreno, fertilización con abonos orgánicos y el riego por goteo. A continuación se detallan cada una:

Podas

Como una de las prácticas que se realiza en el cultivo de tunas está la poda, que se lo hace cada cierto tiempo para controlar y ajustar su tamaño con la finalidad de que no se embosquen, también para que las demás paletas de la tuna puedan recibir la luz.

Limpieza del terreno

Para la limpieza del terreno se realiza por medio de azadones o en ocasiones el uso de la moto guadaña para trozar toda la maleza que crece en los alrededores del cultivo, y como mencionaba el Ing. Pablo Álvarez, es un cultivo que casi no necesita de mucha limpieza.

Abonos orgánicos

Abonaza

Para realizar la fertilización de las tunas se usa la abonaza que aumenta el contenido de materia orgánica del suelo y ayuda a la fertilidad, no aplican abonos químicos porque dañan al suelo y eso puede afectar al desarrollo del cultivo de tunas.

Riego

Riego por goteo

Para el caso del riego se lo realiza por medio de un sistema de goteo que facilita el abastecimiento de agua al cultivo de tunas.

4.1.2. Interpretación de las prácticas agroecológicas

Para interpretar las prácticas agroecológicas se hizo uso de la tabla de principios agroecológicos citada anteriormente (Tabla 2-1), para analizar cada práctica que se identificó en las zonas de estudio e ir verificando si cumple con algún principio.

Por lo tanto en la tabla 4-3 están las prácticas agroecológicas que se realizan en las zonas de estudio, junto con el principio que corresponde, el cual va del 1 al 6 ya que son 6 los principios agroecológicos.

Tabla 4-3: Contribución de las prácticas de las zonas de estudio a uno o más principios agroecológicos.

Prácticas agroecológicas	Principios agroecológicos					
	1	2	3	4	5	6
Asociación de cultivos		x		x	x	x
Rotación de cultivos	x		x	x	x	
Cosecha de agua				x		
Policultivos		x		x		x
Mulching	x		x	x		
Labranza mínima			x	x		
Cercas vivas		x	x		x	x
Cortina rompe vientos		x	x		x	x
Abonos verdes	x		x	x	x	
Biol		x	x			
Compost	x		x	x		
Lombricultura – humus	x		x	x		

Fuente: Nicholls, et. al. 2015, p.66

Realizado por: Yumbo K., 2023.

En la tabla se puede observar la relación entre las prácticas agroecológicas identificadas en el Cbio y el cultivo de tunas con los principios agroecológicos (Tabla 4-3) en donde se puede identificar que los principios 3 y 4 son los que más se desarrollan los cuales corresponden al mejoramiento del suelo para que las plantas puedan tener un mejor desarrollo donde se usa adecuadamente la materia orgánica y se minimiza las pérdidas de energía, agua y nutrientes del suelo. En el caso de los abonos al ser orgánicos contribuyen al principio 2 en el que hay un mejoramiento en el reciclaje de la biomasa y con eso mejora la materia orgánica beneficiando a la fertilidad del suelo y a su productividad.

Por otro lado, los principios 5 y 6 están relacionados con los abonos verdes, cortina rompe vientos, cercas vivas, asociación de cultivos, rotación de cultivos y mulching ya que ayudan a que se dé una diversificación de plantas y de recursos genéticos y por ello se dan las interacciones biológicas en la biodiversidad. En el caso de los abonos verdes se da la interacción de dos especies que son la vicia y avena, debido a eso hay una diversificación en el área de cultivo y además al colocar plantas en las cercas vivas y cortinas rompe viento se genera una sinergias en los componentes de la biodiversidad.

Se realizó una comparación con otro análisis de prácticas agroecológicas realizada en la comunidad San Miguel de Quera ubicado en la Parroquia de Cacha en la ciudad de Riobamba, de igual manera, hace uso de los principios para evaluar las cinco fincas, mediante esto se observó la similitud de las actividades que se realizan en el CBio y por parte de productores en sus chacras. En las fincas se realiza compostaje, bocachi, cultivo de cubierta/abonos verdes, terrazas, rotación de cultivos, pesticidas microbianos (biol), cercas vivas, curvas de nivel, colocación de estiércol directo, asociación de cultivos, integración de cultivo y animales y labranza mínima. Los principios agroecológicos 3 y 4 son los más representados en las fincas. Además, cabe mencionar que la inclusión de materia orgánica en las fincas es fundamental porque ayuda a la reproducción de microorganismos los cuales son primordiales para el desarrollo de las plantas, debido a que reduce la pérdida de energía, agua, nutrientes por razones obvias (Illapa, 2022, p. 55).

4.2. Analizar las características físicas, químicas y biológicas de dos agroecosistemas

4.2.1. Análisis físico del suelo

4.2.1.1. Textura

Se obtuvo como resultado que la textura del CBio y del cultivo de Tunas es “franco arenoso”, debido a que presenta arcilla al 10%; limo 25%; arena 65% y con una densidad seca el valor medio es de unos 1800 kg/m³ y la densidad de partículas es de 2630 kg/m³; esto da 31,56 % de espacio poros, 68,44 % de factor de compactidad y 10 % de volumen de aire, $w = 12$ %, esta situación se lo considera como un suelo compactado con porosidad insuficiente para las plantas (Hossne et. al., 2009, p. 938).

4.2.1.2. Descripción de horizontes

ZONA 1: Centro de Bio conocimiento

Calicata 1

La primera calicata está ubicada en el Centro de Bioconocimiento en las coordenadas 1°45'00.8"S 78°37'40.0"W. El espacio en que se realizó es un lugar plano donde actualmente está sembrado abono verde con especies avena (*Avena sativa*) y vicia (*Vicia sativa L.*), y se observó dos horizontes de suelo:



Ilustración 4-15: Horizontes CBio, primera calicata.

Fuente: Yumbo K., 2022.

HORIZONTE A: en el horizonte A se encontró un suelo con algunos restos de vegetales secos y un suelo más compacto donde el color es marrón rojizo oscuro 7,5 YR – 2,5/2. Este horizonte tiene un grosor de 27 cm.

HORIZONTE B: en el horizonte B el suelo cambio ya que fue más duro con presencia de rocas y suelo rígido. Presenta un grosor de 27 cm con un color marrón rojizo café 5 YR – 4/4.

Calicata 2

La segunda calicata de igual manera está ubicada dentro centro de bioconocimiento en las coordenadas 1°44'59.9"S 78°37'40.1"W. El espacio donde se lo realizó es un lugar plano en

donde se encuentra un cultivo de alfalfa (*Medicago sativa*) y se pudo observar tres horizontes de suelo.



Ilustración 4-16: Horizontes CBio, segunda calicata.

Fuente: Yumbo K., 2022.

HORIZONTE A: en el horizonte A se encontró un suelo con presencia de raíces y un poco más compacta con un grosor de 36 cm, con presencia de residuos vegetales, además, el suelo presenta un color marrón grisáceo muy oscuro 10 YR – 3/2.

HORIZONTE B: en el horizonte B se observó un suelo más compacto con un cambio en su color, un poco pedregoso y con un grosor de 19 cm, además, presenta un color marrón amarillento 10 YR - 5/4

HORIZONTE C: en el horizonte C se encontró presencia de material rocoso difícil de penetrar, este horizonte tiene un grosor de 14 cm con un color marrón oliva claro 2,5 Y – 5/3.

ZONA 2: Cultivo de Tunas

Calicata 1

La primera calicata de la zona 2 está ubicada dentro del cultivar de Tunas (*Opuntia ficus-indica* L.) en las coordenadas 1°45'01.3"S 78°37'43.1"W. El espacio donde se realizó la calicata es un lugar plano y se pudo observar tres perfiles de suelo.



Ilustración 2-17: Horizontes cultivo Tunas, primera calicata.

Fuente: Yumbo K., 2022.

HORIZONTE A: en el horizonte A se pudo observar un suelo suelto con presencia de algunas raíces, este perfil tiene un grosor de 18 cm, el color de suelo es de color marrón oscuro según la representación en la tabla de Munshell 7,5 YR – 3/2.

HORIZONTE B: en el horizonte B se encontró un suelo más compacto con un cambio en la tonalidad del color, este perfil de suelo tiene un grosor de 34 cm y un color marrón 7,5 YR – 4/2.

HORIZONTE C: en el horizonte C se observó un suelo con presencia de fragmentos de roca madre siendo un suelo más difícil de cavar y más compactado, tiene un grosor de 48 cm y un color del perfil de suelo marrón rojizo 5 YR – 5/4.

Calicata 2

La segunda calicata realizada en la zona 2 está de igual manera está ubicada en el cultivo de Tunas (*Opuntia ficus-indica L.*) en las coordenadas 1°44'59.9"S 78°37'43.8"W. El espacio donde se realizó la calicata es un lugar plano y se pudo observar tres perfiles de suelo.



Ilustración 4-18: Horizontes cultivo Tunas, segunda calicata.

Fuente: Yumbo K., 2022.

HORIZONTE A: en el horizonte A se observó un suelo con materia orgánica y suelto, hay la presencia raíces de las plantas, además, tiene un grosor de 30 cm con un color marrón rojizo oscuro 5 YR – 3/2.

HORIZONTE B: en el horizonte B se encontró un suelo más compacto con un cambio en la tonalidad del color sin mucha presencia de materia orgánica, tiene un grosor de 39 cm con un color marrón rojizo 5 YR – 4/4.

HORIZONTE C: en el horizonte C se observó la presencia de rocas, siendo un suelo más duro y compacto, con un grosor de 24 cm y un color marrón rojizo 5 YR – 5/4.

4.2.1.3. Profundidad del suelo

Tabla 4-4: Grosor de los horizontes del suelo.

HORIZONTES	Profundidad de los horizontes			
	ZONA 1		ZONA 2	
	Calicata 1	Calicata 2	Calicata 1	Calicata 2
A	27 cm	36 cm	18 cm	30 cm
B	27 cm	19 cm	34 cm	39 cm
C	-	14 cm	48 cm	24 cm

Realizado por: Yumbo K., 2023.

Como se observa en la tabla 4-4, se muestran los horizontes de cada calicata realizada y su respectiva profundidad, en el Centro de Bioconocimiento en la primera calicata se encontró dos horizontes, al A (27 cm) y B (27 cm), mientras que en la segunda calicata están los horizontes A (36 cm), B (19 cm) y C (14 cm). En el cultivo de tunas en ambas calicatas se encontró los horizontes A, B y C. En la primera calicata se obtuvo profundidades de 18 cm, 34 cm y 48 cm respectivamente y en la segunda calicata con 30 cm, 39 cm y 24 cm en cada horizonte.

4.2.1.4. Compactación

Zona 1 – Centro de Bioconocimiento

Tabla 3-5: Compactación suelo CBio.

#	Profundidad cm	N
1	19	370
2	22	240
3	31	200
4	27	220
5	20	240
6	26	240
7	30	200
8	21	260
9	16	240
10	23	260
11	30	220
12	27	280
13	22	260
14	23	240
15	25	240
Promedio	24,13 cm	247,33 N

Realizado por: Yumbo K., 2023.

Zona 2 – Cultivar de tunas

Tabla 4-6: Compactación suelo C. de Tunas.

#	Profundidad cm	N
1	11	360
2	15	320
3	14	300
4	18	300

5	25	280
6	18	320
7	14	300
8	12	300
9	13	300
10	17	340
11	22	300
12	15	320
13	20	280
14	13	320
15	20	280
Promedio	16,47 cm	308 N

Realizado por: Yumbo K., 2023.

