



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

SEDE MORONA SANTIAGO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO EN EL SISTEMA
PRODUCTIVO DE PITAHAYA EN EL CANTÓN PALORA,
PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO**

Trabajo de Integración Curricular

Tipo: Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

INGENIERA AMBIENTAL

AUTOR: ANGHELA VIVIANA RODRIGUEZ TACURI

DIRECTOR(A): Ing. / Mgs. MIGUEL ÁNGEL OSORIO RIVERA

Macas – Ecuador

2022

© 2022, Anghela Viviana Rodriguez Tacuri

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, Anghela Viviana Rodríguez Tacuri, 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/autora asumo la responsabilidad legal y académica de los contenidos de este trabajo de titulación; el patrimonio intelectual pertenece a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Macas, 20 de diciembre del 2022



Anghela Viviana Rodríguez Tacuri

C.C 1104814866

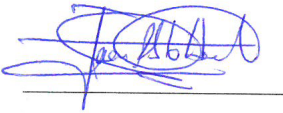
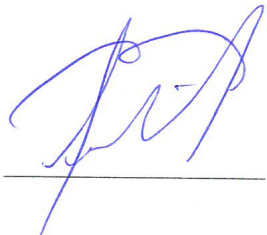

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

SEDE MORONA SANTIAGO

FACULTAD DE CIENCIAS

CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El trabajo de titulación; tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO EN EL SISTEMA PRODUCTIVO DE PITAHAYA EN EL CANTÓN PALORA**, realizado por la señorita: **ANGHELA VIVIANA RODRIGUEZ TACURI**, ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del trabajo de titulación, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	FIRMA	FECHA
Ing. / Mg. Juan Pablo Haro Altamirano PRESIDENTE DEL TRIBUNAL		2022-12-20
Ing. / Mgs. Miguel Ángel Osorio Rivera DIRECTOR(A) DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-20
Ing/Mgs. Sandra Elizabeth López Sampedro ASESOR(A) DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR		2022-12-20

DEDICATORIA

Primero y más importantes este trabajo se lo dedico a mis padres Henry y Yadira, ya que son mi pilar fundamental y sin su apoyo en mi formación académica no estaría hoy cumpliendo una meta más en mi vida, me han dado todo lo que soy ahora, me han inculcado mis valores, principios y sobre todo a no rendirme jamás ni darme por vencida por más difícil que sea la situación, todo ello de una manera desinteresada y con todo su amor. A mi único hermano Jonathan por impulsarme a querer ser mejor cada día y ser una hermana mayor de la cual este orgulloso; a mis abuelos paternos y maternos, que siempre me han brindado su apoyo moral, cariño y me han dado motivos para alcanzar esta meta. Finalmente, a Charles, por el apoyo incondicional sin importar las circunstancias ya que siempre estuvo con una palabra de apoyo me hizo sentir que yo si podía y motivarme a seguir adelante.

Anghela

AGRADECIMIENTO

No puedo terminar esto, sin agradecer primero a Dios por permitirme acabar mi carrera universitaria, y no desampararme nunca, junto a mi Virgencita del Cisne que siempre guiaron mi camino.

Gracias siempre a mis padres por estar siempre cuando los necesito, por no desprotegerme todos estos años de estudio, especialmente a mi amado padre Henry que con su trabajo supo sacarme adelante a mí y a mi hermano, sin negarnos nada, nos brindó las herramientas necesarias para que podamos seguirnos preparando y a mi madre, Yadirá que sin importar las horas de amanecida haciendo mis trabajos y obligaciones siempre ha estado ahí para brindarme un plato de comida, una taza de café y ser mi paño de lágrimas en mis momentos de estrés.

A mi director que fue un apoyo para poder concluir este trabajo y a mis docentes que a lo largo de mi carrera tuve, y estuvieron guiándome y aportándome con su conocimiento para que mi preparación sea un éxito.

A mis amigos, Angie, Jennifer, Valeria y Anthony, por ser ese apoyo en la universidad, por siempre tener esas ganas de trabajar en equipo y llegar a formar esta linda amistad.

Y finalmente gracias a esta Institución por acogerme 4 años de mi vida académica, brindarme, alegrías, angustias y motivaciones para superarme cada día más.

Anghela

INDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS	xii
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xv
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
INTRODUCCIÓN	1

CAPITULO I

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Limitaciones y delimitaciones	4
1.2.1. <i>Limitaciones</i>	4
1.2.1.1. <i>Población</i>	4
1.2.1.2. <i>Recursos económicos</i>	4
1.2.1.3. <i>Tiempo</i>	4
1.2.1.4. <i>Área geográfica</i>	5
1.2.2. <i>Delimitaciones</i>	5
1.2.2.1. <i>Delimitaciones del contenido</i>	5
1.2.2.2. <i>Delimitación espacial</i>	5
1.2.2.3. <i>Delimitación temporal</i>	5
1.3. Problema general de investigación.....	5
1.4. Problemas específicos de investigación	6
1.5. Objetivos.....	6
1.5.1. <i>Objetivo general</i>	6
1.5.2. <i>Objetivos específicos</i>	6
1.6. Justificación.....	7
1.6.1. <i>Justificación teórica</i>	7
1.6.2. <i>Justificación metodológica</i>	7
1.7. Hipótesis	8
1.7.1. <i>Hipótesis general</i>	8
1.7.2. <i>Hipótesis específicas</i>	8

CAPÍTULO II:

2.	MARCO TEÓRICO	9
2.1.	Antecedentes de investigación	9
2.2.	Bases Conceptuales	11
2.2.1.	<i>Pitahaya</i>	11
2.2.2.	<i>Suelo</i>	11
2.2.3.	<i>Suelo agrícola</i>	12
2.2.4.	<i>Calidad del suelo</i>	13
2.2.5.	<i>Índice e indicadores de calidad del suelo</i>	14
2.2.6.	<i>Macrofauna edáfica</i>	14
2.2.7.	<i>Plan de manejo agrícola</i>	14
2.3.	Bases Teóricas	14
2.3.1.	<i>Pitahaya en Ecuador</i>	14
2.3.2.	<i>Descripción botánica de la pitahaya</i>	15
2.3.3.	<i>Morfología de la pitahaya</i>	16
2.3.3.1.	<i>Sistema radicular</i>	16
2.3.3.2.	<i>Tallo</i>	16
2.3.3.3.	<i>Flores</i>	17
2.3.3.4.	<i>Fruto</i>	17
2.3.4.	<i>Composición física y química de la pitahaya</i>	18
2.3.5.	<i>Morfología del suelo</i>	19
2.3.5.1.	<i>Material mineral</i>	19
2.3.5.2.	<i>Materia orgánica</i>	20
2.3.5.3.	<i>Agua y aire</i>	20
2.3.6.	<i>Propiedades físicas del suelo</i>	20
2.3.6.1.	<i>Textura</i>	20
2.3.6.2.	<i>Estructura</i>	22
2.3.6.3.	<i>Color</i>	24
2.3.6.4.	<i>Densidad</i>	25
2.3.6.5.	<i>Porosidad</i>	26
2.3.7.	<i>Propiedades químicas del suelo</i>	26
2.3.7.1.	<i>Macro - micronutrientes del suelo</i>	26
2.3.7.2.	<i>pH</i>	27
2.3.7.3.	<i>Conductividad eléctrica (CE)</i>	28

2.3.8.	<i>Propiedades biológicas del suelo</i>	28
2.3.8.1.	<i>Organismos del Suelo</i>	28
2.3.8.2.	<i>Materia orgánica</i>	29
2.3.9.	<i>Contaminación del suelo agrícola</i>	29
2.3.10.	<i>Indicadores de calidad</i>	29
2.3.10.1.	<i>Indicadores físicos de calidad</i>	30
2.3.10.2.	<i>Indicadores químicos</i>	31
2.3.10.3.	<i>Indicadores biológicos</i>	33
2.3.11.	<i>Índices de la Calidad del Suelo</i>	34
2.3.11.1.	<i>¿Qué es un índice de calidad del suelo?</i>	34
2.3.11.2.	<i>Índice de calidad normalizada (ICS) (Normalized quality index-QUIN)</i>	34
2.3.11.3.	<i>Índice de calidad del suelo mediante macrofauna</i>	35
2.4.	Base Legal	37
2.4.1.	<i>Constitución de la República del Ecuador</i>	37
2.4.2.	<i>Acuerdo Ministerial 097</i>	38
2.4.3.	<i>Registro Oficial 387</i>	38

CAPÍTULO III

3.	MARCO METODOLÓGICO	39
3.1.	Enfoque de investigación	39
3.2.	Nivel de investigación	39
3.3.	Diseño de la investigación	39
3.3.1.	<i>Según la manipulación o no de la variable</i>	40
3.3.2.	<i>Según las intervenciones en el trabajo de campo</i>	40
3.4.	Tipo de estudio	40
3.5.	Población y planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra	41
3.5.1.	<i>Registro de coordenadas de la zona de estudio</i>	41
3.5.2.	<i>Área de estudio</i>	41
3.5.3.	<i>Población de estudio</i>	42
3.5.4.	<i>Planificación</i>	43
3.6.	Métodos, técnicas e instrumentos de investigación	43
3.6.1.	<i>Determinar la calidad del suelo</i>	43
3.6.1.1.	<i>Método</i>	43
3.6.1.2.	<i>Técnicas (detalle de cada parámetro y mediciones)</i>	43
3.6.1.3.	<i>Equipos e instrumentos</i>	46

3.6.1.4.	<i>Área de muestreo</i>	47
3.6.2.	<i>Análisis físico – químicos del suelo</i>	52
3.6.3.	<i>Comparación de los índices de calidad</i>	54
3.6.3.1.	<i>Métodos</i>	54
3.6.3.2.	<i>Técnicas</i>	54
3.6.3.3.	<i>Instrumentos</i>	54

CAPÍTULO IV

4.	MARCO ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	55
4.1.	Resultados de análisis	55
4.1.1	<i>Selección de CMD</i>	55
4.1.2	<i>Determinación del ICA del suelo</i>	56
4.1.3	<i>Variaciones de variables analizadas</i>	58
4.1.3.1	<i>pH</i>	58
4.1.3.2	<i>Macro y micronutrientes</i>	60
4.1.3.3	<i>Presencia de %M.O, Σde Bases, Mg y Ca.</i>	61
4.1.4	<i>Determinación de la calidad del suelo a partir de la macrofauna</i>	62
4.1.5	<i>Análisis multivariado para la correlación de la macrofauna y los micronutrientes en las fincas productoras de pitahaya del cantón Palora</i>	65
4.1.5.1	<i>Análisis de componentes principales</i>	65
4.1.5.2	<i>Escalamiento multidimensional no-métrico</i>	70

CAPÍTULO V

5.	MARCO PROPOSITIVO	72
5.1.	Modelo de Plan de Manejo Agrícola	72
5.1.1	<i>Ficha técnica de datos generales</i>	72
5.1.2	<i>Introducción</i>	72
5.1.3	<i>Características generales</i>	73
5.1.4	<i>Postulado de visión de la finca</i>	73
5.1.5	<i>Plan de manejo agrícola</i>	73
5.1.5.1	<i>Principios e intenciones de las buenas prácticas agrícolas</i>	73
5.1.5.2	<i>Selección del terreno</i>	74
5.1.5.3	<i>Ubicación de las fuentes hídricas</i>	74

5.1.5.4	<i>Gestión o constitución del suelo</i>	74
5.1.5.5	<i>Condiciones Agroclimáticas para los cultivos de pitahaya</i>	75
5.1.5.6	<i>Métodos de propagación de la pitahaya</i>	76
5.1.5.7	<i>Etapas de producción de la pitahaya</i>	77
5.1.5.8	<i>Seguimiento al cumplimiento de requerimientos para el cultivo de pitahaya.....</i>	79
5.1.6	<i>Actividades recomendadas para cumplir con plan de manejo ambiental.....</i>	82