Interpretación

Los resultados de la compactación del suelo tanto de la zona 1 como de la 2 da a conocer que el suelo que tiene un mayor nivel de compactación es en el cultivo de tunas con un promedio de 308 N siendo superior al promedio de la zona 1 que es de 247 N, en el cultivo de tunas el suelo presenta una mayor resistencia siendo más compacto, en donde hay una disminución de los espacios de porosos, lo que dificulta el crecimiento y desarrollo de raíces haciendo que no puedan penetrar el suelo fácilmente (FAO, 2015). Cabe destacar que en cada zona de estudiada hay lugares donde la resistencia es más alta como en el caso del CBio el valor más alto fue de 370 N y el de menor fue de 200 N mientras que en la zona 2 el valor más alto de resistencia fue de 360 N y por contraparte el de menor resistencia fue de 280 N.

Mencionar a mayor compactación menor es la profundidad del suelo, por ello el cultivo de tunas presenta una compactación mayor con una profundidad en baja, en el caso del CBio presenta una menor compactación, por ende su profundidad es mayor.

4.2.2. Análisis químico del suelo

Tabla 4-7: Análisis químicos del suelo del CBio y C. Tunas.

Parámetros	Zona 1: CBio	Zona 2: Tunas
pH	7,38	7,81
M.O.	4,54	2,36
C.E.	0,21	0,22
N	0,16	0,12

P	16,3	10,0
K	0,22	0,15
Ca	5,6	5,0
Mg	2,8	1,6
Cu	3,3	2,0
Mn	6,0	1,0
Zn	3,0	2,0

Realizado por: Yumbo K., 2023.

En la tabla 4-7 se muestran los resultados de laboratorio del CBio y del cultivo de Tunas donde se puede apreciar que los valores más altos están en la zona 1.

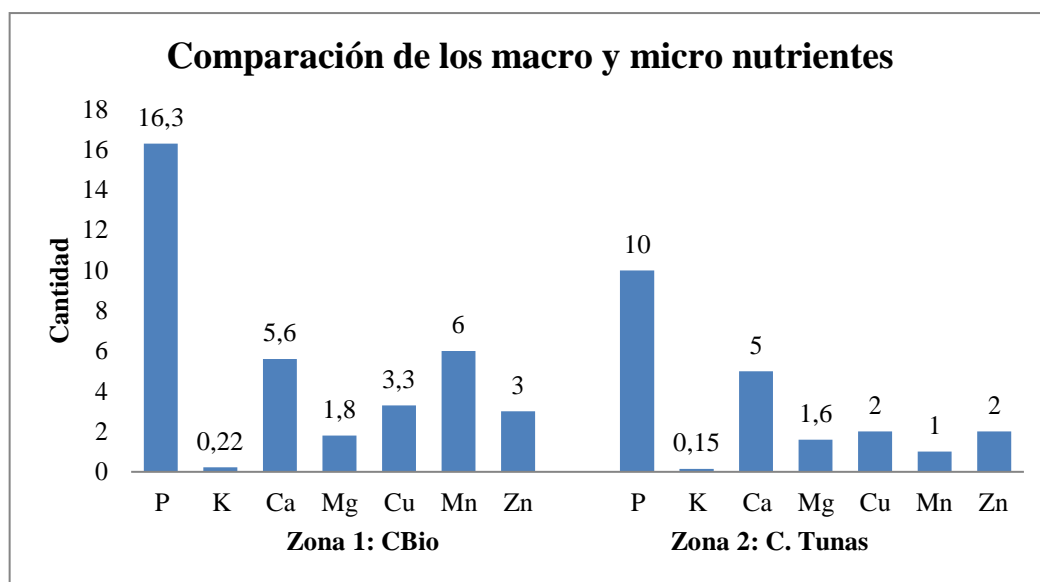


Ilustración 4-19: Comparación de los macro y micronutrientes de las zonas estudiadas.

Realizado por: Yumbo K., 2023.

Como se aprecia en la ilustración 4-19 se puede observar la diferencia de cantidades de macro y micronutrientes en las dos zonas de estudio, en el CBio se presenta una mayor cantidad de nutrientes que en el cultivo de Tunas, debido a que los abonos verdes ayudan la fijación de Nitrógeno y sus restos se incorporan al suelo (Guanche, 2012), la asociación y rotación del cultivo ayuda a la salud del suelo (Elorza, 2017), el uso de biol como abono ayuda en la vida activa del suelo como en la actividad de los microorganismos presentes lo que beneficia a los cultivos por una mayor presencia de micronutrientes (Biobolsa, 2020). Por su parte el compost de igual manera ayuda en la salud del suelo, su estructura y hay una mayor fijación de carbono (Grand & Michell, 2020). El hecho de usar la agroecología, sus prácticas influyen a una mayor presencia de nutrientes en el suelo.

Interpretación y comparación de los análisis químicos entre el CBio y el cultivo de Tunas.

4.2.2.1. pH del suelo

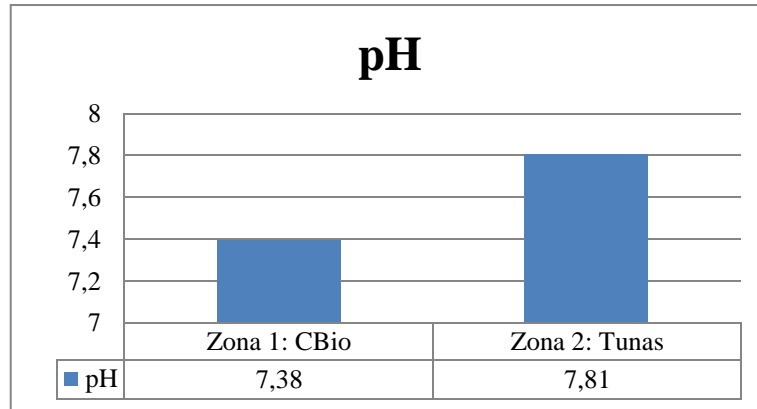


Ilustración 4-20: pH del suelo.

Realizado por: Yumbo K., 2023.

En la ilustración 4-20 se observa un pH de 7,38 en el CBio porque el manejo agroecológico en un suelo favorece al almacenamiento de agua, regulación del pH, mayor CIC, aumento en el contenido de materia orgánica y los nutrientes disponibles (Comese, et al., 2009) y en el cultivo de tunas hay un pH de 7,81 debido a que su contenido de nutrientes es más pobre, por ello es importante el pH porque es un factor que muestra el grado de concentración de iones de hidrógeno en una solución que mide la acidez o alcalinidad del suelo (Rivera, et al., 2018, p. 102).

4.2.2.2. Conductividad Eléctrica del suelo

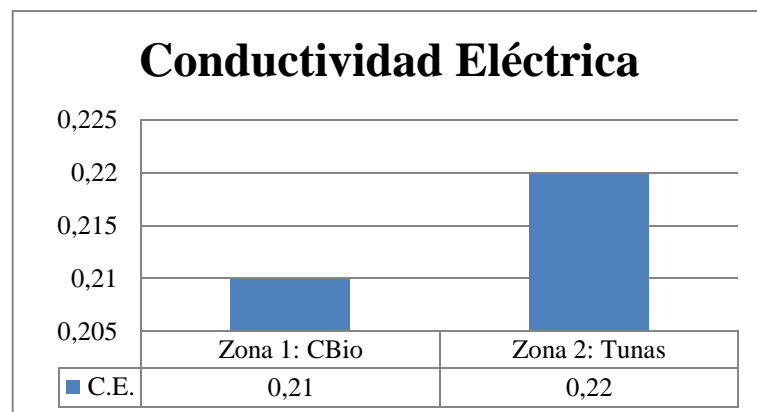


Ilustración 4-21: Conductividad eléctrica del suelo.

Realizado por: Yumbo K., 2023.

En la Ilustración 4-21 se observa que la conductividad eléctrica de ambos suelos es casi la misma con valores de 0,21 y 0,22, dando a conocer que es un suelo libre de sales y que no hay ninguna restricción para el crecimiento de un cultivo (Castellanos, 2000, p. 186). Las prácticas agroecológicas ayudan a la conductividad eléctrica a su vez que beneficia al reciclaje de nutrientes, economizan agua, ayuda en el almacenamiento e infiltración del agua y mantiene el suelo poroso (Farfán, 2010).

4.2.2.3. Fósforo del suelo

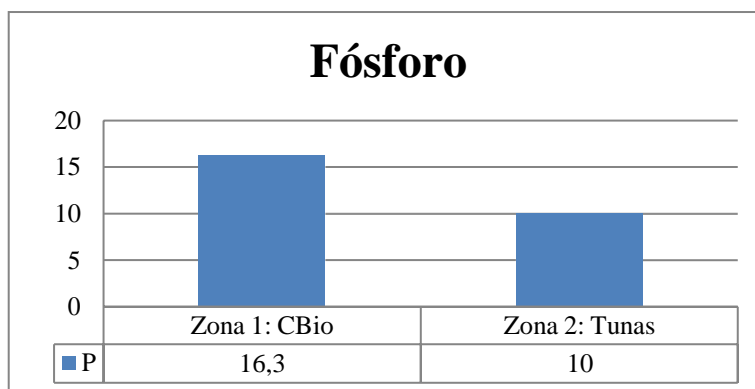


Ilustración 4-22: Fosforo presente en el suelo.

Realizado por: Yumbo K., 2023.

Como se observa en la ilustración 4-22 las cantidades de fósforo en el CBio es de 16,3 siendo un nivel MEDIO y en el cultivo de Tunas es de 10 siendo BAJO, lo encontrado por Contreras 2019 el fosforo tiene un mayor rendimiento donde se realizan prácticas agroecológicas. Además, ayuda a la eficiencia hídrica y resistencia a determinadas enfermedades (Polo, 2016, p. 3).

4.2.2.4. Potasio del suelo

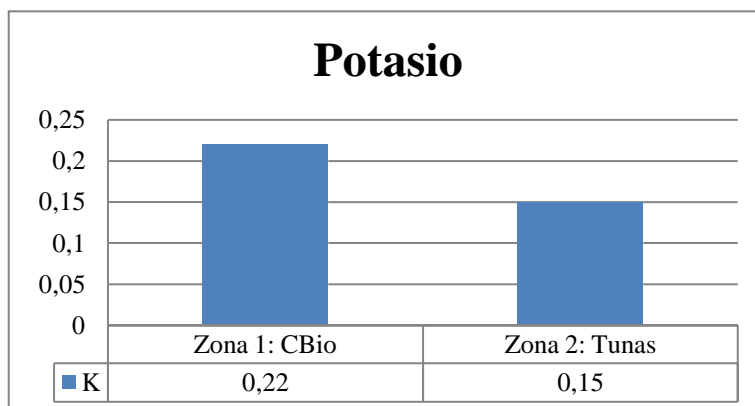


Ilustración 4-23: Potasio presente en el suelo.

Realizado por: Yumbo K., 2023.

Se observa en la ilustración 4-23, la presencia de potasio (K) en el CBio es de 0,22 que representa que está en un nivel MEDIO y en el suelo del cultivo de Tuna es de 0,15 siendo un suelo pobre, debido a que este nutriente es importante en la fotosíntesis y activación de enzimas, síntesis de proteínas y carbohidratos (Polo, 2016, p. 3). Lo encontrado por Contreras (2019), en su investigación menciona que el contenido de potasio es mayor en lugares donde se realizan prácticas agroecológicas con valores entre 0,13 y 0,16.