CONCLUSIONES.....	83
--------------------------	----

RECOMENDACIONES	85
------------------------------	----

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

CERTIFICACIÓN DE REVISIÓN DE LA ESCRITURA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 - 2: Taxonomía de la Pitahaya	15
Tabla 2 - 2: Composición física y química de la pitahaya	18
Tabla 3 - 2: Morfología del suelo de acuerdo al diámetro de partículas	20
Tabla 4 - 2: Porcentaje de arena, limo, arcilla para determinar textura en el suelo	21
Tabla 5 - 2: Clasificación de la estructura del suelo	23
Tabla 6 - 2: Indicadores de Calidad el Suelo	34
Tabla 7 - 2: Niveles de ICS en función de QIN en el manejo agrícola del suelo.....	35
Tabla 8 - 2: Organismos que componen la macrofauna del suelo	35
Tabla 9 - 2: Niveles de ICSm en función a la macrofauna	37
Tabla 1 - 3: Datos generales de fincas productoras de pitahaya en el cantón Palora	42
Tabla 2 - 3: Fincas por años de producción de pitahaya en el cantón Palora	42
Tabla 3 - 3: Materiales utilizados en la investigación.....	47
Tabla 4 - 3: Coordenadas UTM de puntos de muestreo de suelo con cultivos de Pitahaya	47
Tabla 5 - 3: Materiales para almacenamiento, preservación y transporte de muestras	51
Tabla 6 - 3: Métodos Referenciales laboratorios ESPOCH	52
Tabla 7 - 3: Métodos Referenciales Laboratorio Privado	53
Tabla 8 - 3: Niveles de Referencia óptimos de Parámetros Analizados	53
Tabla 1 - 4: Resultados de análisis físico- químicos de muestras de suelo con cultivo de pitahaya en laboratorios del INIAP.....	55
Tabla 2 - 4: Resultados de análisis de suelos de fincas productoras de pitahaya en el cantón Palora provincia de Morona Santiago - Laboratorios ESPOCH	56
Tabla 3 - 4: Resultado del análisis de componentes principales físico-químicos del suelo resultados INIAP.....	57
Tabla 4 - 4: Resultados del análisis de componentes principales de las variables físico - químicas del suelo laboratorios ESPOCH	57

Tabla 5 - 4: Macrofauna presente en los suelos productores de pitahaya del cantón Palora.....	62
Tabla 6 - 4: Resultados del ICA del suelo a partir de la macrofauna.....	64
Tabla 7 - 4: Resultados del ICA del suelo a partir de la macrofauna	64
Tabla 1 - 5: Ficha Técnica	72
Tabla 2 - 5: Tipo de suelos apropiados para los sembríos de pitahaya	75
Tabla 3 - 5: Rango de requerimientos edáficos para las pitahayas	79
Tabla 4 - 5: Verificación del tipo de suelo, temperatura, altitud y pH para el cultivo de pitahaya	80
Tabla 5 - 5: Formato para el rango de requerimientos edáficos del cultivo de Pitahaya	81
Tabla 6 - 5: Acciones de Buenas prácticas agrícolas en relación al plan de manejo ambiental.	82

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 - 2: Uso de Suelos en Ecuador.....	12
Ilustración 2 - 2: Composición del Suelo	13
Ilustración 3 - 2: Raíz de la pitahaya.....	16
Ilustración 4 - 2: Tallo de la pitahaya.....	17
Ilustración 5 - 2: Fruto de la pitahaya.....	18
Ilustración 6 - 2: Porcentaje de arena, limo y arcilla en diferentes texturas del suelo.....	21
Ilustración 7 - 2: Estructura del Suelo	23
Ilustración 8 - 2: Tabla de color Munsell para suelos	25
Ilustración 9 - 2: Macro y micronutrientes en relación al pH del suelo	28
Ilustración 1 - 3: Localización de las fincas donde se realizará la evaluación de la calidad del suelo.....	41
Ilustración 2 - 3: Modelos de muestreo combinado	45
Ilustración 3 - 3: Cuarteo de muestra de suelo	46
Ilustración 1 - 3: Recolección de Macrofauna	50
Ilustración 5 - 3: Medición de análisis in situ	50
Ilustración 6 - 3: Recolección de las muestras	51
Ilustración 7 - 3: Conservación y etiquetado de las muestras	52
Ilustración 1 - 4: Comparación de pH en las fincas productoras de pitahaya	59
Ilustración 2 - 4: Acumulación de macro y micronutrientes en los suelos de cultivos de pitahaya	60
Ilustración 3 - 4: Resultados de %M.O, Mg, Ca y Σ Bases de los suelos con cultivos de pitahaya.....	61
Ilustración 4 - 4: Correlación entre la macrofauna y micronutrientes de las fincas productoras de pitahaya del cantón Palora.....	66

Ilustración 5 - 4: Biplot del análisis de componentes principales entre la macrofauna y los micronutrientes de las fincas productoras de pitahaya del cantón Palora.....	68
Ilustración 6 - 4: Biplot de análisis de componentes entre la macrofauna y los micronutrientes desde un ángulo 3D.....	69
Ilustración 7- 4: Escalamiento multidimensional no métrico en distancia euclídea de la macrofauna y micronutrientes de las fincas productoras de pitahaya en el cantón Palora	71
Ilustración 1 - 5: Esqueje de la pitahaya	76
Ilustración 2 - 5: Etapas de la producción de pitahaya	77

ÍNDICE DE ANEXOS

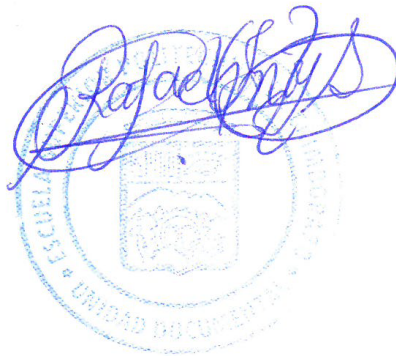
- ANEXO A:** LISTA OFICIAL DE SITIOS DE PRODUCCIÓN APROBADOS DE FRUTA FRESCA DE PITAHAYA PARA EE UU.
- ANEXO B:** RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DEL INIAP.
- ANEXO C:** ANÁLISIS DE PARAMETROS FISICOS -QUÍMICOS EN LABORATORIOS DE ESPOCH.

RESUMEN

El principal objetivo fue evaluar la calidad del suelo en el sistema productivo de pitahaya en el cantón Palora, mediante la comparación en tres fincas productoras, escogidas por sus años de producción, 20, 10 y 5 años. En la metodología se hizo un reconocimiento de las fincas, luego siguiendo con un monitoreo extrayendo 16 submuestras simples para a partir de ellas obtener 4 muestras compuestas por cada finca, los puntos fueron ubicados con la ayuda de un GPS, para sustraer las muestras de suelo se consideró una profundidad de 20 cm sirviendo esta también para identificar la macrofauna, las muestras de suelo fueron enviadas al laboratorio privado del INAIP, y también fueron evaluadas en los laboratorios de la ESPOCH. Los parámetros fueron, pH, conductividad eléctrica, concentraciones de macro y micronutrientes y macrofauna; los resultados fueron de: QIn F1: 152,34 (Muy Alta Calidad), QIn F2: 68, 49 (Muy Alta Calidad) y QIn F3: 88,12 (Muy Alta Calidad). Se concluyó que las tres fincas de estudio poseen una muy alta calidad a pesar de que sus años de producción son distintos, se pudo evidenciar que no existe una diferencia significativa de concentraciones entre los parámetros analizados, el pH, la conductividad eléctrica y el fosforo son parámetros importantes que influyen en el rendimiento de estos suelos al permitir la acumulación, retención y transporte adecuado de micro y macronutrientes. Esta investigación permitió identificar las condiciones en las que se encuentran los suelos por el monocultivo de la pitahaya y como los agricultores de la zona ponen en consideración las buenas prácticas agrícolas. Finalmente se elaboró un modelo de plan de manejo de uso agrícola que aportará a que los productores de esta zona pueden tomar en cuenta consejos para el cuidado y manejo de este fruto y así resguardar la salud de los suelos.

Palabras clave: <ANÁLISIS DE SUELO>, <PITAHAYA (*Selenicereus*)>, <INDICADORES DE CALIDAD>, <SUELOS AGRÍCOLAS>, <MACROFAUNA>, <MONOCULTIVO>

0137-DBRA-UPT-2023



ABSTRACT

The main objective of the current research was to evaluate the quality of the soil in the pitahaya production system in the Palora County, where compared three producing farms, chosen for their years of production, 20, 10 and 5 years. Through the methodology made a reconnaissance of the farms, and then with a monitoring process extracted 16 simple subsamples in order to obtain 4 composite samples for each farm. The points were located with the help of a GPS to subtract the soil samples with a depth of 20 cm being also useful to identify the macrofauna; the soil samples were sent to the private laboratory of INAIP, and evaluated in the laboratories of the ESPOCH too. The parameters were pH, electrical conductivity, macro and micronutrient concentrations and macrofauna giving results such as: QIn F1: 152.34 (Very High Quality), QIn F2:8.49 (Very High Quality) and QIn F3: 88.12 (Very High Quality). It concluded that the three farms study have a very high quality despite the fact that their years of production are different. It was evident that there is no significant difference in concentrations between the parameters analyzed; pH, electrical conductivity and phosphorus are important parameters that influence the performance of these soils by allowing the accumulation, retention and adequate transport of micro and macronutrients. Though the research was possible to identify the conditions in which the soils are found due to pitahaya monoculture and how farmers in the area take good agricultural practices into consideration. Finally, it made a model of a management plan for agricultural use that will help the producers of this area to take into account advice for the care and management of this fruit and thus protect the health of the soil.

Keywords: < SOIL ANALYSIS >, < PITAHAYA (Selenicereus) >, < QUALITY INDICATORS>, < AGRICULTURAL SOILS >, <MACROFAUNA >, < SINGLECROP >.

By: Mauricio Martínez P
0602902504



INTRODUCCIÓN

El suelo es un recurso natural y esencial que contribuye al desarrollo de la vida (Moreno et al., 2015: p.1; García et al., 2012: p.126). El incremento de la población y el objetivo de satisfacer sus necesidades ha llevado a la sobreexplotación de este recurso sin las debidas precauciones, por lo que ahora “se ha convertido en un recurso natural que exige un manejo adecuado y racional” (Burbano, 2010, p.55). Permitiendo así resguardar su aprovechamiento y evitar su degradación por agotamiento de sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Novillo et al., 2018, p.178).

La calidad del suelo según (Moreno et al., 2015: p.2; Bautista et al., 2004: p.90) es el estado o capacidad por el que se puede reconocer sus funciones e interactuar con el medio. Esta herramienta permite facilitar la valoración al aplicar las prácticas de manejo en los sistemas agrícolas (Barrera et al., 2020: p.183), por lo que viene determinada mediante análisis, comparación y evaluación de varias propiedades o parámetros físicos, químicos y bioquímicos que son conocidos como indicadores los cuales son obtenidos por muestras del suelo en estudio y que tienen como finalidad conocer las modificaciones o cambios que este ha sufrido por el cambio de uso o manejo (Gómez y Hoyos, 2020: p.15).

La agricultura se ha convertido en una de las principales actividades de sustento para el ser humano, por lo que la presencia de monocultivos ha venido acarreado la pérdida de fertilidad y sobreutilización de las tierras o suelos agrícolas (Martínez, 2018, p.2). Por otra parte Leal et al., (2014: p.2) nos menciona que estos suelos al ser utilizado para este tipo de actividades, tienen la necesidad de que se les agregue grandes cantidades de insumos y agroquímicos para hacerlo más productivo sin dimensionar las consecuencias que estos pueden ocasionar como es la degradación del recurso y la contaminación del medio ambiente en su alrededor. A partir de estas observaciones e identificar el uso inadecuado del recurso suelo es necesario que los países alrededor del mundo con el objetivo de proteger el suelo como un recurso de gran importancia para la calidad de vida de la población en general, cree políticas públicas y trate de buscar estrategias y medidas que permitan conservar y recuperar el suelo (Silva y Correa 2009: p:15).

Ecuador tampoco ha podido salvarse del problema mundial referente a la contaminación, degradación y pérdida de la calidad de los suelos (Suquilanda, 2008, p.4), de acuerdo a SIPA (2021) de los 12.316,607 millones ha (TOTAL) la superficie agrícola que ocupa el territorio de nuestro país se encuentra entre los 5.354,674 millones ha con labor agropecuaria y 6.961,933 millones ha sin uso agropecuario incrementando cada año por sus principales actores como es la extensión de plantaciones agrícolas. En el Ecuador se da la producción y cultivo de la pitahaya roja y amarilla

especialmente en las provincias de Pichincha, Morona Santiago y Loja (Huachi et al., 2015: p.50). Como lo manifiesta Vargas et al., (2020: p. 6) la falta de conocimientos y preparación en los manejos agronómicos de los agricultores para manejar estos cultivos ha ocasionado problemas en la contaminación del medio ambiente, su capacidad productiva y cambios en las propiedades del suelo.

El Municipio de Palora, (2022) plantea que el 43% de la población que habita en estas tierras están dedicadas a las actividades de agricultura, ganadería, silvicultura y pesca, donde sus productos más sobresalientes son la pitahaya y el té. Diéguez et al. (2020: p.115) nos mencionan que “el cantón cuenta con 1.500 hectáreas establecidas de pitahaya, de las cuales 700 se encuentran en producción y alrededor de 650 productores están sumergidos en esta actividad”, la producción de pitahaya está tomando un papel importante en este cantón lo que conlleva a que estas plantaciones puedan contribuir con el deterioro de los suelos provocando variaciones en su calidad y características que han llegado a generar un impacto ambiental en general (Quezada et al., 2021: p.122). Estas plantaciones por su uso comercial son cultivadas como monocultivo y se les da un manejo agronómico convencional en el cual hacen un gran uso de agroquímicos, llegando a causar algunos impactos negativos en los recursos naturales, como lo es la pérdida de biodiversidad, y especialmente la degradación y erosión de suelos por usar tecnologías de producción que abusan de agroquímicos (Vargas-Tierras et al. 2021: pp.1-2).

El presente trabajo de investigación una vez que analiza la problemática presentada en los párrafos anteriores, tiene como objetivo realizar una evaluación de la calidad de los suelos del cantón Palora poseedores de cultivo de Pitahaya al determinar su índice de calidad, donde se realizará análisis físico químicos y biológicos, que nos permitirá recabar datos importantes para realizar una comparación y conocer la calidad del suelo en presencia de este monocultivo. Este trabajo escrito constará de cinco capítulos, el cual estará distribuido por el planteamiento del problema, su marco teórico, la metodología utilizada, la propuesta del diseño de un plan de manejo de uso agrícola y finalmente las conclusiones y recomendaciones de acuerdo a los resultados obtenidos.

CAPITULO I: PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

La calidad del suelo con el pasar de los tiempos se ha convertido en un problema puesto que estos se han ido deteriorando por las diferentes actividades antropogénicas del ser humano, en su mayoría destinados para el uso agrícola, sin medir las consecuencias significativas que estas pueden causar a su vida útil. Estas actividades se han convertido en las causantes del deterioro progresivo y significativo de la calidad del suelo.

El cantón Palora es uno de los cantones que está ubicado al Noroccidente en la Provincia de Morona Santiago, gracias a sus suelos fértiles es considerado como un cantón productivo y potencialmente generador de la economía local. Desde que se adentra a su territorio se puede evidenciar que la principal fuente de desarrollo para sus habitantes son las actividades agrícolas y ganaderas, principalmente la siembra y cultivo de pitahaya la cual ha tenido un crecimiento significativo en los últimos años (Quezada et al. 2021: p.115).

Al tener estas características, las propiedades de estos suelos se hacen vulnerables a la contaminación por el exceso de fertilizantes o a su vez a la saturación de nutrientes con la finalidad de proteger las plantaciones de los productores, el monocultivo de esta especie se suma como otra desventaja que tienen estos suelos, por lo que pueden provocar daños en la salud, pérdida y desequilibrio de este recurso y convertirse en una amenaza al bienestar de los habitantes y los diferentes ecosistemas al tener alteraciones en el ámbito social, económico y ambiental. Es por eso que conocer el estado o calidad en el que se encuentra cada una de sus propiedades nos permitirá determinar la salud del suelo e implementar las acciones necesarias para evitar su degradación total.

1.2. Limitaciones y delimitaciones

1.2.1. Limitaciones

1.2.1.1. Población

La investigación tuvo como limitación poblacional el solo poder evaluar 3 fincas productivas de todo el cantón ya que si se hubiese podido estudiar más fincas se tuviera una visión y percepción más favorable de todo el sistema productivo de pitahaya del cantón Palora, logrando así determinar más causas que estén degradando este recurso y seguir implementando nuevas alternativas para evitar que estos suelos se pierdan.

1.2.1.2. Recursos económicos

Los recursos económicos también se convirtieron en limitantes de este trabajo de investigación por el hecho de que se tuvo que realizar dos monitoreos en cada finca analizada, generando gastos de implementos varios para el monitoreo, adicional a eso se suman los valores que se tuvo que pagar para enviar a realizar un análisis completo de una muestra compuesta por cada finca en estudio en un laboratorio certificado que fue el INIAP, y finalmente se tuvo gastos extras al tener que dirigirse por una semana a realizar los análisis de suelo en los laboratorios de la ESPOCH Matriz para poder determinar los parámetros físicos químicos adicionando que a diferencia de los que se mandaron a realizar en el laboratorio privado solo se pudieron realizar pocos parámetros por el mismo hecho de que no se contaba con los equipos, reactivos e instrumentos para poder realizar más parámetros.

1.2.1.3. Tiempo

El poco tiempo (5 meses) que se contó para poder realizar este trabajo investigativo se convirtió en otra limitación, y mucho más con las diferentes situaciones que se llegaron a suscitar en el país como lo es el paro indígena junio 2022, mismo que imposibilitó movilizarse a realizar el monitoreo, poder enviar las muestras al laboratorio privado y poder analizar las muestras en el laboratorio de la universidad de acuerdo al cronograma establecido.

1.2.1.4. Área geográfica

La limitación que hubo referente al área geográfica fue la lejanía del cantón ya que para dirigirse a los monitoreos para las tomas de muestra se llevó de 4 horas de viaje entre ida y vuelta por la distancia, adicional a eso se suma las condiciones climáticas que por el fuerte invierno se dificultó llegar al área de estudio por la creciente del Río Upano cortando el paso al cantón Palora y teniendo que tomar el camino alternativo con un recorrido más largo.

1.2.2. Delimitaciones

1.2.2.1. Delimitaciones del contenido

Área: Agroecología

Campo: Ambiental

Aspecto: Ambiental

1.2.2.2. Delimitación espacial

La investigación se desarrolló en tres fincas productivas del cantón Palora ubicadas en las parroquias de Palora y Sangay.

1.2.2.3. Delimitación temporal

El trabajo investigativo se realizó durante el año 2022.

1.3. Problema general de investigación

¿Las fincas productoras de pitahaya del cantón Palora – Morona Santiago presentan un cambio en la calidad de sus suelos a causa del monocultivo de esta fruta?

La calidad de los suelos del cantón Palora se encuentra influenciada por las actividades antropogénicas de los seres humanos, especialmente en este sector, las actividades agrícolas en fincas productoras de pitahaya son las que alteran las características físicas, químicas y biológicas, siendo estas propiedades de gran importancia para que exista un equilibrio y relación entre ellas y pueda haber un ecosistema adecuado, por lo que el siguiente estudio responderá a la siguiente interrogante planteada.

1.4. Problemas específicos de investigación

- ¿Cómo determinaré el estado en el que se encuentra los suelos de cultivos de pitahaya en el cantón Palora?
- ¿Cómo comprobaré la calidad del suelo en tres fincas productoras de pitahaya ubicadas en las parroquias Palora y Sangay?
- ¿Qué datos me llevarán a concluir que finca de sembríos de pitahaya está más afectada en su calidad del suelo?
- ¿Cómo mejoraría las prácticas agrícolas para mitigar los impactos y la degradación de las fincas productoras de pitahaya en el cantón Palora?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Evaluar la calidad del suelo en el sistema productivo de pitahaya en el cantón Palora, provincia de Morona Santiago.

1.5.2. Objetivos específicos

- Medir la calidad del suelo en tres fincas productoras de pitahaya en el cantón Palora, mediante indicadores físico químico para conocer el estado actual en el que se encuentran estos suelos.
- Comparar los índices de calidad a través de los resultados obtenidos, para concluir cual es el daño ocasionado por el monocultivo de pitahaya en las fincas analizadas de acuerdo a su tiempo de producción.
- Diseñar un plan de manejo de uso agrícola mediante estrategias y procedimientos para mitigar los impactos ocasionados por el monocultivo en los sistemas productivos de pitahaya.

1.6. Justificación

1.6.1. Justificación teórica

El monocultivo se conoce a la forma en que los agricultores siembran un solo tipo o especie de cultivo en sus tierras productoras, acarreado con ellos algunos problemas específicos que han contribuido con el empobrecimiento y desgaste del recurso suelo, por el mismo hecho de que estas únicas plantaciones abusan de los mismos nutrientes y al haber la disminución, estos quedan expuestos a plagas y enfermedades (Earth Observing System, 2021). Muchos países e incluso organizaciones mundiales con el objetivo de proteger los suelos de los diferentes problemas que han ocasionado las actividades antropogénicas a este tipo de recursos que son de gran importancia para la calidad de vida de todas las poblaciones, han tratado de buscar estrategias y medidas que permitan conservar y recuperar los recursos naturales, entre ellos el suelo (Cotler et al. 2007: p.6).

Por otra parte Muñoz (2021: p. 6) plantea que en nuestro país, especialmente en la Costa y la Amazonia, actualmente la pitahaya es producida a través de monocultivo, permitiendo así obtener grandes cantidades de esta fruta para poder exportarlas. Ecuador posee “500 hectáreas de pitahaya con un rendimiento aproximado de 7.6 t/ha” (Vargas et al. 2018: p. 4). Por lo que la problemática de los monocultivos con esta fruta puede estar ocasionando que el recurso suelo este perdiendo su calidad de producción y vida.

La presente investigación tuvo como finalidad dar a conocer el estado de la calidad del suelo de tres fincas productoras de pitahaya de acuerdo a sus años de producción en el cantón Palora para aportar con el conocimiento obtenido mediante la ejecución de análisis físicos - químicos que abarcan indicadores de calidad, y que servirán como instrumento de identificación científica basado en parámetros ambientales, donde cuyos resultados se podrán utilizar para una propuesta de mejora que permita implementar acciones con conocimientos y técnicas adecuadas para mitigar el problema que está afectando estos suelos. El no tener una gran cantidad de estudios relacionados a este tema es lo que impulsó a la ejecución del siguiente trabajo investigativo y experimental con el objetivo de determinar en qué estado se encuentran estas tierras y cuanto altera las plantaciones de pitahaya en el cantón Palora

1.6.2. Justificación metodológica

La metodología que se aplicó es el análisis de indicadores específicos de calidad, que a través de su alteración en los límites máximos y mínimos permisibles, permitieron determinar la variación

que tienen los suelo según el manejo que se les ha dado e indicar el grado de contaminación y deterioro del mismo, por lo que esta metodología se convirtió en una herramienta óptima que logró determinar la calidad y sostenibilidad en el que se encuentran los suelos de las fincas productoras de pitahaya en el cantón Palora, mediante el monitoreo de sus propiedades físicas, químicas, biológicas (Martínez, 2018: p.2) y la comparación de estos suelos poseedores de cultivo de pitahaya.