4.2.2.5. Calcio del suelo

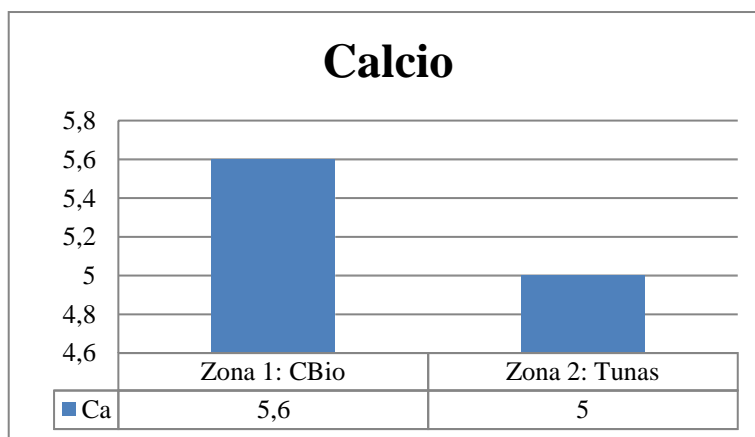


Ilustración 4-24: Calcio del suelo.

Realizado por: Yumbo K., 2023.

Como se aprecia en la ilustración 4-24, el contenido de calcio es de 5,6 y 5 ambas zonas estudiadas entrando en un nivel medio según la tabla de interpretación de Molina y Meléndez 2002 citado por (Elizondo, 2019, pg. 13). Los resultados expuestos por Contreras (2019) donde se realizan prácticas agroecológicas son de 6 y 7, la importancia de este nutriente radica en que favorece al desarrollo de las raíces y de las hojas, además son necesitados por las bacterias nitrificadoras para fijar nitrógeno (Polo, 2016, p. 3).

4.2.2.6. Magnesio del suelo

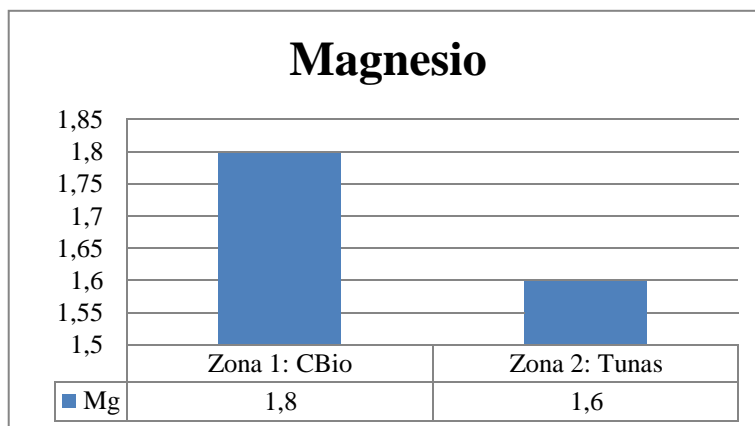


Ilustración 4-25: Magnesio del suelo.

Realizado por: Yumbo K., 2023.

En la ilustración 4-25 la cantidad de magnesio en el CBio y en las tunas están en un nivel medio con 1,8 y 1,6 respectivamente Molina y Meléndez 2002 citado por (Elizondo, 2019, pg. 13). La importancia de este nutriente radica en el proceso de fotosíntesis ya que apoya en la clorofila debido a que brinda el color verde en plantas (Polo, 2016, p. 3).

4.2.2.7. Cobre del suelo

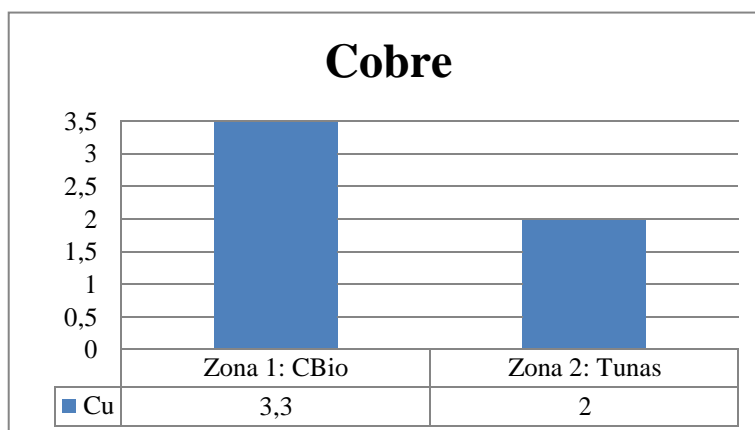


Ilustración 4-26: Cobre presente en el suelo.

Realizado por: Yumbo K., 2023.

En la ilustración 4-26, los niveles de cobre son óptimos (CBio 3,3 – Tunas 2) en los suelos según la escala <0,5 BAJO, 0,5-1 MEDIO, 1-20 OPTIMO, >20 ALTO Molina y Meléndez 2002 citado por (Elizondo, 2019, p. 13). Los resultados obtenidos por Montenegro (2022) en fincas donde efectúan prácticas agroecológicas fueron de entre 1,2 y 3,2. Además, un suelo debe contener

este nutriente porque interviene en el proceso de fotosíntesis, fijación de N y en síntesis de ligninas (Álvarez et al., 2020, p. 614).

4.2.2.8. Manganeso del suelo

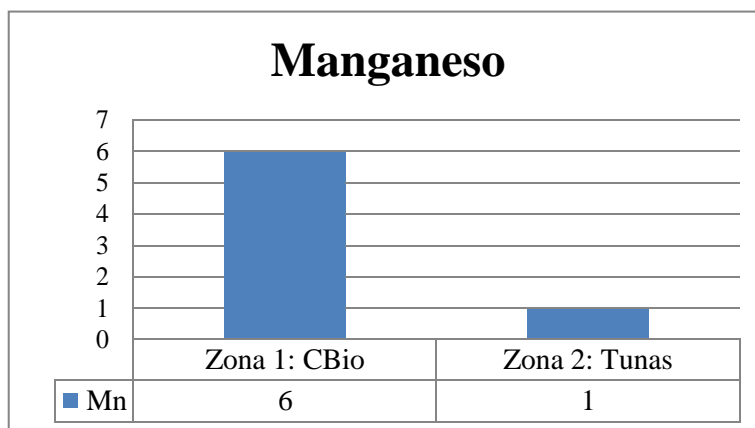


Ilustración 4-27: Manganeso presente en el suelo.

Realizado por: Yumbo K., 2023.

Como se observa en la ilustración 4-27 el nivel de manganeso en el Centro de Bioconocimiento es de 6 siendo un nivel MEDIO y en las Tunas el nivel de manganeso es de 1 siendo BAJO, los suelos deben tener una cantidad óptima porque son un activador de enzima que participan en la fotosíntesis y disminución de nitratos (Álvarez et al., 2020, p. 614).

4.2.2.9. Zinc del suelo

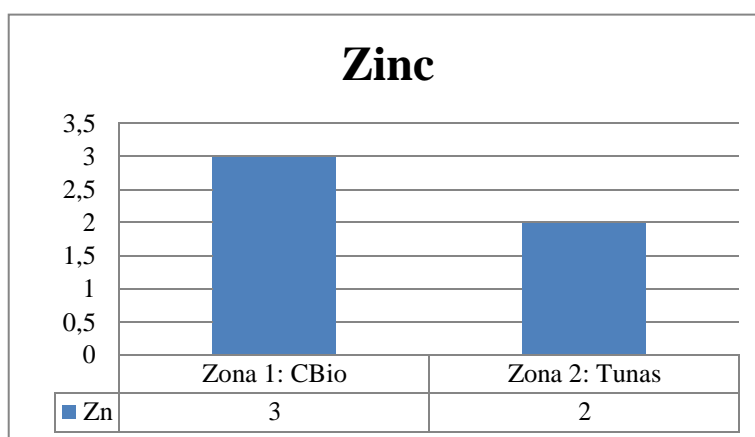


Ilustración 4-28: Zinc presente en el suelo.

Realizado por: Yumbo K., 2023.

En la ilustración 4-28 se muestra que el zinc presente en el CBio es de 3 siendo OPTIMO y en las Tunas tiene un valor de 2 por ende está en el nivel MEDIO, < 2 BAJO, 2-3 MEDIO, 3-10

OPTIMO, >10 ALTO, Molina y Meléndez 2002 citado por (Elizondo, 2019, p. 13). Interpretados dichos suelos, la presencia de zinc en el CBio es OPTIMO y en las Tunas hay un nivel MEDIO, es importante dicho nutriente porque interviene como catalizador de varias enzimas e interfiere en la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas (Álvarez et al., 2020, p. 614).

4.2.3. Análisis biológico

4.2.3.1. Materia Orgánica

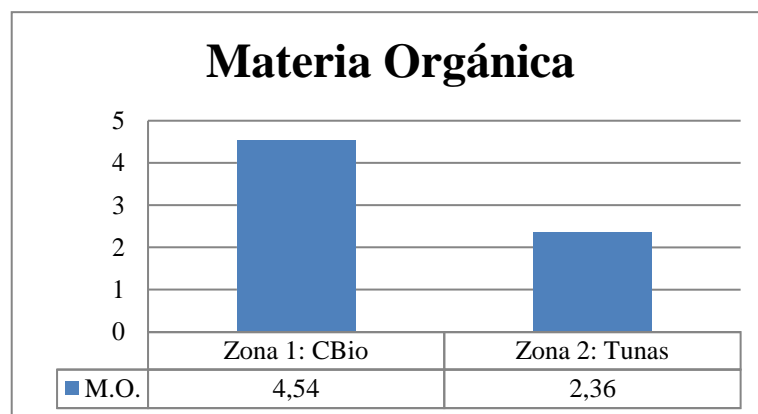


Ilustración 4-29: Materia orgánica presente en el suelo.

Realizado por: Yumbo K., 2023.

Como se observa en la ilustración 4-29, en el suelo del CBio la cantidad de materia orgánica es de 4,54 y en el cultivo de Tunas de 2,36, ambos dentro del rango de 2-5 que representa un contenido de M.O. MEDIO, por tanto no hay suficiente disponibilidad nutrientes para el adecuado desarrollo de las plantas, debido que la materia orgánica es importante para el buen funcionamiento y desarrollo de las plantas. Además, un suelo sin materia orgánica no tendrá una buena estructuración y la dinámica en los procesos físicos, químicos y biológicos, y no habrá buena estructuración (Trinidad & Velazco, 2016, p. 54). Las prácticas agroecológicas influyen en la conservación y mejoramiento de la fertilidad del suelo porque refuerzan los principios agroecológicos y favorece a que exista un mejor rendimiento por hectárea (Dufumier, 2014; citado en Contreras Cruz, 2019, p. 9).

4.3. Evaluar la calidad de suelos de los dos agroecosistemas mediante indicadores agroambientales.

4.3.1. Indicadores de calidad del suelo

4.3.1.1. Fertilidad del suelo

Como resultado de la fertilidad del suelo se obtuvo lo siguiente:

Tabla 4-8: Fertilidad del suelo.

ZONA 1: CBio			
Parámetros	Análisis químico	Rango adecuado	Cumple o No
P	16,3	15,0-30,0	Cumple
K	0,22	0,2-0,4*	Cumple
Ca	5,6	3,0-6,0	Cumple
Mg	1,8	1,5-2,5	Cumple
Cu	3,3	3,0-5,0*	cumple
Mn	6,0	5,0-10,0	cumple
Zn	3,0	3,0-5,0*	cumple
ZONA 2: Tunas			
Parámetros	Análisis químico	Rango adecuado	Cumple o no
P	10,0	15,0-30,0	No cumple
K	0,15	0,2-0,4*	No cumple
Ca	5,0	3,0-6,0	Cumple
Mg	1,6	1,5-2,5	Cumple
Cu	2,0	3,0-5,0*	No cumple
Mn	1,0	5,0-10,0	No cumple
Zn	2,0	3,0-5,0*	No cumple

Fuente: Osorio, Nelson, 2014.