Para la ejecución de esta metodología se recolectaron muestras de suelos en tres fincas productoras de pitahaya, que fueron escogidas de acuerdo a los años de producción para determinar las diferentes propiedades físicas y químicas de manera in situ y ex situ, y así utilizarlas como indicadores para la determinación de la calidad del suelo por su facilidad de medición y respuesta a los cambios en el manejo del mismo (Barrezueta, Paz y Chabla 2017: p.18).

1.7. Hipótesis

1.7.1. Hipótesis general

- El monocultivo de sembrío de pitahaya afecta a la calidad del suelo del cantón Palora.

1.7.2. Hipótesis específicas

- Los indicadores físico-químicos podrán determinar en qué calidad se encuentra el suelo.
- El tiempo de antigüedad de producción ha sido un factor para que la calidad del suelo se vea afectada.
- Un plan de manejo agrícola ayuda a los productores del cantón a resguardar la calidad del suelo.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de investigación

La FAO (Organización de Naciones Unidas para la Agricultura) menciona que, alrededor del 33% de los suelos se encuentran alterados y degradados a consecuencia de varias acciones del ser humano, una de ellas es la adición de diferentes productos químicos que son utilizados para la producción agrícola y alimentaria, llegando a ocasionar un efecto negativo sobre las funciones de este recurso (GTIS y FAO 2019: p.3), estos mismos autores a su vez también manifiestan que, para el año 2050 se estima un aumento en la producción alimentaria de 40 – 70%, incrementando así el uso de insumos agrícolas y llegando a ocasionar más efectos negativos como suelos infértiles a causa del desequilibrio de ecosistemas y el aumento de la pérdida de nutrientes de los suelos (GTIS y FAO 2019: p: 6-7).

Realizar análisis del suelo ya sea en sus propiedades físicas como químicas ha permitido evaluar la calidad de los suelos, siendo un aporte a distintas investigaciones que realizan estos estudios bajo el contexto de la agricultura (Gutiérrez D., Cardona y Monsalve C. 2017: p.453-454), permitiéndonos así obtener la información adecuada y precisa a través de la medición cuantitativa o cualitativamente de las propiedades que influyen en el estado y capacidad de producción en el que se encuentra el suelo (Cárdenas, 2015: p.25). Como lo manifiesta Wilson (2017: p. 25) el poder evaluar la calidad del suelo a través de indicadores permitirá que los resultados obtenidos se puedan asociar a las características que sean necesarias para el uso principal que se le está dando al suelo en estudio logrando así mantener su capacidad de producción en el futuro.

Los primeros lugares donde fue descubierta la pitahaya por los conquistadores españoles fue en México, Colombia, Centroamérica y las Antillas (Vera, 2016: p.9). Actualmente la demanda de esta fruta ha crecido significativamente, expandiéndose así por muchos países como USA, México, Guatemala, El Salvador, Nicaragua, Costa Rica, Venezuela, Panamá, Uruguay, Perú, Brasil, Ecuador, Colombia, Tailandia, Indonesia y Vietnam (Vargas-Tierras et al., 2021: p. 1).

INTAGRI (2021: p. 3), menciona en su manual del cultivo de pitahaya que en las primeras etapas del crecimiento se debe aplicar fertilizantes con altos contenidos de nitrógeno para que estos cumplan el papel de estimular a las raíces para su crecimiento, seguidamente una vez que pasa la primera etapa, el mismo manual nos manifiesta que en la segunda etapa que es la de producción se debe

colocar fertilizantes que tengan un nivel proporcional de N (nitrógeno)-P (fosforo) -K (potasio) a las plantas ya que en sus diferentes estudios han podido determinar que el K es uno de los elementos que más pierde el suelo y que es más requerido por la planta a comparación del N al tener este una mejor aceptación por las plantas de pitahaya.

En el estudio realizado en México por Tomás Osuna conjuntamente con otros autores en el año 2016, estos pudieron registrar, las características en los sembríos de pitahaya donde tras realizar un estudio en una plantación de 2 ha, esto con el fin de determinar el comportamiento fenológico reproductivo de la pitahaya, su productividad y calidad del fruto, llegaron a obtener como resultado y conclusión que para que la pitahaya se pueda reproducir adecuadamente se necesita que se cumplan ciertas características como por ejemplo la temperatura, humedad relativa, el pH entre otros, por lo que determinar el estado en el recurso suelo también juega un papel fundamental en estos sembríos para que se puedan adaptar y reproducir adecuadamente (Osuna-Enciso et al., 2016).

Quiroz (2021: p.8) nos manifiesta que el cultivo de la pitahaya en nuestro país generalmente se localiza en zonas subtropicales y amazónicas de agricultura. Estos cultivos se han convertido en un gran potencial agroecológico para la producción de esta fruta. Las características climáticas y edáficas constituyen una ventaja comparativa que incide en la calidad de la fruta; así se ha podido establecer que la pitahaya producida en zonas de la amazonia es de mayor contenido de grados brix (dulzor) y de mayor tamaño que las cultivadas en otras zonas (Beltrán, 2015: p.2).

En el 2021, Yadira Vargas conjuntamente con otros proponentes realizaron una investigación donde a partir de una experimentación en cultivos de pitahaya en el cantón Palora tienen como objetivo determinar cómo las especies de leguminosas dentro de un sistema agroforestal influyen en el rendimiento de la pitahaya amarilla, el secuestro de carbono y el aporte nutricional, los tratamientos fueron dos arreglos agroforestales y el monocultivo como tratamiento testigo, dando como resultado y conclusión que el monocultivo de esta fruta si genera una pérdida de calidad en sus suelos y que la biomasa con la *E. poeppigiana* y *F. macrophyl* como especies de leguminosas y como cultivos complementarios aportó una mayor cantidad de Ca y Mg, aumentando también el secuestro de C y el rendimiento del cultivo logrando así no estancarse en el monocultivo para mejorar el rendimiento de suelo a partir de una alternativa para realizar buenas prácticas agrícolas (Vargas-Tierras et al., 2021:2).

2.2. Bases Conceptuales

2.2.1. Pitahaya

La pitahaya o también conocida como “pitaya” es una fruta que proviene desde los tiempos precolombinos, usada en Centro America conocida como una fruta rústica xerofítica de la familia de *Cactáceas*; con su-subfamilia *Cereoidae* y de géneros *Hylocereus*(*pitahaya roja*) cultivada en su mayoría en Centro America e Israel y *Selenicereus* (*pitahaya amarilla*) cultivada en Bolivia, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela (C.S. Wu, 2005: p:6-7; Montesinos et al., 2015: p.2). Esta fruta es peculiar de las zonas tropicales y amazónicas, su uso principal es como alimento y es consumida por muchas personas por ser una fruta subtropical exótica, que posee un sabor excelente y que en muchas ocasiones ha sido de gran beneficio para la salud por los niveles de ácidos grasos como los ácidos oleicos y linoleicos que posee, al pasar del tiempo ha ido convirtiéndose en un producto de alto valor comercial con una gran aceptación en los mercados nacionales e internacionales (Esquivel y Araya 2012: p.115; Muñoz, 2021: p. 1).

2.2.2. Suelo

El suelo es considerado como recurso natural finito y no renovable conformado por material orgánico y mineral el cual brinda el sustento a toda la población humana y vegetación, llegando abarcar la mayor cobertura de la superficie terrestre (Altamirano, 2019: p.8; Ramirez, 1997: p.6), su formación se ha llevado a cabo en mucho tiempo por diversos procesos evolutivos a partir de las rocas madres donde se desintegran y transforman en partículas bien pequeñas por el intemperismo físico, químico y biológico (Pereira et al. 2011, p:18), sin embargo, el aumento desmedido de la población ha generado que este recurso sea explotado drásticamente por la necesidad del ser humano para abastecerse de alimentos, hay que tener presente que estos son de gran importancia porque cumple una variedad de funciones o servicios que permiten contribuir con el desarrollo social, económico y ambiental (FAO, 2009: p.2; Bermeo & Dioses, 2020: p.5).

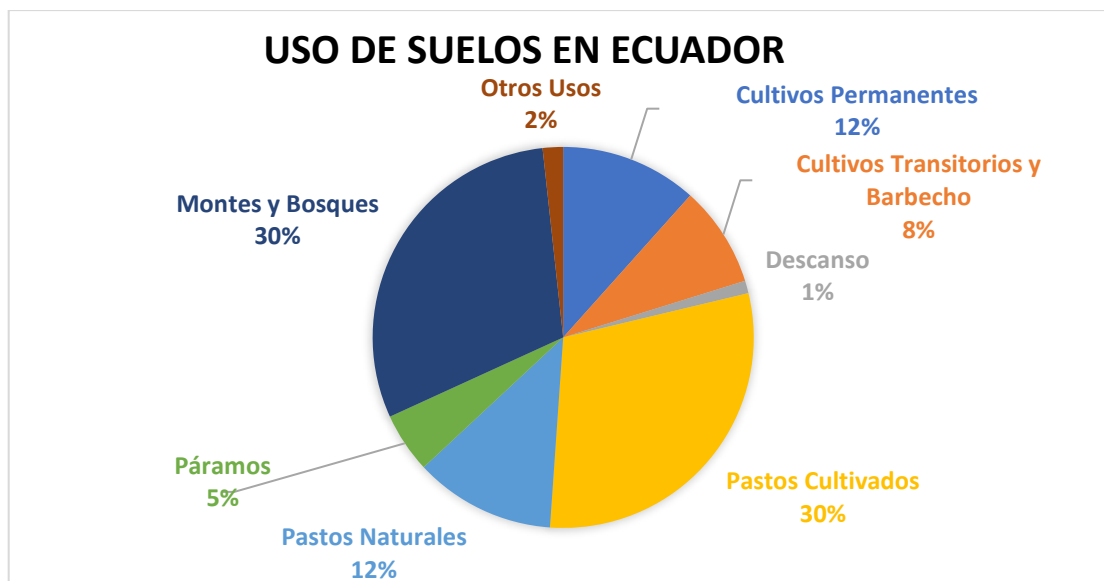


Ilustración 1 - 2: Uso de Suelos en Ecuador

Fuente: (Chaves et al. 2012)

Realizado por: Rodríguez Anghela. 2022

Ecuador al ser un país megadiverso abarca territorios con gran variedad de suelos, que son utilizados de acuerdo a las necesidades del ser humano, el INEC en el 2012 de acuerdo a una encuesta de superficie y producción agropecuaria, pudo determinar los porcentajes de uso en cada suelo de cada rincón de nuestro país donde los pastos cultivados, montes y bosques abarcan el mayor porcentaje llegando a demostrar que entre las actividades que predominan son la ganadería, seguidamente por la agricultura para la producción de varios cultivos de las regiones (Chaves et al., 2012: p.8).

2.2.3. Suelo agrícola

De acuerdo a Domínguez (2005: p.3) un agricultor define a un suelo agrícola como aquel suelo que permite que los cultivos se puedan desarrollar adecuadamente, por otra parte se puede definir a este tipo de recurso, como el tipo de suelo que poseen una buena estructura, ubicado en zonas donde su clima actuara de manera positiva y que con una baja compactación permitirán un equilibrio al realizar sus funciones, desarrollo y crecimiento de sus cultivos, estos suelo poseen un estado adecuado rico en nutrientes que son reservados gracias a los altos niveles de materia orgánica, adicionalmente tienen una alta capacidad de intercambio catiónico que logra aportar energía para que los microorganismos presentes en este recurso puedan cumplir con su función (Lema y Vaca, 2020: p.28; UNLP, 2020: p.2).