Realizado por: Yumbo K., 2023.

En la tabla 4-8 se observa que el Ca con valores de 5,6 en el CBio y 5 en el C. tunas (Ca 3,0-6,0 cmolc kg-1) y el Mg con valores de 1,8 en el CBio y 1,6 en el C. tunas (Mg 1,5-2,5 cmolc kg-1) están dentro de los rangos adecuados, el Calcio favorece el desarrollo de raíces y hojas, además que las bacterias fijadoras de nitrógeno lo necesitan en grandes cantidades. El Mg en el proceso

de fotosíntesis, es el bloque de construcción de la clorofila debido a que la molécula que da color verde a las plantas (Polo, 2016, p. 3).

El fósforo en el Cbio con un valor de 16,3 está dentro del rango adecuado (P 15,0-30,0 mg kg⁻¹) y por otro lado, en el cultivo de tunas es de 10, por ende no se ubica dentro de los rangos aceptados, el fósforo ayuda al desarrollo de raíces y brotes, a la eficiencia hídrica y resistencia a determinadas enfermedades (Polo, 2016, p. 3). El potasio con un valor de 0,22 es adecuado en el Cbio mientras que en el cultivo de tunas solo se obtuvo 0,15 estando fuera del nivel aceptado (K 0,2-0,4 cmolc kg⁻¹).

El cobre en el Cbio cumple con el rango adecuado para el buen funcionamiento del suelo con un valor de 3,3, en el caso del cultivo de tunas no cumple debido a que la cantidad es de 2,0, estando fuera de lo aceptado (Cu 3,0-5,0 mg kg⁻¹). El cobre un componente de muchas enzimas y también participa en la fotosíntesis, la síntesis de lignina, la fijación de nitrógeno y la degradación de proteínas (Álvarez et al., 2020, p. 614). El manganeso en el suelo del Cbio se ubica dentro del rango adecuado con 6 (Mn 5,0-10,0 mg kg⁻¹) y en las tunas con un valor menor al adecuado, es importante la presencia de manganeso en el suelo porque contribuye en los procesos de la fotosíntesis, la respiración y la asimilación de nitrógeno, además de desempeñar un papel en la germinación del polen (Polo, 2016, p. 4).

El zinc en el Cbio es de 3,0 ubicandose dentro del valor adecuado (Zn 3,0-5,0 mg kg⁻¹) y en la zona 2 de tunas solo hay una cantidad de 2,0 siendo un valor no adecuado, la importancia del zinc es debido a que actúa como catalizador de varias enzimas, forma parte en la síntesis de ácidos nucleicos y proteínas y en el metabolismo de las auxinas (Álvarez et al., 2020, p. 614).

Tabla 4-9: Evaluación de la fertilidad del suelo.

Valor	Fertilidad del suelo
1	Los macro y micro nutrientes no cumplen con rangos adecuados para la fertilidad del suelo.
3	Los macro y micro nutrientes apenas son suficientes
5	Los macro y micro nutrientes están dentro del rango adecuado para el buen desarrollo de plantas.
	Evaluación
CBio	4
Tunas	2

Realizado por: Yumbo K., 2023

En la tabla 4-9 se evaluó la fertilidad del suelo con ayuda de los “Elementos y rangos adecuados para interpretación de análisis de fertilidad de suelo” (tabla 3-2) Nelson Walter Osorio Vega, 2014; citado en Peláez Carmona, 2017, p. 90. Al cultivo de tunas se calificó con 2 debido a que únicamente el Ca y Mg se encuentran dentro del rango de fertilidad mientras que los demás no cumplen. Al CBio se le consideró con una calificación de 4 porque el fósforo, potasio, calcio, magnesio, cobre, manganeso y zinc están dentro los valores adecuados, esto se confirma con lo dicho por Lechón Simbaña (2014) citado en Galarza Noboa (2019, p.5) que menciona que se debe tener en cuenta la cantidad de macro y micronutrientes presente en el suelo y lo que puede aportar a las plantas, dejando de lado un aspecto muy importante de la fertilidad del suelo la materia orgánica.

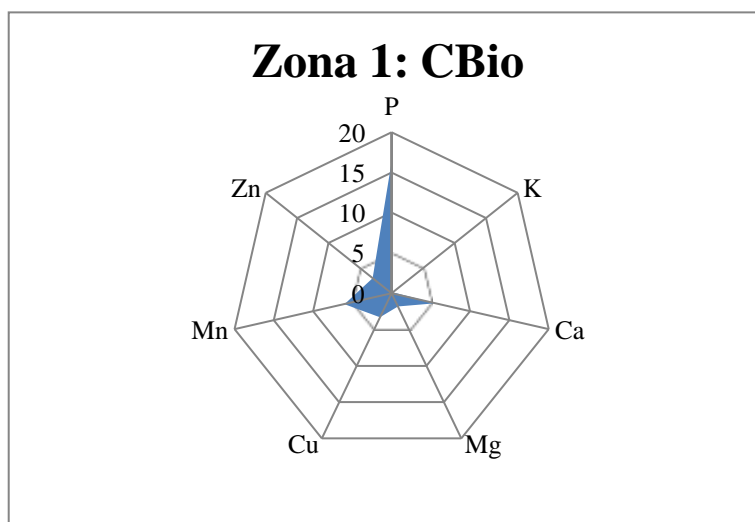


Ilustración 4-30: Macro y micronutrientes del CBIO.

Realizado por: Yumbo K., 2023.

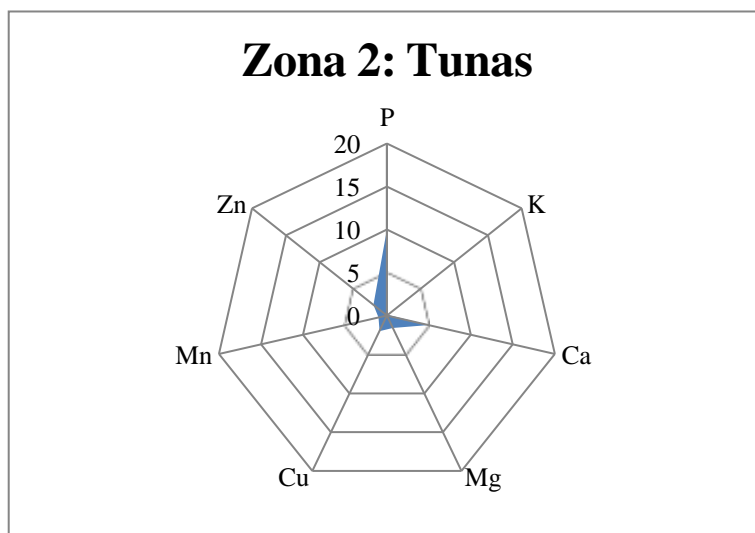


Ilustración 4-31: Macro y Micronutrientes del cultivo de Tunas.

Realizado por: Yumbo K., 2023.

Como se observa en las ilustraciones 4-30 y 4-31 se diferencian las cantidades de macro y micronutrientes, en el CBio hay mayor presencia de dichos nutrientes que en comparación con el cultivo de tunas que hay en menores cantidades. Cabe destacar que el calcio y magnesio son los únicos elementos que están dentro del rango adecuado en el cultivo de tunas. Las prácticas agroecológicas inciden en la conservación y fertilidad del suelo porque cumplen con los principios de la agroecología y con ello mejoran su rendimiento (Contreras Cruz, 2019, p. 9). Además, con lo encontrado por Contreras (2019) menciona que los contenidos de potasio, calcio y magnesio son más altos en donde se realizan prácticas agroecológicas.

4.3.1.2. Infiltración del agua

Los resultados de infiltración obtenidos son los siguientes:

CBIO

Tabla 4-10: Datos de lámina de infiltración del suelo del CBio.

Tiempo (minutos)	Tiempo acumulado (min)	log tiempo acumulado	Lamina de infiltración (cm)	Lamina de infiltración acumulada (cm)	log de lámina de infiltración acumulada
0	0		0	0	
5	5	1,609	7	7	1,946
5	10	2,303	3	10	2,303
5	15	2,708	2,5	12,5	2,526
5	20	2,996	2	14,5	2,674
5	25	3,219	2	16,5	2,803
5	30	3,401	2,5	19	2,944
5	35	3,555	1	20	2,996
5	40	3,689	2	22	3,091
5	45	3,807	1	23	3,135
5	50	3,912	1	24	3,178
5	55	4,007	1	25	3,219
5	60	4,094	1	26	3,258
5	65	4,174	1	27	3,296
5	70	4,248	1	28	3,332
5	75	4,317	1	29	3,367
5	80	4,382	0,5	29,5	3,384
5	85	4,443	1	30,5	3,418
5	90	4,500	0,5	31	3,434
5	95	4,554	1	32	3,466
5	100	4,605	1	33	3,497
5	105	4,654	0,5	33,5	3,512

5	110	4,700	0,5	34	3,526
5	115	4,745	0,5	34,5	3,541
5	120	4,787	0,5	35	3,555

Realizado por: Yumbo K., 2023.

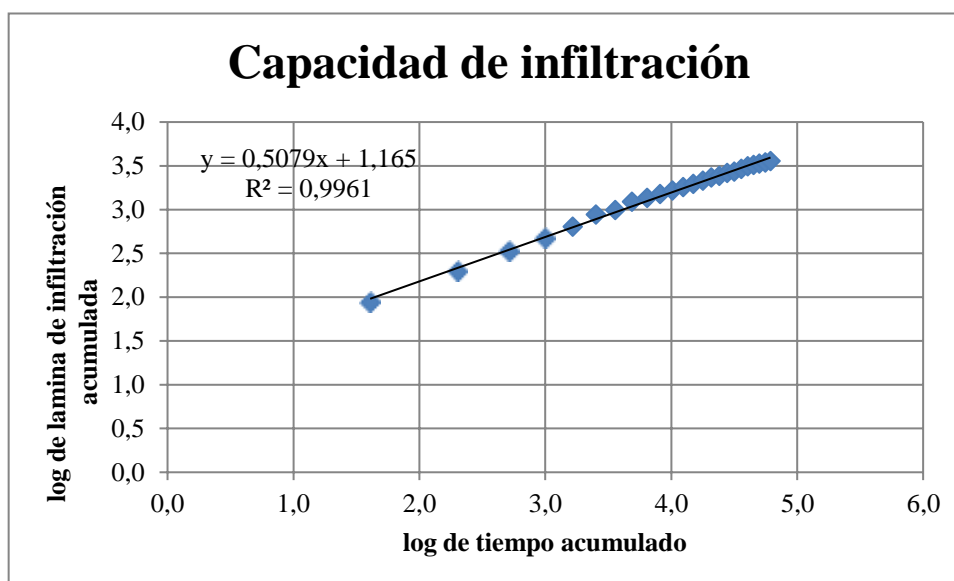


Ilustración 4-32: Capacidad de infiltración en el CBio.

Realizado por: Yumbo K., 2023.

En la tabla 4-10 se observa los datos obtenidos en la prueba de infiltración por el método de Porchet, donde se muestra los tiempos acumulados seguidos del logaritmo natural del mismo, de igual manera la lámina de infiltración continuo de la acumulada y obtenida después el logaritmo natural de la lámina de infiltración acumulada, con dichos datos se elabora una gráfica de distribución (4-32) donde se muestra la capacidad de infiltración del suelo del CBio, mientras más pasa el tiempo el nivel de agua baja de a poco hasta dar valores constantes.

ECUACIÓN DEL MODELO DE KOSTIAKOV

Datos para determinar la ecuación del modelo de Kostiakov:

Log (cn): 1,165

(n-1): 0,508

n: 1,508

cn: 3,206

c: 2,126

$$F = cnt^{n-1}$$

$$F = 3,206 * 120^{0,508}$$

F= 4,56 cm/h se transforma de cm a mm

$$F = 45,6 \text{ mm/h}$$

TUNAS

Tabla 4-11: Datos de lámina de infiltración del cultivo de tunas.

Tiempo (minutos)	Tiempo acumulado (min)	log tiempo acumulado	lamina de infiltración (cm)	lamina de infiltración acumulada (cm)	log de lámina de infiltración acumulada
0	0		0	0	
5	5	1,609	9	9	2,197
5	10	2,303	4	13	2,565
5	15	2,708	3	16	2,773
5	20	2,996	3	19	2,944
5	25	3,219	1,5	20,5	3,020
5	30	3,401	2	22,5	3,114
5	35	3,555	1,5	24	3,178
5	40	3,689	1	25	3,219
5	45	3,807	0,5	25,5	3,239
5	50	3,912	1,5	27	3,296
5	55	4,007	1	28	3,332
5	60	4,094	1	29	3,367
5	65	4,174	0,5	29,5	3,384
5	70	4,248	1,5	31	3,434
5	75	4,317	1	32	3,466
5	80	4,382	1	33	3,497
5	85	4,443	1	34	3,526
5	90	4,500	0,5	34,5	3,541
5	95	4,554	0,5	35	3,555
5	100	4,605	0,5	35,5	3,570
5	105	4,654	0,5	36	3,584
5	110	4,700	0,5	36,5	3,597
5	115	4,745	0,5	37	3,611
5	120	4,787	0,5	37,5	3,624

Realizado por: Yumbo K., 2023.

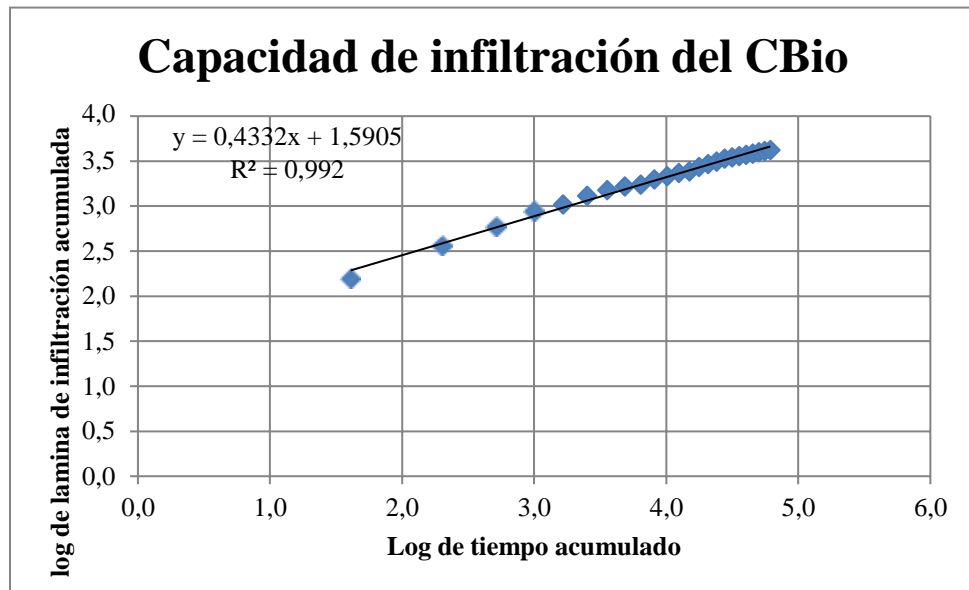


Ilustración 4-33: Capacidad de infiltración del cultivo de tunas.

Realizado por: Yumbo K., 2023.

En la tabla 4-11 se observa los datos obtenidos en la prueba de infiltración por el método de Porchet, donde se muestra los tiempos acumulados seguidos del logaritmo natural del mismo, de igual manera la lámina de infiltración continuo de la acumulada y obtenida después el logaritmo natural de la lámina de infiltración acumulada, con los datos anteriores se realizó el cálculo y se obtuvo el gráfico (4-33) que muestra la permeabilidad del suelo de las tunas, mientras transcurre el tiempo el nivel del agua va decreciendo hasta obtener un valor constante, por lo que se obtiene el gráfico anterior.

ECUACIÓN DEL MODELO DE KOSTIAKOV

Datos para determinar la ecuación del modelo de Kostiakov:

Log (cn): 1,591

(n-1): 0,433

n: 1,433

cn: 4,909

c: 3,425

$$F = cnt^{n-1}$$

$$F = 4,909 * 2^{0,433}$$

F= 6,63 cm/h se transforma de cm a mm

F= 66,3 mm/h

Evaluación de la infiltración del agua

Tabla 4-12: Velocidad de infiltración del CBio y Tunas.

ZONAS	Velocidad de infiltración mm/h	Clase de infiltración
CBio	45,6 mm/h	Moderada
Tunas	66,3 mm/h	Moderadamente rápida

Realizado por: Yumbo K., 2023.

De la Tabla 4-12 se puede observar que la tasa de infiltración del suelo franco arenoso del cultivo de tunas es de 66,3 mm/h, siendo moderadamente rápida, mientras que la tasa de infiltración del CBio es de 45,6 mm/h, que es moderada. Este resultado se corresponde con el obtenido por Cevallos (2020, p. 24), donde la permeabilidad en un suelo similar fue de 83,2 mm/h, entrando en la misma categoría que el cultivo de tunas. Cabe mencionar que los datos obtenidos en cultivo de tunas no se alejan tanto del rango moderado (20 – 60 mm/h).

Tabla 4-13: Evaluación de la infiltración del agua.

Valor	Infiltración del agua
1	El suelo infiltra el agua de manera muy rápida o es impermeable.
3	El suelo infiltra el agua de manera rápido o lenta, siendo no adecuada la estructura.
5	El suelo es capaz de infiltrar el agua de manera moderada teniendo una estructura y aireación adecuada.
	Evaluación
CBio	5
Tunas	3

Realizado por: Yumbo K., 2023.

En la tabla 4-13 se realizó la evaluación de acuerdo al tiempo de infiltración del agua con ayuda de la tabla 3-4 de clasificación e interpretación de la velocidad de infiltración (Tracasa –Nipsa, 2014, p. 14). Al CBio se le dio una valoración de 5 porque está en el rango moderado, por ello el suelo presenta un buen drenaje y capacidad de regadío (Maycotte, 2011, p. 51). El cultivo de tunas obtuvo una calificación de 3, debido a que la permeabilidad es moderadamente rápida y no entra en el valor óptimo que necesita la tierra y según Delgadillo & Pérez (2016, p. 1) la capacidad de infiltración del suelo determina la rapidez con la que se puede aplicar agua a su superficie sin que se escurra en caso de un riego por aspersión (Tracasa –Nipsa, 2014, p. 14).

4.3.1.3. pH y materia orgánica del suelo

pH

Para evaluar el contenido del pH se realizó el cálculo del valor normalizado que se detalla a continuación:

- pH CBIO: 7,38
- pH Tunas: 7,81

$$V_n = (I_m - I_{\min}) / (I_{\max} - I_{\min})$$

V_n : valor normalizado del indicador.

I_m: medida experimental del atributo considerado como indicador.

I_{min}: valor mínimo del atributo considerado como indicador.

I_{max}: valor máximo del atributo considerado como indicador.

CBIO: $V_n = (7,38 - 5,0) / (7,5 - 5,0) = 0,952$ (muy alta calidad)

TUNAS: $V_n = (7,81 - 5,0) / (7,5 - 5,0) = 1,124$ (exceso)

Tabla 4-14: Evaluación del pH.

Valor	pH
1	Suelos muy ácidos o muy alcalinos que no ayudan al buen desarrollo de las plantas.
3	Suelos ácidos o alcalinos, dificultad en retener nutrientes y desarrollo de los cultivos.
5	Suelo con un pH neutro es óptimo para el desarrollo de los cultivos
Evaluación	
CBio	5
Tunas	3

Realizado por: Yumbo K., 2023.

En la tabla 4-14 se evaluó con ayuda de la tabla de Cantú et al., 2007; citado en Estrada Herrera et al. 2017). El pH del CBio se le calificó con 5 (7,38 pH) debido a que el valor normalizado es de 0,952 siendo de muy alta calidad. Según (Tecnicoagricola, 2013) citado en Méndez (2016, p.7) las plantas optan un rango de pH neutro, que se conoce como el punto de equilibrio en donde la mayor parte de nutrientes están disponibles para las raíces, además el pH indica la acidez o la alcalinidad del suelo y se mide en unidades de pH. Al cultivo de Tunas se lo calificó con 3 (7,81 pH) porque su valor normalizado fue de 1,124 que simboliza que está en exceso. Debido a que

la concentración de iones H⁺ es mayor, el suelo es ácido (Domínguez, 2005; citado en Barrietos & rojas, 2020, p.30).

Materia orgánica

Para evaluar el contenido de materia orgánica se realizó el cálculo del valor normalizado que se detalla a continuación:

- M.O. CBIO: 4,54 %
- M.O. TUNAS: 2,36 %

$$V_n = (I_m - I_{\min}) / (I_{\max} - I_{\min})$$

V_n : valor normalizado del indicador.

I_m: medida experimental del atributo considerado como indicador.

I_{min}: valor mínimo del atributo considerado como indicador.

I_{max}: valor máximo del atributo considerado como indicador.

CBIO: $V_n = (4,54 - 2,0) / (6,0 - 2,0) = 0,635$ (alta calidad)

TUNAS: $V_n = (2,36 - 2,0) / (6,0 - 2,0) = 0,09$ (muy baja calidad)

Tabla 4-15: Evaluación de la materia orgánica.

Valor	Materia orgánica
1	El suelo es pobre en cantidad de materia orgánica.
3	Suelo con mayor presencia de materia y cantidad de materia orgánica
5	Suelo con abundante cantidad de materia orgánica
	Evaluación
CBio	4
Tunas	1

Realizado por: Yumbo K., 2023.

En la tabla 4-15 se evaluó el contenido de materia orgánica teniendo en cuenta el porcentaje obtenido en los análisis químicos de laboratorio. En el CBio hay una cantidad de M.O. de 4,54 % con un valor normalizado de 0,635 siendo de alta calidad, por tanto se le calificó con una puntuación de 4 como lo menciona Cantú et al., 2007; citado en Estrada Herrera et al. (2017, p.

819) en su tabla de clases de calidad de suelos. El cultivo de tunas con 2,36 % de M.O. se le dio una calificación de 1 teniendo en cuenta la tabla Cantú et al., (2007), el valor normalizado fue de 0,09 lo que demuestra que es de muy baja calidad y al no haber muchos nutrientes no hay un funcionamiento adecuado del suelo puesto que la tierra debe contener materia orgánica porque ayuda a determinar la porosidad, la capacidad de infiltración y retención de agua, la resistencia a la erosión hídrica y a la erosión eólica (Apezteguia & Sereno 2002; citado en Méndez 2016, p.8).

4.3.2. Interpretación de la evaluación de agroecosistemas.

Para realizar la interpretación de las evaluaciones efectuadas a cada indicador se elaboró una tabla que permitió dar una calificación que va desde una insostenibilidad hasta una excelencia del suelo.

Tabla 4-16: Interpretación de la evaluación de los indicadores.