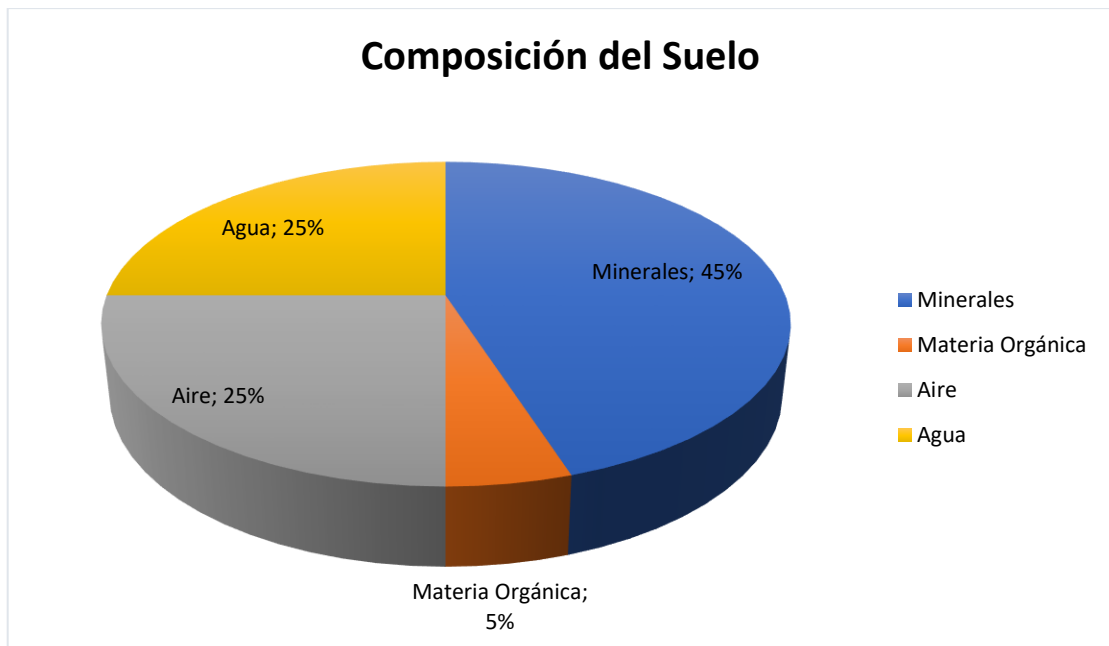


Ilustración 2 - 2: Composición del Suelo

Fuente: (GLOBE 2005)

Realizado: Rodriguez, Anghela. 2022

Los suelos en buen estado están compuestos por cuatro componentes principales: minerales, materia orgánica, agua y aire distribuidos entre sí para que estos a su vez puedan desenvolver sus funciones óptimas (GLOBE, 2005: p.2).

2.2.4. Calidad del suelo

La calidad del suelo según “Soil Science Society of America” (Comité de la Sociedad de la Ciencia del Suelo America) es el estado o capacidad que tiene un suelo para funcionar e interactuar con el medio, esta viene determinada por el análisis, comparación y evaluación de varias propiedades o parámetros físicos, químicos y bioquímicos que son conocidos como indicadores, los cuales son obtenidos por muestras del suelo en estudio y que tienen como finalidad conocer las modificaciones o cambios que este ha sufrido por el cambio de uso o manejo (Moreno, González y Egado, 2015: p. 2; García, Ramírez y Sánchez, 2012: p.129)

Jiménez (2018: p.18) manifiesta que la calidad del suelo va de la mano con toda la capacidad que tiene el suelo para realizar sus funciones adecuadas manteniéndose en los límites permisibles del ecosistema en el que se encuentran, es por eso que si este recurso está en una buena calidad puede cumplir con los principios más importantes que tiene que son la productividad, su calidad medio ambiental y la salud por la que permitirá brindar y producir los alimentos necesarios, sanos y nutritivos tanto para los seres humanos como animales y plantas (González, 2013: p.21).

2.2.5. Índice e indicadores de calidad del suelo

Un índice de calidad es el conjunto de indicadores los cuales pueden ser medidos fácilmente, revelan información importante y miden los diferentes parámetros que pueden estar alterados en el suelo (Lema, 2015: p.4). Al hablar de los indicadores podemos clasificarlos en: químicos, físicos y biológicos donde a través de sus mediciones ya sean in situ o ex situ se podrá conocer el estado de los suelos y compararlos con los estándares normalizados (Saab, 2012: p.18).

2.2.6. Macrofauna edáfica

La macrofauna edáfica se conoce como aquellos organismos invertebrados que habitan en el interior o exterior del suelo, también se los puede encontrar en las hojarascas y diferentes tallos en descomposición que se encuentran en la capa superior del suelo, estos pueden ser observados con facilidad, su tamaño puede variar de 2 mm a 10 mm y gracias a su capacidad de adaptarse a cualquier medio por ser excavadores y poder alimentarse de plantas u otros organismos del suelo pueden sobrevivir en este, se los puede clasificar en detritívoros, herbívoros y depredadores logrando así ejecutar múltiples funciones en el ecosistema como es el mantenimiento de la estructura del suelo, la capacidad de regular el agua en el suelo, el intercambio de gases con la atmosfera y la capacidad de retener carbono, logrando eliminar compuestos tóxicos del suelo y aportando para el cumplimiento de nutrientes (Nuñez, 2019: p.7; Lema, 2016: p.9).

2.2.7. Plan de manejo agrícola

Un plan de manejo agrícola es aquella herramienta que posee acciones que permiten ser aplicadas a los cultivos o suelos agrícolas con el fin de prevenir, mitigar, controlar, compensar y corregir riesgos o impactos que se puedan presentar al realizar las actividades de siembra y cosecha ya sea en el producto, la salud humana o el medio ambiente que lo rodea (Orozco, 2011: p.1).

2.3. Bases Teóricas

2.3.1. Pitahaya en Ecuador

Según el MAG actualmente Ecuador posee más de 2.300 hectáreas con sembríos de pitahaya, en el 2020 nuestro país exportó alrededor de 18.300 toneladas métricas a diferentes países del mundo (MAG, 2022), estos cultivos se pueden encontrar “distribuidos en las provincias de Guayas, Pichincha, Los Ríos, Manabí, Santa Elena, Napo, Zamora Chinchipe, Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, El Oro y Morona Santiago” (Muñoz, 2021: p.4), este último

específicamente se da en el cantón Palora. De acuerdo a la lista oficial de sitios de producción aprobados de fruta de pitahaya para exportación proporcionada por Agrocalidad, en nuestro país existen 1225 sitios de producción esparcidos en las provincias ya antes mencionadas (AGROCALIDAD, 2021), ver (**Anexo A**).

Sin embargo Vargas et al., (2020: p.6), nos menciona que en Ecuador se da el cultivo de dos clases de pitahaya la roja y la amarilla la cual esta última es la más atractiva y más exportada a otros países, pero actualmente en el cantón Palora también se ha podido evidenciar la producción de la pitahaya roja por lo que este se ha convertido en una de las principales regiones que poseen y producen este tipo de frutas convirtiéndose en la fuente generadora de empleo de su población (Diéguez et al., 2020: p.115).

2.3.2. Descripción botánica de la pitahaya

De acuerdo a FAO (2018; p.62) la pitahaya es una planta que se reproduce por pencas y semillas, esta se da en climas tropicales, son resistentes a temperaturas elevadas, sequias, plagas y enfermedades. Sus cultivos por lo general son en suelos bien drenados, con temperatura y altura optimas de 18°C a 26°C y 700 – 1900 msnm; el pH de sus suelos es ligeramente ácido con un aproximado de 5 a 6.5, capaces de llegar a medir hasta 2 m de altura y tener una extensión entre 0.50 y 1.50 m de largo y de ancho 0.03 – 0.06m (Huachi et al., 2015: p.52; Ortiz, 2014: p.14)

Tabla 1-2: Taxonomía de la Pitahaya

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Angiospermae
Subclase	Dicotyledoneae,
Orden	Opuntiales - Caryophyllales
Familia	Cactáceas
Género	Selenicereus e Hylocereus

Fuente: (Vargas et al., 2020; FAO, 2018; Huachi et al., 2015)

Realizado por: Rodríguez, Anghela. (2022)

2.3.3. Morfología de la pitahaya

2.3.3.1. Sistema radicular

El sistema radicular de la pitahaya está constituido por distintos tipos de raíces, la principal es aquella raíz que se encuentra poco profunda, esta raíz es considerada como la primaria ya que a través de ella se forman varios mantos de raicillas al interior del suelo permitiendo que la planta se fija a este, a su vez posee raíces secundarias o también conocidas como adventicias las cuales se encuentran ramificadas alrededor y exterior del suelo junto a al tallo principal cual son características de las plantas cactáceas y que son las encargadas de pegarse y sostenerse con otras plantas, piedras o muros y retener agua para proporcionar a la planta en momentos de sequías (Muñoz, 2021: p.6; Instituto de Ciencias Agrarias (ICA), 2012: p.6)



Ilustración 3 - 2: Raíz de la pitahaya

Realizada por: Rodríguez, Anghela. 2022

2.3.3.2. Tallo

Los tallos de esta planta son suculentos y reguladores de agua, generalmente tienen un color verde y con tres aristas con areolas a sus bordes donde a partir de ellas nacen ramificaciones con espinas y las flores, estos crecen con unas alturas variadas que están dentro del rango de uno a dos metros,

y se puede evidenciar que la mayoría de ellos cuelgan en la planta, finalmente estos toman la función de la fotosíntesis (Muñoz, 2021: p.6; Instituto de Ciencias Agrarias (ICA), 2012: p.6).



Ilustración 4 - 2: Tallo de la pitahaya

Realizado por: Rodríguez, Anghela. 2022

2.3.3.3. Flores

“La flor es hermafrodita, completa, simétrica, de ovario ínfero, con numerosos estambres y pétalos de color blanco, tiene un tamaño aproximado de 25 cm de largo” (Vargas et al., 2020: p.10), son muy vistosas y tienen la cualidad de que solo se abren una sola vez y en la noche, una vez que se polinizan toman una posición colgante y es así como permanecen por el día (Muñoz, 2021: p.7; Instituto de Ciencias Agrarias (ICA), 2012: p.6).

2.3.3.4. Fruto

El fruto es de forma ovoide con un tamaño aproximadamente de 12 cm de largo y 7 cm de ancho, este inicia con un color verde durante su crecimiento y se torna de color amarillo o rojo a su madurez dependiendo la especie, su piel presenta protuberancias distribuidas con espinas en todo el fruto las cuales se les denomina brácteas, su pulpa es de color blanco con una gran cantidad de semillas las cuales son comestibles, su sabor es dulce y sus semillas tienen propiedades digestivas,

su peso esta entre los 50 a 800 g, finalmente su maduración dura alrededor de 30 a 35 días después de la fecundación (Muñoz, 2021: p.7; Instituto de Ciencias Agrarias (ICA), 2012: p.6; FAO, 2018: p.62).



Ilustración 5 - 2: Fruto de la pitahaya

Realizado por: Rodriguez, Anghela. 2022

2.3.4. Composición física y química de la pitahaya

De acuerdo a las características físicas y químicas que posee la pitahaya, éstas pueden variar de acuerdo al lugar de ubicación, sus condiciones ambientales y la especie, pero generalmente está compuesta por las siguientes características detalladas en la siguiente tabla.