Valor	Índice de calidad del suelo	Interpretación
1	Insostenibilidad	Las condiciones del suelo no permiten desarrollo de agricultura, requiere cambios drásticos y urgentes.
2	Insuficiencia	El suelo se encuentra en riesgo de insostenibilidad, requiere pronta intervención
3	Suficiencia	Se trabaja en el suelo con limitaciones, existen condiciones de sobresalir si se realizan intervenciones consistentes.
4	Sobresaliencia	Alcanza buenas condiciones de desarrollo agrícola, con intervención apropiada puede alcanzar niveles excelentes.
5	Excelencia	El suelo está en óptimas condiciones, el agroecosistema alcanza equilibrio y niveles sostenibles de productividad.

Realizado por: Yumbo K., 2023.

Mediante las evaluaciones realizadas se obtuvo un promedio de 4,5 en el Centro de Bioconocimiento, siendo un suelo de muy buena calidad y mediante la tabla 4-16 se muestra que el suelo es sobresaliente estando en buenas condiciones para el desarrollo agrícola donde las propiedades dinámicas del suelo, como el contenido de materia orgánica, la biodiversidad o el desarrollo microbiano temporal, dan forma a la salud del suelo, que está vinculada a la fertilidad sostenible y funcional del suelo, la productividad potencial, la sostenibilidad y la calidad ambiental (Bautista, et al., 2004, p. 90). El cultivo de tunas presenta un promedio de 2,25 ubicándose en un nivel de insuficiencia donde la falta de nutrientes en el suelo puede provocar deficiencias,

la esto ocurre cuando el suelo no proporciona a las plantas los nutrientes esenciales que se reflejan en su desarrollo y productividad, mismos que se reflejan en los análisis químicos obtenidos (INIA, 2018).

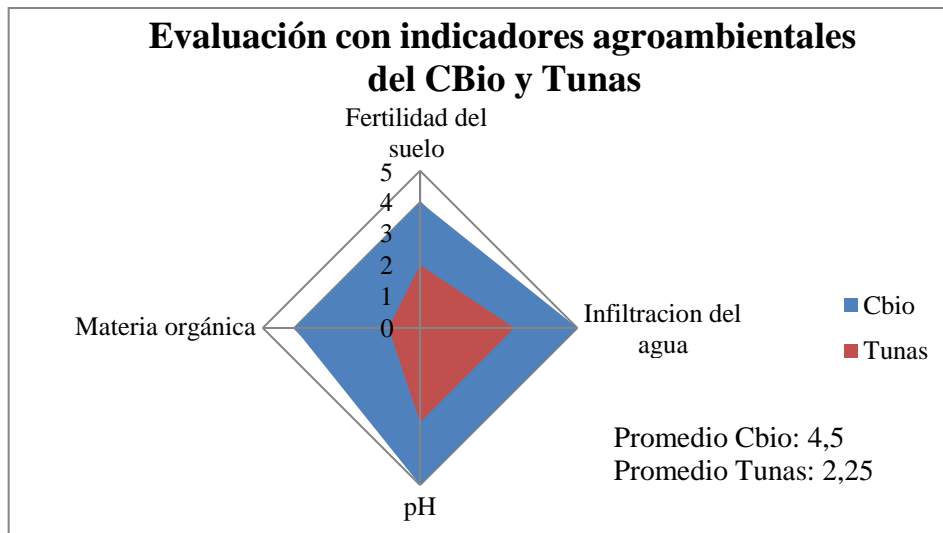


Ilustración 3-34: Evaluación de suelo del CBio y las tunas mediante indicadores agroambientales.

Realizado por: Yumbo K., 2023.

En la ilustración 4-34 se observa un gráfico radial donde se comparó las múltiples variables de calidad de suelo como es la fertilidad del suelo, infiltración de agua, pH y la cantidad de materia orgánica con el fin de observar los valores bajos y altos. Las evaluaciones del CBio cubre casi por completo el gráfico dando a entender su alta calidad y el cultivo de tunas cubre muy poco estando por debajo del CBio siendo de menor calidad.

CONCLUSIONES

- Las prácticas agroecológicas encontradas en el CBio son 12, entre ellas la rotación y asociación de cultivos, cosecha de agua, policultivos, mulching, labranza mínima, cercas vivas, cortina rompe vientos, abonos verdes, biol, compost, lombricultura. En el cultivo de tunas al ser un monocultivo solo se realizan 3 prácticas de manejo como son las podas, limpieza del terreno y uso de abono orgánico, en ambos se realiza riego por goteo y en el caso de la zona 1 también usan el método de aspersión. Dichas actividades cumplen con los principios agroecológicos diseñados por Nicholls, Altieri y Vázquez, y los que más se efectúan son el 3 y 4 que corresponde a mejorar el suelo para que las plantas tengan un mejor desarrollo, donde se aprovecha al máximo la materia orgánica, reduciendo así la pérdida de energía, agua y nutrientes en el suelo. Además, el cumplimiento de los principios beneficia a las propiedades físicas, químicas y biológicas de la tierra haciéndolo más dinámico y evitando la erosión del mismo.
- Los análisis químicos realizados mostraron que ambos suelos analizados presentan un pH neutro de 7,38 y 7,81 lo que representa que hay una mayor cantidad de microorganismos (Soriano Soto, 2018, p. 6) y una conductividad de 0,21 y 0,22 donde no hay presencia de muchas sales, el contenido de materia orgánica y de los elementos primordiales como nitrógeno, fósforo, potasio se encuentran en mayores cantidades en el CBio y en el cultivo de tunas hay en menor porcentaje. Los resultados físicos demuestran que en ambos suelos muestran una textura franco arenoso, el horizonte O no se observó y solo se encontraron los horizontes A, B, C en ambas zonas estudiadas pero en la primera calicata realizada en el CBio solo presenta los horizontes A y B. La compactación del suelo en el CBio es de 247 N teniendo una profundidad de 24 cm y en el cultivo de tunas presentó una resistencia de 485 N por tanto tiene una profundidad de 16 cm porque hay poco espacio en los poros y eso incide en el desarrollo y crecimiento de las raíces de las plantas (FAO, 2015).
- Las evaluaciones efectuadas sobre la calidad del suelo, en el caso de la fertilidad se evaluó el P, K, Ca, Mg, Cu, Mn, Zn y en el CBio todas los elementos se encuentran dentro del rango adecuado por ello la calificación de 4, mientras que en el cultivo de tunas solo el Ca y Mg están en la categoría del rango adecuado para la fertilidad por lo cual se lo calificó con 2. En la infiltración del agua en el CBio fue de 45,6 mm/h siendo moderada, por lo cual el suelo presenta un buen drenaje y capacidad de regadío (Maycotte, 2011, p. 51). y evaluada con 5 mientras que en las Tunas con 66,3 mm/h siendo moderadamente rápido y se lo estimó con un valor de 3 porque esta fuera del rango moderado. Para las evaluaciones del pH y el contenido de M.O. se usó el valor normalizado y la tabla de Cantú, 2007. El pH del CBio se

lo evaluó con una calificación de 5 (7,38 pH) debido a que en la tabla de Cantú representa que es de muy alta calidad y en las tunas se lo calificó con 3 (7,81 pH) ya que con el valor normalizado obtenido y con la tabla de Cantú se encuentra en el rango de exceso. La materia orgánica en el CBio se le dio un valor de 4 porque con la tabla de Cantú es de alta calidad y al cultivo de tunas con 1 debido a que es de muy baja calidad, además la tierra debe contener materia orgánica porque de ello depende la porosidad, capacidad de infiltración y retención de agua (Apezteguia & Sereno 2002; citado en Méndez, 2016, p.8)

RECOMENDACIONES

- El uso de prácticas agroecológicas puede ayudar a mantener la calidad de los suelos por ello es importante conocer el verdadero valor de implementar en actividades agrícolas que se realizan en comunidades, ya que el uso actual con químicos está dañando los suelos provocando una erosión y pérdida en la calidad debido al deterioro de sus propiedades físicas y químicas.
- Es necesario hacer análisis químicos anuales en los suelos debido a que los resultados pueden ser cambiantes y mediante ellos hacer comparaciones con el fin de determinar si hay cambios positivos durante el tiempo.
- Realizar una evaluación del suelo con indicadores agroambientales puede ayudar a determinar la calidad del mismo e identificar los problemas que presenta el suelo.

BIBLIOGRAFÍA:

AGROCALIDAD. *Instructivo INT/SFA/10 Muestreo para análisis de foliare* [en línea], 2018, 3, p. 4. [Consulta: 21 octubre 2022]. Disponible en: <https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/agua6.pdf>

ALTIERI, Miguel A. Breve reseña sobre los orígenes y evolución de la Agroecología en América Latina. *Agroecología* [en línea], 2015, 10 (2), p. 7. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300771/216191>

ÁLVAREZ SOLÍS, José D. & ANZUETO MARTÍNEZ, Manuel de J. Actividad microbiana del suelo bajo diferentes sistemas de producción de maíz en los altos de Chiapas, México. *Agrociencia* [en línea], 2004, México, 38(1), p.14, [Consulta: 30 octubre 2022]. ISSN: 1405-3195. Disponible en: https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/1358/1/100000032901_documento.pdf

ÁLVAREZ, J.; et. al. Los micronutrientes un factor importante en muchos cultivos. *Fundación para la Diabetes Novo Nordisk* [en línea], 2020, 21, p. 614. [Consulta: 06 febrero 2023]. Disponible en: https://www.miteco.gob.es/ministerio/pags/Biblioteca/Revistas/pdf_Agri/Agri_2003_854_612_618.pdf

ARANGO OROZCO, María Juliana. Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos [en línea] (Trabajo de titulación), Corporación Universitaria Lasallista, Facultad de Ciencias Administrativas y Agropecuarias, Especialización en Gerencia Agropecuaria. Caldas – Antioquia. 2017. p. 10. [Consulta: 2022-10-21]. Disponible en: http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2036/1/Abonos_organicos_alternativa_conservacion_mejoramiento_suelo.pdf

BARRIETOS RAMOS, Leonor Alayda & ROJAS CABRERA, Damaris Elizabeth. Efecto del compost de residuos orgánicos y estiércol vacuno en suelo franco arenoso de la Asociación Vivienda La Bloquetera - Villa María del Triunfo [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Peruana Union. 2020. p. 30. [Consulta: 2023-02-12]. Disponible en: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3286/Leonor_Tesis_Licenciatura_2020.pdf?sequence=4&isAllowed=y

BOHÓRQUEZ SANTANA, Wilson. *El proceso de compostaje*. [en línea]. Bogotá–Colombia. Ediciones Unisalle. 2019, p. 9. [Consulta: 21 octubre 2022]. Disponible en: https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=X_1DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=que+es+compost&ots=0IoT5Y_Hud&sig=8Jf2X5kDHz0Z8d5tK_Eepx-2hiY#v=onepage&q=que%20es%20compost&f=false

X_1DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA7&dq=que+es+compost&ots=0IoT5Y_Hud&sig=8Jf2X5kDHz0Z8d5tK_Eepx-2hiY#v=onepage&q=que%20es%20compost&f=false

CALDERÓN MEDINA, Claudia L.; et al., Propiedades químicas, físicas y biológicas del suelo, indicadores del estado de diferentes ecosistemas en una terraza alta del departamento del Meta. *Orinoquia*. [en línea], 2018, 22 (2), p. 143. [Consulta: 28 diciembre 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v22n2/0121-3709-rori-22-02-00141.pdf>

CAMACHO TAMAYO, Jesús H., et al. Evaluación de textura del suelo con espectroscopía de infrarrojo cercano en un oxisol de Colombia. *Colombia forestal* [en línea], 2017, 20 (1), p. 6. [Consulta: 5 enero 2023]. ISSN 0120-0739. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/cofo/v20n1/v20n1a01.pdf>

CASTELLANOS, R. J. 2000, Manula de Interpretación de Análisis de Suelos y Aguas, Ed. *Intagri. Gto.*, México. p. 186.

COTLER, Helena, et al. La conservación de suelos: un asunto de interés público. *Gaceta ecológica* [en línea], 2007, 83, p. 6. [Consulta: 27 diciembre 2022]. ISSN: 1405-2849. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/539/53908302.pdf>

DELGADILLO, Oscar & PÉREZ, Luís. Medición de la infiltración del agua en el suelo. *Centro andino para la gestión y uso del agua* [en línea], 2016, p. 1. [Consulta: 11 febrero 2023]. Disponible en: http://www.centro-agua.umss.edu.bo/wp-content/uploads/2022/04/S_T_12016_Medicion_infiltracion_doble_anilla.pdf

DELGADO LONDOÑO, Diana María. Aplicación de enmiendas orgánicas para la recuperación de propiedades físicas del suelo asociadas a la erosión hídrica. *Lámpsakos* [en línea], 2017, Colombia, 17, p. 78. [Consulta: 31 octubre 2022]. ISSN: 2145-4086. Disponible en: <https://revistas.ucatolicaluisamigo.edu.co/index.php/lampsakos/article/view/1907/1995>

ELIZONDO, M. Guía para la toma de muestras de suelo y tejidos foliares para el diagnóstico de la fertilidad. Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria. [en línea], 2019, p. 13. [Consulta: 1 febrero 2023] ISBN 978-9968-586-39-9. Disponible en: http://www.platicar.go.cr/images/buscador/documents/pdf/2019/Muestreo_de_Suelos_min_ed

ESTEBAN NIETO, Nicomedes. Tipos de investigación. [en línea], 2018, 1, p. 2. [Consulta: 01 diciembre 2022]. Disponible en: <http://repositorio.usdg.edu.pe/bitstream/USDG/34/1/Tipos-de-Investigacion.pdf>

ESTRADA HERREA et al. Indicadores de calidad de suelo para evaluar su fertilidad. *Agrociencia* [en línea], 2017, 51, p. 819. [Consulta: 23 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v51n8/1405-3195-agro-51-08-813.pdf>

FAO. Estado mundial del recurso del suelo (EMRS) - Resumen Técnico [en línea], Roma-Italia, 2015, p. 10. ISBN 978-92-5-308960-4. [Consulta: 26 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i5126s/i5126s.pdf>

GARZÓN PASTRANA, Diego Alejandro. Análisis preliminar de las propiedades del suelo al establecer barreras vivas en la vereda Santa Teresa de San Juan de Rioseco (Cundinamarca) [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Libre, Facultad de Ingeniería. Bogotá-Colombia. 2017, p. 31. [Consulta: 2022-10-25]. Disponible en: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/11166/Proyecto%20de%20Grado%20Diego%20Alejandro%20Garzon%20Pastrana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GÓMEZ RODRÍGUEZ, Olga & **ZAVALETA MEJÍA**, Emma. La Asociación de Cultivos una Estrategia más para el Manejo de Enfermedades, en Particular con *Tagetes spp.* *Revista Mexicana de Fitopatología* [en línea] 2001, 19 (1), p. 96. [Consulta: 25 octubre 2022]. ISSN: 0185-3309. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/612/61219114.pdf>

GÓMEZ SOLIS, William. Biojardineras y Cosecha de agua de lluvia (Reservorios y sistema de purificación) [en línea], 2016, p. 51. [Consulta: 24 octubre 2022]. Disponible en: https://repositorio.una.ac.cr/bitstream/handle/11056/17555/GOMEZ_SOLIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GÓMEZ TORRES, Edagar. Propuesta de un sistema de labranza reducida (LR) en las haciendas Avelina y Buchitolo del valle del Cauca, Colombia [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad nacional abierta y a distancia (UNAD). Escuela de ciencias agrarias, pecuarias y del medio ambiente. Palmira, Colombia. 2019. p. 24. [Consulta: 2022-10-30]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/27949/%20%09egomez.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GÓMEZ, Fernando; et al. “Las bases epistemológicas de la agroecología” *Agrociencia* [en línea], 2015, 49(6), pp. 680. [Consulta: 10 octubre 2022]. ISSN 2521-9766. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v49n6/v49n6a7.pdf>

GONZÁLEZ CUETO, Omar. et al. Análisis de los factores que provocan compactación del suelo agrícola. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias* [en línea], 2009, 18(2), p. 60. [Consulta: 22 noviembre 2022]. ISSN: 1010-2760. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/932/93215937011.pdf>

GORTAIRE A, Roberto & **INTRIAGO**, Richard. “Agroecología en el Ecuador. Proceso histórico, logros, y desafíos” *Agroecología*. [en línea], 2016, 17 (2), p. 101. [Consulta: 26 diciembre 2022]. Disponible en: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/330131/229241>

GORTAIRE A, Roberto. “Agroecología en el Ecuador. Proceso histórico, logros, y desafíos” *Antropología: Cuadernos de Investigación*. [en línea]. 2017, 17, p. 13. [Consulta: 10 octubre 2022] ISSN 1390-4256. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7567032>

GRAJALES, Tevni. Tipos de investigación. [en línea], 2000, 14, p. 2. [Consulta: 01 diciembre 2022]. Disponible en: <https://cmapspublic2.ihmc.us/rid=1RM1F0L42-VZ46F4-319H/871.pdf>

GUTIÉRREZ CEDILLO, Jesús Gastón, et al. Agroecología y sustentabilidad. *Convergencia*. [en línea] 2008, 15 (4), p.59. [Consulta: 12 octubre 2022]. ISSN 1405-1435. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/conver/v15n46/v15n46a4.pdf>

GUZMÁN CASADO, Gloria I. & **ALONSO MIELGO**, Antonio M. Buenas prácticas en producción ecológica. *Uso de Abonos verdes*. [en línea]. 2008, p. 4. [Consulta: 11 enero 2023]. Disponible en: http://www.agroecologia.net/recursos/publicaciones/bppe/Uso_de_Abonos_Verdes_tcm7-187426.pdf

HECHT, Susana. La evolución del pensamiento agroecológico. *Agroecología: bases científicas para una agricultura sustentable* [en línea] 1999, 4, p. 18. [Consulta: 10 octubre 2022] Disponible en: <http://doctoradoagroecologia2010.pbworks.com/f/EvolPensEcol+HECHT.pdf>

HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto, et al. Metodología de la investigación. *Guía para realizar investigaciones sociales Plaza y Valdés* [en línea], 2006, p. 245. [Consulta: 01 diciembre 2022]. Disponible en: https://www.uv.mx/personal/cbustamante/files/2011/06/Metodologia-de-la-Investigaci%C3%83%C2%B3n_Sampieri.pdf

ILLAPA APUGLLÓN, Diego Paúl. Evaluación de las prácticas de manejo agroecológico para la recuperación de suelos degradados en San Miguel de Quera – Cacha. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2022. p. 55.

JULCA-OTINIANO, Alberto, et al., La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. *IDESIA*. [en línea], 2006, 24, 1, p. 50. [Consulta: 11 febrero 2023]. Disponible en: <https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v24n1/art09.pdf>

LEÓN SICARD, T. E. “Agroecología: Desafíos de una ciencia en construcción.”, *Agroecología* [en línea], 2009, 4, p. 9. [Consulta: 10 octubre 2022]. Disponible en: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/117121/110791>

LOPEZOSA, Carlos. Entrevistas semiestructuradas con NVivo: pasos para un análisis cualitativo eficaz. *Anuario de Métodos de Investigación en Comunicación Social* [en línea]. 2020, 1, pp. 89. [Consulta: 23 noviembre 2022]. Disponible en: https://repositori.upf.edu/bitstream/handle/10230/44605/Lopezosa_Methodos_08.pdf?sequence=1&isAllowed=y

LUGO PERREA, L. & RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ, L. El agroecosistema: ¿objeto de estudio de la agroecología o de la agronomía ecologizada? Anotaciones para una tensión epistémica. *Inter disciplina* [en línea] 2018, 6 (14), p. 91. [Consulta: 10 octubre 2022]. ISSN 2448-5705. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/interdi/v6n14/2448-5705-interdi-6-14-89.pdf>

MALDONADO PAUCAR, Alejandro David. Evaluación de diferentes dosis de hexametafosfato de sodio (NaPO₃)₆, en la determinación de tres tipos texturales de suelo, Mediante el método de Bouyoucos. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Central del Ecuador. Ciencias Agrícolas. Ingeniería Agronómica. Ecuador – Quito. 2016. pp. 19 -23. [Consulta: 2023-01-07]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8135/1/T-UCE-0004-42.pdf>

MARÍN RIVERA, Jenny Vanessa, et al. La agroecología: alternativa de desarrollo sustentable ante la crisis ambiental en un mundo globalizado. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. [en línea], 2018, 9 (2), p. 71. [Consulta: 26 diciembre 2022]. Disponible en: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/2196/2833>

MAYCOTTE MORALES, Carlos César. Edafología 1. 2011, pp. 27-51.

MÉNDEZ VALDIVIEZO, Edison Geovanny. Validación del método analítico Walkley y Black de materia orgánica en suelos arcillosos, francos y arenosos del Ecuador. [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Central del Ecuador. Quito-Ecuador. 2016. p. 8. [Consulta: 2023-02-12]. Disponible en: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/8137/1/T-UCE-0004-43.pdf>

MENDOZA, R. y ESPINOZA, A. Guía Técnica para muestreo de suelos. *Universidad Nacional Agraria y Catholic Relief Services* [en línea], 2017, pp. 19-34. [Consulta: 21 octubre 2022]. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/3613/1/P33M539.pdf>

MOLINA, Lizeth D. & **LOZANO**, Liliana P. La desertificación del suelo, aspectos y estrategias de lucha. *Publicaciones e Investigación* [en línea], 2016, Colombia, 10, pp. 118-121. [Consulta: 31 octubre 2022]. Disponible en: <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion/article/view/1591/1923>

MONTATIXE SÁNCHEZ, Christian Iván & **ECHE ENRIQUEZ**, Mauricio David. Degradación del suelo y desarrollo económico en la agricultura familiar de la parroquia Emilio María Terán, Píllaro. *Siembra* [en línea], 2021, 8 (1), p. 2. [Consulta: 26 diciembre 2022]. ISSN 2477-8850. Disponible en: <http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/siembra/v8n1/2477-8850-siembra-08-01-01735.pdf>

NICHOLLS, Clara I, et al. Agroecología: Principios para la conversión y el rediseño de sistemas agrícolas. *Agroecología* [en línea], 2015, 10 (1), pp. 65-66. [Consulta: 18 octubre 2022]. Disponible en: <https://revistas.um.es/agroecologia/article/view/300741/216161>

OBERSCHHELP, Javier, et. al. Cortinas forestales: rompevientos y amortiguadoras de deriva de agroquímicos. *EEA Concordia* [en línea], 2020, Argentina, p. 1. [Consulta: 27 octubre 2022]. ISBN 978-987-8333-42-7. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Mastrandrea-Ciro-2/publication/342752121_Cortinas_forestales_rompevientos_y_amortiguadoras_de_deriva_de_

agroquimicos/links/5f04dcd5299bf1881608e8ee/Cortinas-forestales-rompimientos-y-amortiguadoras-de-deriva-de-agroquimicos.pdf

PARRA LEÓN, V.J., ZURITA POLO, S.M. y HERNÁNDEZ ALLAUCA, A.D. "Importancia de los Centro de Bioconocimiento para la difusión del manejo sustentable de los Recursos Naturales en la Educación Superior". *Revista Científica Dominio de las Ciencias* [en línea], 2021, (Ecuador), 7 (4), pp. 143-152. ISSN: 2477-8818 [Consulta: 26 diciembre 2022]. Disponible en: <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2086/0>

PDOT, Chimborazo. [en línea], 2015, p. 34. [Consulta: 26 diciembre 2022]. Disponible en: <https://archivos.chimborazo.gob.ec/lotaip/ANEXOS/ANEXOS4/1.%20%20PDOT%20Chimborazo.pdf>

PELÁEZ CARMONA, Luisa Fernanda. "Comparación de dos modelos productivos de estragón (*Artemisia dracunculoides*) bajo criterio de indicadores agroambientales en el Oriente Antioqueño" [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, Departamento de Geociencias y Medio Ambiente. Medellín, Colombia. 2017 p. 90. [Consulta: 2023-02-06]. Disponible en: <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/60271/1037586341.2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

PÉREZ ROSALES, Alejandro; et al., Capacidad de intercambio catiónico: descripción del método de la tiourea de plata (AgTU+n). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* [en línea]. 2017, 8 (1), p. 172. [Consulta: 28 diciembre 2022]. Disponible en: <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v8n1/2007-0934-remexca-8-01-171.pdf>

POLO, Luis Ángel. MACRONUTRIENTES Y MICRONUTRIENTES [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad de Sucre. Facultad de educación y ciencias. 2016, pp. 3-4.