Tabla 2 - 2: Composición física y química de la pitahaya

Parámetros	Unidad	Resultado
Humedad	%	84.8
Carbohidratos	%	13.38
Fibra cruda	%	0.77
Proteína	%	0.67
Extracto etéreo	%	0.43
Cenizas	%	0.4
Peso de la fruta	G	394.66
Firmeza de la pulpa (Newton)	N	6.20
Rendimiento pulpa	%	66.60
Rendimiento de cáscara	%	33.40
Sólidos solubles	%	20.74
Acidez titulable	% ácido cítrico	0.14

pH	Adimensional	4.86
Azúcares totales	%	11.00
Azúcares reductores	%	9.75
Ácido ascórbico	mg/100g	4.00
Vitamina B1 (Tiamina)	mg/g	0.28 – 0.43
Vitamina B2 (Niacina)	mg/g	0.043 - 0.045
Vitamina B3 (Niacina)	mg/g	0.2
Fenoles totales (mg de ácido gálico)	mgEAG/g	7.8
Calorías	Cal/100 g	38.76
Calcio	mg/100g	10
Fósforo	mg/g	16
Hierro	mg/g	0.3

Fuente: (Vargas, Yadira et al. 2020)

2.3.5. Morfología del suelo

Van - Konijnenburg (2006., p.5 - 6) nos manifiesta que un suelo se forma a partir de la roca madre la cual cumple un papel muy importante al aportar elementos minerales que debido a la descomposición o disgregación a causa de diferentes factores como el clima, los microorganismos presentes, el tiempo, la topografía o la vegetación; llega a ocurrir un cambio de está convirtiéndola en suelo con estructuras dinámicas que van cambiando hasta poder encontrar un equilibrio con el entorno que los rodea. (Velasques, 2003: p.2)

El suelo está compuesto de cuatro principales componentes los cuales son:

2.3.5.1. Material mineral.

Al hablar de materia mineral nos hacemos referencia a las partículas que estos suelos contienen y pueden ser arenas, limos y arcillas, las cuales van a variar de tamaño y de ahí su determinación y podrán ser y no visibles (Acosta, 2007: p.1) , las partículas visibles son las de gran tamaño como las piedras, y las partículas no visibles que incluso como lo menciona INIA Tacuarembó (2015: p. 6) “no se puede ver ni siquiera con un microscopio común”, son las arcillas.

2.3.5.2. *Materia orgánica.*

La materia orgánica o también conocida como humus es otro componente importante del suelo, esta se forma a partir de los restos animales y vegetales en diferentes grados de descomposición, ayudando a la fertilidad del suelo (Van - Konijnenburg, 2006: p.7).

2.3.5.3. *Agua y aire.*

Tanto el agua como el aire son componentes muy importantes en el suelo ya que por medio de estos se permiten que el suelo mantenga su vida al proporcionales hidratación, aireación, realizar la función de transportadores de nutrientes y son esenciales en el crecimiento y la vida que el suelos da a las plantas y los organismos que habitan en él (Van - Konijnenburg: 2006: p.9).

2.3.6. *Propiedades físicas del suelo*

2.3.6.1. *Textura*

Al hablar de la textura de un suelo nos referimos a una propiedad física que puede ser observada a simple vista y está relacionada con el tamaño de las partículas que lo conforman, la cual a través de su composición mineral determina la proporción de muestra de suelo, definida por las porciones relativas del porcentaje de base a su masa (Ramírez, 2017: p.16; Raudes y Sagastume, 2009: p.20). Esta se puede clasificar de acuerdo al tamaño de sus partículas en 3 clases que son la arena (a), limo (L), arcilla (A), el diámetro de las partículas de arcilla es menor de 0.002 mm, las de limo están entre 0.002 y 0.05 mm y las de arena son entre 0.05 y 2.0 mm (GLOBE, 2005: p.10)

Tabla 2 - 2: Morfología del suelo de acuerdo al diámetro de partículas

Fracción	Tamaño
GRAVA	Diámetro: superior a 2mm
ARENA	Diámetro: entre 2 y 0,05 mm
LIMO	Diámetro: entre 0,05 y 0,002 mm
ARCILLA	Diámetro: inferior a 0,002 mm

Fuente: (Acosta , 2007)

Domínguez, (2005: p.4) nos plantea que el poder conocer cuál es la textura que tiene un suelo permitirá determinar con qué facilidad esta se abastece de los nutrientes, cual es la capacidad para transportar o retener agua y aire y así poder determinar si un suelo es útil para la actividad que se

quiera realizar como por ejemplo si es apto para el desarrollo de cultivos (Pinos, 2022: p.21). Para determinar el tipo de textura de un suelo tomando en cuenta el porcentaje de cada una de las partículas de arena, limo y arcilla se utiliza el diagrama textural de la USDA como lo indica la siguiente figura.

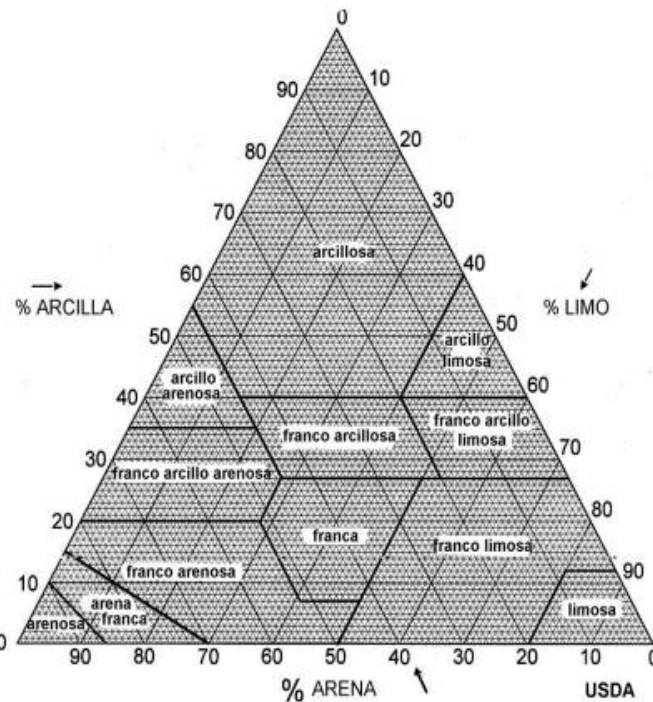


Ilustración 6 - 2: Porcentaje de arena, limo y arcilla en diferentes texturas del suelo.

Fuente: (Gisbert, Ibáñez y Moreno, 2008)

De acuerdo al diagrama textural, podemos identificar que existen varias clases texturales de suelo, por lo que Gisbert, Ibáñez y Moreno (2008: p.6) las describe en la siguiente tabla.

Tabla 3 - 2: Porcentaje de arena, limo, arcilla para determinar textura en el suelo

Textura	Porcentajes
Arcillosa	Arcilla ≥ 40 % ; Limo < 40 % ; Arena < 45 %
Areno – Arcillosa	Arcilla ≥ 35 % ; Arena ≥ 45 %
Franco – Arcillosa	Arcilla = 27 a 40 % ; Arena = 20 a 45 %
Limo – Arcillosa	Arcilla ≥ 40 % ; Limo ≥ 40 %
Franco-limo-arcillosa	Arcilla = 27 a 40 % ; Arena < 20 %

Franco-areno-arcillosa	Arcilla = 20 a 35 % ; Limo < 28 % ; Arena ≥ 45 %
Franca	Arcilla = 7 a 27 % ; Limo = 28 a 50 % ; Arena < 52 %
Franco-limosa	Sí Arcilla < 12 % ; Limo = 50 a 80 % ; Sí Arcilla = 12 a 27 %
Limosa	Arcilla < 12 % ; Limo ≥ 80
Franco-arenosa	Arcilla ≤ 20 % ; Limo + (2.0 x Arcilla) > 30 % ; Arena ≥ 52 % ó Arcilla < 7 % ; Limo < 50 % ; Arena = 43 a 52 %
Arenosa-franca	Sí Limo + (1.5 x Arcilla) ≥ 15 % ; Arena = 85 a 90 % ; Sí Limo + (2.0 x Arcilla) ≤ 30 %
Arenosa	Limo + (1.5 x Arcilla) ≤ 15 % ; Arena ≥ 85 %

Fuente: (Gisbert, Ibáñez y Moreno 2008)

Realizado por: Rodriguez, Anghela. 2022

2.3.6.2. Estructura

La estructura es la forma en la que las partículas del suelo se unen para formar agregados, es decir cómo se organizan y agrupan las arcillas, el limo y las arenas para formar el suelo (Meza y Geissert, 2003: P.57). Esta propiedad es la que afecta directamente la aireación, el movimiento del agua, la conducción térmica, el crecimiento radicular y la resistencia a la erosión en el suelo, por lo que el tamaño, la forma y grado de desarrollo de poros (Clase) del suelo se convierten en componentes importantes para determinar la calidad del suelo (Martínez, 2018: p.15; FAO 2022; Meza y Geissert, 2003: p.58; Pereira et al. 2011).

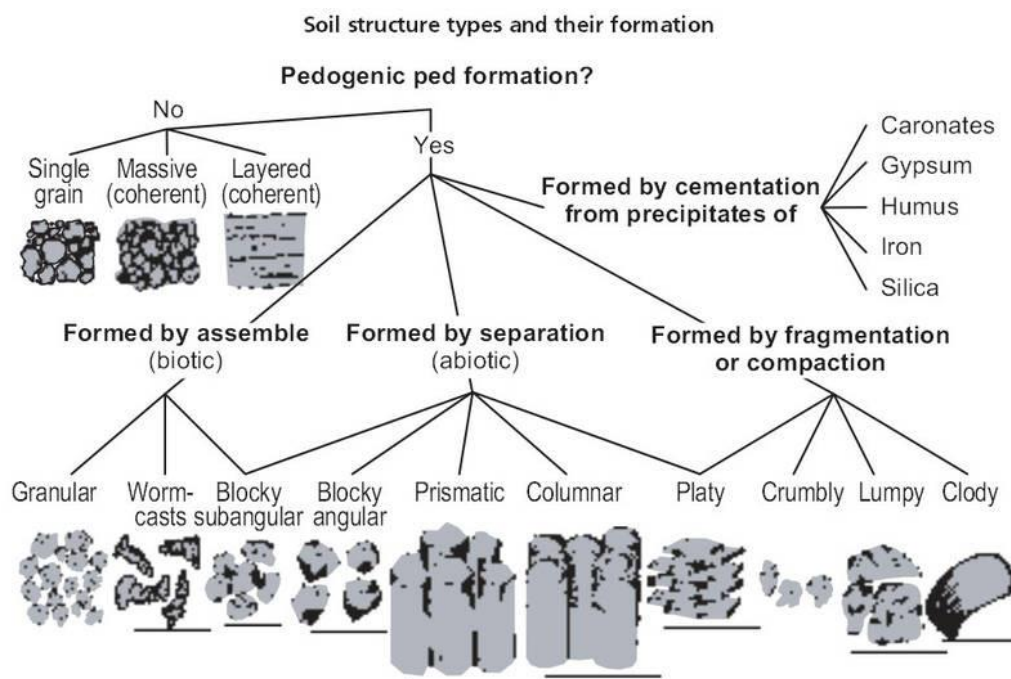


Ilustración 7 - 2: Estructura del Suelo

Fuente: (FAO, 2022)

Tabla 4 - 2: Clasificación de la estructura del suelo

Según la Forma

Prismática	Agregados de un tamaño considerable, con caras planas en forma de prisma, por lo que les permite otorgar una permeabilidad mesurada, su dureza impide el crecimiento radicular y se ubica en los horizontes profundos del suelo.
Columnar	Estructuras prismáticas que tienen una cubierta o casquete redondeado, se ve limitada por otros agregados columnares
Laminar	Planos con dimensiones verticales limitadas, parecidos a placas que se superponen entre sí, generalmente orientadas sobre un plano horizontal que impiden la permeabilidad.
Granular	Esferoides o poliedros que tienen superficies curvilíneas o irregulares, relativamente no porosos y no se ajustan a los agregados adyacentes.
Bloques Angulares	Bloques o poliedros casi equidimensionales, con superficies planas o ligeramente redondeadas, que son moldes de caras de los agregados vecinos, con caras intersectando a ángulos relativamente agudos
Bloques Subangulares	Bloques o poliedros casi equidimensionales, con superficies planas o ligeramente redondeadas, que son moldes de caras de los agregados vecinos, con las caras intersectando a ángulos redondeados.

Cuneiforme	Lentes elípticos unidos que terminan en ángulos afilados, confinados por caras de fricción.
Según su Tamaño	
Muy gruesa	Mayor a 10mm
Gruesa	Entre 5mm y 10mm
Media	Entre 2mm a 5mm
Fina	Entre 1mm a 2mm
Muy Fina	Menor a 1mm de diámetro
Según su grado de desarrollo o Clase	
Sin estructura	No presenta ni evidencia una estructura en particular de agregados, no se crean formaciones en las superficies y se lo conoce también como grano fino.
Débil	Agregados raramente observables in situ y escasamente definidos. Al disturbarse se crea una mezcla de pocos agregados y mucho material suelto
Moderada	Son observables y con una estructura estable, se distingue el agregado en su superficie. Al mezclarse se origina una mezcla de muchos agregados enteros, algunos quebrados y poco material suelto o defectuoso.
Fuerte	Son visiblemente observables con una estructura muy firme, definida y presentan un prominente agregado. Cuando se disturba el material, comúnmente se rompe en agregados y su forma no se ve afectada por el movimiento del suelo.

Fuente: (Vargas, D et al. 2020; Martínez, 2018; Moreno, Gisbert y Ibáñez, 2010)

Realizado por: Rodríguez, Anghela. 2022

2.3.6.3. *Color*

Ramírez, (2017: p.20) manifiesta que el color es un carácter morfológico importante del suelo, que se puede observar fácilmente y permite identificar qué clase de suelo pertenece a simple vista. Las principales sustancias que confieren al suelo su color son el humus o también conocido como materia orgánica, compuestos minerales como los óxidos, sulfuros, sulfatos, carbonatos que al estar en contacto con las condiciones de drenaje y el grado de oxidación este dará un color característico a cada tipo de suelo, es más utilizado para distinguir los límites entre los perfiles del suelo y como indicador de humedad (FAO 2022; Domínguez Soto et al., 2012: p.155). Pérez de los Reyes, (2021) plantea que, a partir de 1930, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos decide usar como una herramienta para determinar el color del suelo el sistema de color Munsell, el cual se basa en el matiz o tono, el brillo y el croma utilizando una tabla de colores (Moreno, Blanquer y Ibáñez, 2010: p.4).



Ilustración 8 - 2: Tabla de color Munsell para suelos

Fuente: (Domínguez Soto et al. 2012)

2.3.6.4. Densidad

La densidad se define como la masa o peso por unidad de volumen del suelo (M/V) (FAO 2022).

Se las puede clasificar de acuerdo a la densidad de sus componentes sólidos y la del conjunto del suelo, incluyendo los espacios intersticiales entre los poros de los agregados del suelo. Los tipos de densidades por lo tanto serán:

Densidad real

Se define como a la densidad real a la “relación entre peso del suelo seco por la unidad de volumen real o volumen de sus partículas expresados en g/cm³” (Domínguez, 2005: p.10 ; Martínez, 2018: p.18).

De acuerdo a Ingaramo et al., (2007: p.129) para determinar la densidad real se utiliza la siguiente formula

$$\rho_s = \frac{M_s}{V_s}$$

Donde:

Ms: Masa de sólidos

Vs: Volumen de sólidos de un suelo

Densidad aparente

Al hablar de la densidad aparente nos hacemos referencia a “la masa de una unidad de volumen de suelo seco (105°C) tomando en cuenta el espacio de poros que existen en el suelo” (Ramirez, 1997: p.9; FAO, 2009: p.51).

La densidad aparente es una característica que nos da a conocer las condiciones en las cuales se encuentra el suelo con respecto a la compactación, la porosidad, la disponibilidad de agua y de oxígeno, etc. Esta puede variar de acuerdo a la condición estructural (Ramirez, 1997: p.9; U.N.L.P., 2019: P.5)

2.3.6.5. Porosidad

La porosidad se define por el volumen que ocupan los poros (y este se encuentra ocupado por gases y líquidos) con relación al volumen total ocupado por el suelo (Pereira et al., 2011: p.49). El tamaño de los poros y por lo tanto la porosidad del suelo, depende del tamaño de las partículas del suelo y del tamaño de los agregados de partículas, pudiendo determinarla con la siguiente formula (Martínez, 2018: p.19)

$$Porosidad\% = \left(1 - \frac{Dap}{Dp}\right) * 100$$

Donde:

Dp: Densidad real

Dap: Densidad aparente

2.3.7. Propiedades químicas del suelo

2.3.7.1. Macro - micronutrientes del suelo

Macronutrientes

Llamados así por la gran importancia que tienen estos en los suelos ya que por medio de ellos se asegurara el crecimiento y la supervivencia de los cultivos y plantas por lo que estos serán necesarios en grandes cantidades, como macronutrientes primarios tenemos al nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y como nutrientes secundarios, pero no menos importantes tenemos el calcio (C), Magnesio (Mg) y Azufre (S) (Mengel y Kirkby, 2000: p.12; Baquero Peñuela y Salamanca Solís, 2006: p.153)

Micronutrientes

A diferencia de los macronutrientes, estos nutrientes son requeridos en pequeñas cantidades, entre los cuales tenemos Hierro (Fe), Manganeseo (Mn), Boro (B), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Molibdeno (Mo) (Cooper y Ghanem, 2017: p.2; Fontanetto y Bianchin, 2010: p.2).

Una de las formas para determinar la deficiencia de macro y micronutrientes es en relación al pH del suelo ya que el extremo de pH ya sea ácido o alcalino puede reducir o aumentar la disponibilidad de estos, llegando a generar una toxicidad o deficiencia de nutrientes que tienen como consecuencia la afección en el crecimiento y producción de las plantas o cultivos (Cooper y Ghanem, 2017: p.2)

2.3.7.2. pH

Al hablar de pH del suelo nos referimos a la acidez, la neutralidad o alcalinidad del suelo donde se determina la concentración de iones de hidrógeno (H^+) (Domínguez, 2005: p.14) Los suelos pueden tener una reacción ácida o alcalina, y algunas veces neutral. La medida de la reacción química del suelo se expresa mediante su valor, este oscila de 0 a 14, donde $pH = 7$ indica que el suelo tiene una reacción neutra. Los valores inferiores a 7 indican acidez y los superiores a 7 alcalinidad (Cabezas y Guevara, 2020: p.12). La mayoría de las plantas se desarrollan con un pH ligeramente ácido a neutro entre 6 y 7, es por eso que de acuerdo al valor de pH el suelo se verá afectado con la saturación o deficiencia de nutrientes (FAO 2021a), sin embargo, Ramírez, (2017: p.14) también nos plantea que en los suelos agrícolas para que los cultivos puedan tener una gran asimilabilidad, el mejor rango está entre 5.5 y 6.5, todo esto dependerá del tipo de cultivo o planta.

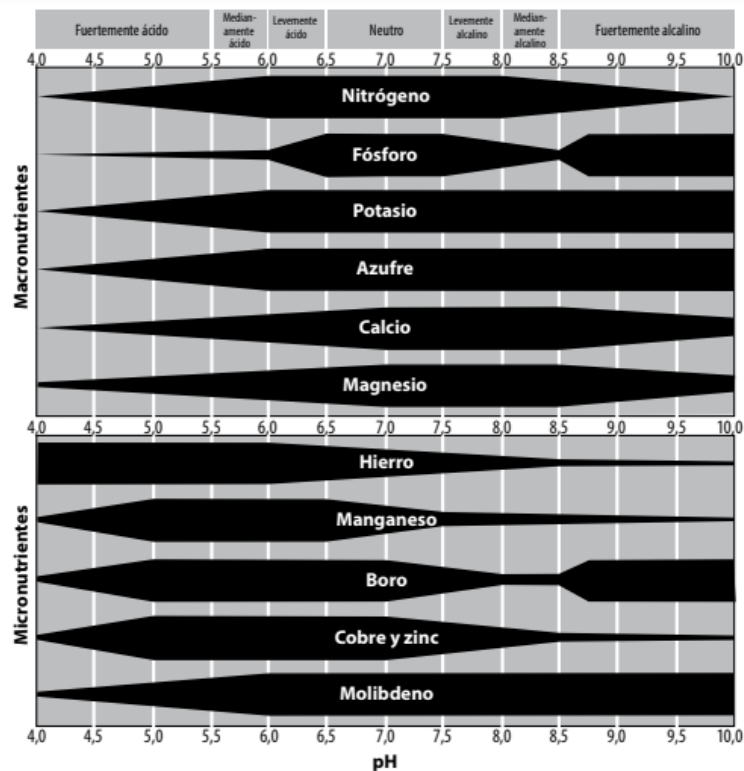


Ilustración 9 - 2: Macro y micronutrientes en relación al pH del suelo

Fuente: (Cooper y Abi 2017)

2.3.7.3. Conductividad eléctrica (CE)

La conductividad eléctrica es aquella que puede medir la concentración de sales en el suelo, se entiende por CE a la medida de la capacidad que tiene un material para conducir la corriente eléctrica. (Cremona y Enriquez, 2020: p.6). Bárbaro, Karlanian y Mata, (2005: p.7) expone que “a mayor CE, mayor es la concentración de sales”, es por eso que este recomienda que la CE en un suelo debe ser baja para que así se evite la fitotoxicidad en los cultivos facilitando la fertilización de los mismos.

2.3.8. Propiedades biológicas del suelo

2.3.8.1. Organismos del Suelo

La biodiversidad del suelo abarca una gran variedad de organismos vivos, los cuales pueden ser no visibles y visibles a simple vista como, los microorganismos (diámetro entre 20 y 200 micras), la mesofauna (diámetros entre 200 mil micras y 1cm) y la más examinada, la macrofauna (mayores a 1cm de diámetro), este último tipo de organismos son considerados de gran importancia ya que contribuyen de gran manera a los suelos aportando una serie de servicios para

la sostenibilidad de este recurso como por ejemplo la descomposición de la materia orgánica y la capacidad de conducir de nutrientes (Asociación Vida Sana, 2012: p.1; Crespo, 2013: p.1; FAO, 2021b).

2.3.8.2. *Materia orgánica*

La materia orgánica abarca compuestos como los carbohidratos, ligninas y proteínas provenientes de los residuos de plantas y animales, donde a través de ellos se desintegra la materia orgánica hasta convertirse en dióxido de carbono y los residuos más resistentes en humus (Pascual y Venegas, 2014: p.3). La materia orgánica y el humus posee alrededor del 5% de nitrógeno, sin embargo, también almacenan otra variedad de nutrientes como el fósforo, magnesio, calcio, azufre, etc. (Julca-Otiniano et al., 2006: p.50).

2.3.9. *Contaminación del suelo agrícola*

La actividad agrícola ha tomado un lugar significativo en nuestro planeta, pero esto a su vez ha ocasionado que por la necesidad de mantener sus sembríos muchos productores hagan uso indiscriminado de plaguicidas, nutrientes, bioestimuladores entre otros, ocasionando que el suelo acumule todos estos componentes y al no poder eliminarlos completamente se queden adheridos a él y cambien su composición y calidad (Leal et al., 2014: p.2).