PORTA, Jaume et al. *EDAFOLOGÍA: Uso y protección de suelos* [en línea], 4^{ta} ed. Madrid-España: Mundi-Prensa, 2019. pp. 22, 257. [Consulta: 27 diciembre 2022]. Disponible en: <https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=SZ3BDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA5&dq=suelos&ots=3KMHvsopbg&sig=9pG1CZFvFQdJzHJ0rSPR1Q-dHCk#v=onepage&q=suelos&f=false>

QUIROGA, Alberto Raúl; et al., La materia orgánica como indicador de cambios en la calidad de los suelos influenciados por el manejo. *Manejo y conservación de suelos. Con especial*

énfasis en situaciones argentinas [en línea], 2017, 5, p. 3. [Consulta: 11 febrero 2023].

Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Juan-Galantini/publication/333996668_La_materia_organica_como_indicador_de_cambios_en_la_calidad_de_los_suelos_influenciados_por_el_manejo/links/5d120cd6299bf1547c7cb40a/La-materia-organica-como-indicador-de-cambios-en-la-calidad-de-los-suelos-influenciados-por-el-manejo.pdf

RIVERA, Evelin; et al., pH como factor de crecimiento en plantas. *Revista de iniciación científica* [en línea], 2018, 4, p. 102. [Consulta: 28 diciembre 2022]. Disponible en: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/1829/2639>

RUFFO, M. L.; PARSONS, A. Cultivos de cobertura en sistemas agrícolas. *Informaciones agronómicas del cono sur*. [en línea], 2004, Argentina, 21 (1), p. 13. [Consulta: 27 octubre 2022]. Disponible en: [http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/B7943BF2B6036328852579990060EBB9/\\$FILE/Cultivo%20Cobertura-Matias%20Ruffo.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-lacs.nsf/0/B7943BF2B6036328852579990060EBB9/$FILE/Cultivo%20Cobertura-Matias%20Ruffo.pdf)

RUIZ REYES, L & CARMONA ALVARADO, F. A. La investigación documental para la comprensión ontológica del objeto de estudio [en línea] (Trabajo de titulación). (doctoral) Universidad Simón Bolívar, Barranquilla y Cúcuta. Colombia. 2020. p. 1. [Consulta: 2022-09-23]. Disponible en: <https://bonga.unisimon.edu.co/bitstream/handle/20.500.12442/6630/La%20investigaci%3bn%20documental%20para%20la%20compresi%3bn%20ontol%3bgica%20del%20objeto%20de%20estudio.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

SEPÚL VEDA, Constanza González. Estudios de infiltración y determinación de la constante de permeabilidad en los suelos de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Talca [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad de Chile. Chile. 2020. p.20. [Consulta: 2023-02-11]. Disponible en: <http://dspace.otalca.cl/bitstream/1950/12991/3/2020A000734.pdf>

SISA BENAVIDES, Ligia Andrea. Implementación del sistema silvopastoril (ssp) modelo cercas vivas y barreras rompevientos en las veredas páramo y tobal del municipio de Tutazá Boyaca [en línea] (Trabajo de titulación). Universidad Nacional Abierta y a distancia- UNAD. Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del medio ambiente. Colombia-Bogotá. 2017. p. 21. [Consulta: 2023-01-09]. Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/13775/IMPLEMENTACI%3n%20DEL%20SISTEMA%20SILVOPASTORIL%20CERCAS%20VIVAS%20Y%20BARRERAS>

URBINA, Edith Cueto. Investigación cualitativa. *Applied Sciences in Dentistry* [en línea], 2020, 1 (3), p. 1. [Consulta: 01 diciembre 2022]. Disponible en: <https://ieya.uv.cl/index.php/asid/article/download/2574/2500>

VEGA, Cvetkovic A. Estudios transversales. *Medicina Humana* [en línea], 2021, 21 (1), p. 180. [Consulta: 01 diciembre 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/rfmh/v21n1/2308-0531-rfmh-21-01-179.pdf>

VINCHIRA VILLARRAGA, Diana Marcela & **MORENO-SARMIENTO**, Nubia. Control biológico: Camino a la agricultura moderna. *Revista Colombiana de Biotecnología* [en línea], 2019, 21 (1), p. 2. [Consulta: 26 diciembre 2022]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/biote/v21n1/0123-3475-biote-21-01-2.pdf>

ZAFRA GALVIS, Orlando. Tipos de Investigación. *General José María Córdova* [en línea], 2006, 4 (4), p. 13. [Consulta: 01 diciembre 2022]. ISSN: 1900-6586. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/4762/476259067004.pdf>



ANEXOS

ANEXO A: PREGUNTAS Y ENTREVISTAS.

Descripción: Se realizó las entrevistas a los actores claves que están relacionados con las zonas estudiadas y para ellos se preguntó lo siguiente:

¿Cuáles son las prácticas de conservación realizan?

¿Qué prácticas agroecológicas realiza para conservar el suelo?

¿Cuál es la importancia de prácticas agroecológicas?

¿Cómo fertilizan los cultivos?

¿Cómo realizan el riego?



ANEXO B: VISITAS INSITU.

Descripción: Se hizo la visita InSitu al Cbio y al Cultivo de Tunas para recabar información acerca de las prácticas agroecológicas que se están realizando.



ANEXO C: REALIZACIÓN DE CALICATAS.

Descripción: Se realizó las calicatas con la finalidad de observar los perfiles del suelo y medir los horizontes, con ayuda la tabla de Munshell observar el color del suelo.



ANEXO D: PRUEBAS DE COMPACTACIÓN E INFILTRACIÓN DEL AGUA.

Descripción: Se hizo las pruebas de compactación en forma de zigzag en el CBio y el cultivo de Tunas tomando 15 datos. Para la infiltración del agua se hizo dos agujeros de 30x30 de 40 cm en cada zona del método de Porchet.

Compactación del suelo



Infiltración del agua.



ANEXO E: TOMA DE MUESTRAS DE SUELOS.

Descripción: Se realizó la toma de muestras de suelos para los análisis de laboratorio, en total de 15 muestras simples para formar una muestra compuesta.





ANEXO F: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS DE LABORATORIO.



DATOS DEL CLIENTE

Cliente: Kuyllur Yumbo Grefa
Dirección: Sánchez de Orellana y José A Lequerica **Telefono:** 0987066871
Provincia: Chimborazo **Canton:** Riobamba

INFORMACION DE LA MUESTRA

Tipo de Muestra: suelo **Fecha de ensayo:** del 10 de enero al 29 de enero
Fecha de toma de muestra: 10/1/2022 **Dirección de la muestra:**
Fecha de recepción: 11/1/2022 **ID. Lab** 49,4
Observaciones: cultivo anterior Cultivo actual:

RESULTADOS						
Id.Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
Zona 2	N TOTAL	kjeldahl	0,12	%	bajo	Volumétrica
	P	Olsen mod.	10,0	ppm	medio	Colorimetrico
	K	Ac.Am	0,15	meq/100g	bajo	A.atômica
	Ca	Ac.Am	5,0	meq/100g	alto	A.atômica
	Mg	Ac.Am	1,6	meq/100g	alto	A.atômica
	Cu	Olsen mod.	2,0	ppm	medio	A.atômica
	Mn	Olsen mod.	1,0	ppm	bajo	A.atômica
	Zn	Olsen mod.	2,0	ppm	bajo	A.atômica
	PH	H2O 1:2,5	7,81		Alcalino	Potenciometrico
	M.O.	W-B	2,36	%	bajo	Gravimetrico
	C.E	H2O 1:2,5	0,22	mmhos/cm	no salino	Conductimetrico
	Textura	dase textural	Franco arenoso	arena %		bouyoucus
				limo %		
				arcilla %		
Ca/Mg	calculo	3,0	meq/100g	Optimo	N/A	
Mg/K	calculo	10,9	meq/100g	Optimo	N/A	
(Ca+Mg)/K	calculo	44,2	meq/100g	alto	N/A	



0980622817/0985458514
 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



DATOS DEL CLIENTE

Cliente: Kuyllur Yumbo Grefa
Dirección: Sánchez de Orellana y José A Lequerica **Telefono:** 0987066871
Provincia: Chimborazo **Canton:** Riobamba

INFORMACION DE LA MUESTRA

Tipo de Muestra: suelo **Fecha de ensayo:** del 10 de enero al 29 de enero
Fecha de toma de muestra: 10/1/2022 **Dirección de la muestra:**
Fecha de recepción: 11/1/2022 **ID. Lab** 49,3
ultivo anterior **Cultivo actual:**
Observaciones:

RESULTADOS

Id.Cliente	Parametros		Resultado	Unidad	Nivel	Técnica analítica
Zona 1	N TOTAL	kjeldahl	0,16	%	bajo	Volumétrica
	P	Olsen mod.	16,3	ppm	medio	Colorimétrico
	K	Ac.Am	0,22	meq/100g	bajo	A.atómica
	Ca	Ac.Am	5,6	meq/100g	alto	A.atómica
	Mg	Ac.Am	1,8	meq/100g	alto	A.atómica
	Cu	Olsen mod.	3,3	ppm	medio	A.atómica
	Mn	Olsen mod.	6,0	ppm	bajo	A.atómica
	Zn	Olsen mod.	3,0	ppm	bajo	A.atómica
	PH	H2O 1:2,5	7,38		Alcalino	Potenciometrico
	M.O.	W-B	4,54	%	bajo	Gravimetrico
	C.E	H2O 1:2,5	0,21	mmhos/cm	no salino	Conductimetrico
	Textura	dase textural	Franco arenoso	arena %		bouyoucus
				limo %		
				arcilla %		
	Ca/Mg	calculo	3,1	meq/100g	Optimo	N/A
Mg/K	calculo	12,8	meq/100g	Optimo	N/A	
(Ca+Mg)/K	calculo	52,8	meq/100g	alto	N/A	



0980622817/0985458514
 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



esPOCH

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: 29 / 06 / 2023

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: Kuyllur Yumbo Grefa
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: Recursos Naturales
Carrera: Recursos Naturales Renovables
Título a optar: Ingeniero en Recursos Naturales Renovables
f. responsable: Ing. Cristhian Fernando Castillo Ruiz




Ing. Cristhian Castillo

1138-DBRA-UTP-2023