2.3.10. *Indicadores de calidad*

Para Prieto-Méndez et al., (2013: p.84), un indicador es aquella variable que permite brindar información esencial de una manera simplificada y sistemática, permitiendo que una condición u propiedad que sea de interés de estudio se pueda cuantificar, medir y expresar algún cambio. Por otra parte, Trujillo - González, Mahecha y Torres - Mora (2018: p.34) nos permite acotar que estos indicadores ya sean físicos, químicos o biológicos abarcar procesos sistemáticos, donde a partir de presenciar una alteración o cambio en su función, composición y servicios ecosistémicos estos logren recabar la información necesaria al momento que se quiera conocer la calidad del suelo.

El autor antes mencionado también acota que los indicadores de calidad deben tener, una efectividad adecuada, conformar o cumplir con procesos sistemáticos, abarcar propiedades del suelo, ser de fácil acceso y manejo para el personal que vayan a realizar la identificación, deben tener una reacción inmediata y finalmente ser sensible al clima y prácticas antropogénicas, ya que estas características permitirán que el indicador reaccione de mejor manera a cualquier cambio y pueda dar valores correctos o significativos al momento de buscar un índice de calidad (Trujillo - González, Mahecha y Torres - Mora, 2018: p. 34 - 35; Cantú et al., 2009: p.207).

De acuerdo a Villarreal-Núñez et al., (2013: p.302), la principal función que tienen los indicadores es la evaluación de las diferentes condiciones, a esto se suma que a través de ellos podemos comparar sitios o situaciones, proporcionando información preventiva para poder actuar de manera oportuna y anticipar circunstancias y directrices futuras.

Por otra parte García, Y, Ramírez y Sánchez, (2012: p.130), nos plantea que un indicador de suelo debe contener las siguientes condiciones:

- Ser integradores
- Ser de fácil medición, apoyados en información objetiva y fácil de reconocer.
- Ser adecuados al nivel de análisis y al sistema estudiado
- Ser perfectamente aplicables a un rango de ecosistemas y condiciones.
- Reflejar el atributo de sostenibilidad que se quiere evaluar.
- Ser de fácil entendimiento
- Adaptable a cambios y diferencias entre los diferentes sistemas
- Centrarse en aspectos prácticos y claros

Para poder seleccionar los indicadores que son óptimos para poder evaluar la calidad se tomara en consideración diferentes criterios en base a la función del suelo entre estos podemos mencionar el uso de la tierra, la relación entre un indicador y la función del suelo, facilidad y fiabilidad de la medición, variación en los tiempos de muestreo y en la zona de muestreo (González, 2013: p.22)

Es un parámetro cualitativo o cuantitativo que proviene de los parámetros físicos, químicos o biológicos, el cual proporciona información concreta, estadística y matemáticas que permiten describir el estado, salud o calidad en el que se encuentra un recurso (Wilson, 2017: p.19). Entre ellos se pueden dividir como:

2.3.10.1. Indicadores físicos de calidad.

Al hablar de este tipo de indicadores nos referimos a las diferentes características o propiedades físicas que tiene el suelo asociadas con el uso eficiente del agua, nutrientes y pesticidas, como lo es su estructura, densidad, porosidad, infiltración, conductividad eléctrica, entre otras (García, Ramírez y Sánchez 2012).

Textura.

Es un indicador físico importante ya que este permite influir en diversos aspectos en la calidad del suelo. Este parámetro se lo puede determinar de acuerdo al porcentaje de arena, limo y arcilla que contenga. A su vez esta es una propiedad única ya que así existan diferentes prácticas de manejo no va a cambiar. “Los cuatro tipos de suelos se clasifican en (1) arenosos; (2) limusinas; (3) suelos francos y (4) arcillosos o barro” (Stivers 2017).

Profundidad del suelo.

Esta es el espacio donde las plantas pueden asentarse sin ningún problema, para así poder conseguir el agua y los nutrimentos indispensables, lo cual va a ser de suma importancia para las plantas o cultivos que se siembren en el suelo estudiado. Esta puede ser medida fácilmente al momento de hacer un hoyo en el punto de muestreo y se mide con una cinta métrica la profundidad (García 2017).

Densidad.

Al hablar de la densidad nos hacemos referencia a la masa del suelo por unidad de volumen (g.cm^{-3} o t.m^{-3}) (García, Ramírez y Sánchez 2012).

2.3.10.2. Indicadores químicos

Son aquellos que permiten evidenciar las condiciones que afectan la relación suelo-planta (Bautista et al. 2004). Así mismo este ocasiona una afectación en la calidad de agua, capacidad amortiguadora del suelo como también la disponibilidad de nutrientes y agua, los cuales las plantas y microorganismos usan para su formación (Estrada et al. 2017). Según (Orozco, Flores y Sanabria 2015) estos indicadores son de utilidad para evaluar el grado de vulnerabilidad de los suelos, establecen mecanismos para un monitoreo temprano, ayudando a prevenir posibles degradaciones progresivas en el suelo.

Materia orgánica (MO)

Al hablar de MO, nos referimos a la capa del suelo que esta compuesta por todos los desechos que alguna vez estuvieron con vida, este indicador es de suma importancia ya que es una característica que permite proporcionar una fuente de carbono y energía para los microorganismos

del suelo, permite estabilizar y cohesionar las partículas de este, reduciendo así la erosión y ayudando a que los cultivos que son sembrados en estos suelos se reproduzcan favorablemente (González 2013).

pH

El pH es aquella propiedad que influye en la disponibilidad y movilidad de los nutrientes, por lo que este es muy importante conocer para así poder determinar si es o no un suelo ácido al momento de evaluar su calidad. El pH también nos ayudará a estimar como se está realizando su nitrificación y fijación ya que si hay una abundancia en ciertos nutrientes, estos pueden llegar a ser tóxicos para algunas plantas que absorben los nutrientes antes mencionados de un suelo acidificado (González 2013).

Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica es aquella que nos permite medir la concentración de sales solubles que están presentes en el suelo donde ellas nos permitirán conducir la corriente eléctrica. Es por eso que Bárbaro, Karlanian y Mata (2005) nos manifiestan que a mayor CE, mayor es la concentración de sales. En los suelos agrícolas es importante que la conductividad eléctrica sea baja ya que así esta permitirá el manejo adecuado de la fertilización y se eviten problemas de fitotoxicidad en los cultivos.

Nitrógeno (N)

Este es considerado como un macronutriente que es fundamental para la vida, ya que este conjuntamente con el fósforo y potasio, agrupan las principales biomoléculas que un ser vivo posee, en los suelos este indicador influye en la fertilidad de los mismos ya que nos proporciona las condiciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas (González 2013).

Fósforo soluble (P)

Al igual que los antes mencionados este es un macronutriente, siendo esencial en las plantas y los microorganismos, ya que forma parte de los ácidos nucleicos y de los fosfolípidos, llegando así a ser un gran estimulante para la raíz y el afloramiento de las semillas (González 2013).

Potasio (K)

Como bien lo manifiesta Larriva (2003) el potasio es un elemento esencial en el suelo ya que este permite dar soporte a las plantas y cultivos. Este, en el suelo se encuentra en forma de catión intercambiable.

Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

La CIC es la cuantificación de la capacidad del suelo para retener cationes. Esta carga va a depender de la textura del suelo y del contenido de materia orgánica, es por eso que González (2013) manifiesta que, entre “más arcilla y materia orgánica en el suelo, la capacidad de intercambio es mayor”.

2.3.10.3. Indicadores biológicos

Permiten analizar los cambios en las propiedades que ayudan en la fertilidad o abundancia a través de micro y macroorganismos (Bautista et al. 2004). Según García, Y., Ramírez y Sánchez (2012) los indicadores biológicos integran una gran cantidad de factores, tanto de manera directa (incorporación y redistribución de varios materiales) o indirecta (formación de comunidades microbiales, transporte de propágulos, antibiosis o reducción selectiva de la viabilidad) que afectan la calidad del suelo, como la abundancia y los subproductos de los macro invertebrados.

Biomasa microbiana

Este indicador según (González 2013), nos permite indicar la mezcla de organismos presentes que viven en el suelo, estos, al estar en una interacción con distintas especies llegan a formar una red de actividad biológica, mejorando así propiedades y funciones del suelo como la mineralización de la MO, la entrada y almacenamiento de agua, movilización de nutrientes entre otros (González 2013).

Tabla 5 - 2: Indicadores de Calidad el Suelo

PROPIEDADES	INDICADORES DE CALIDAD
FÍSICAS	<ul style="list-style-type: none">• Textura• Profundidad del suelo• Infiltración y densidad aparente• Capacidad de retención de agua• Conductividad eléctrica
QUÍMICAS	<ul style="list-style-type: none">• pH• Conductividad eléctrica• P, N, K extractables• Cu
BIOLÓGICAS	<ul style="list-style-type: none">• C• Macro y microorganismos

Fuente: (Bautista et al. 2004)

Realizado por: Rodríguez Anghela 2022

2.3.11. Índices de la Calidad del Suelo

2.3.11.1. ¿Qué es un índice de calidad del suelo?

Un ICS es el que logra tener una visión de la condición en la que se encuentra el suelo, donde los cambios que han ocurrido en este, se determinaran mediante el análisis que logran simplificar, cuantificar las propiedades físicas, químicas y biológicas que tiene el suelo y los fenómenos o procesos que han ocurrido en el mismo por su uso (Barrera, Jenner., Barrezueta y García 2020).

2.3.11.2. Índice de calidad normalizada (ICS) (Normalized quality index-QUIN)

Este índice se basa en métodos estadísticos, donde a través de la desviación estándar entre cada indicador medido, se aplica la formula detallada a continuación para determinar su calidad por lo que se lo conoce como el QIN (Barrezueta, Paz y Chabla 2017).

$$QI_N = (\sum Wi * Cs)$$

Donde:

QI_N = Índice de calidad normalizada

W_i = Indicador seleccionado

C_s = Coeficiente de puntuación

Con el resultado obtenido al calcular QIN se puede clasificar el suelo de acuerdo a su nivel donde Barrezueta, Paz y Chabla (2017) en su investigación modifica los niveles de ICS de acuerdo al manejo agrícola donde:

Tabla 6 - 2: Niveles de ICS en función de QIN en el manejo agrícola del suelo

PUNTUACIÓN	NIVELES
$QIN \leq 20$	Muy baja calidad
$20,9 \leq QIN \leq 38,6$	Baja Calidad
$38,7 \leq QIN \leq 53,8$	Moderada Calidad
$53,9 \leq QIN \leq 61,4$	Alta Calidad
$QIN \geq 61,5$	Muy Alta Calidad

Fuente: (Barrezueta, Paz y Chabla 2017)

Realizado por: Rodríguez Tacuri Anghela, 2022

2.3.11.3. Índice de calidad del suelo mediante macrofauna

El índice de calidad de suelo a partir de la macrofauna se basa en la recolección de estos organismos ya sean detritívoros, herbívoros, depredadores o ingenieros del suelo como se evidencia en la **Tabla 8-2**, que permitirán a partir de su nombre común, población y especie o familia conocer el estado en que el suelo se encuentra (Cabrera 2014 p:7).

Tabla 7 - 2: Organismos que componen la macrofauna del suelo

Nombre Común	Grupo Funcional
Lombrices de tierra	Detritívoros e Ingenieros del suelo
Babosa y caracoles	Detritívoros Depredadores
Cochinillas	Detritívoros
Milpiés	Detritívoros
Ciempíes	Depredadores
Arañas	Depredadores
Arañas patonas	Depredadores
Falsos escorpiones	Depredadores

Cucarachas	Detritívoros Herbívoros Omnívoros
Escarabajos	Detritívoros Herbívoros Depredadores
Tijeretas	Detritívoros Depredadores
Moscas y mosquitos	Detritívoros Depredadores
Chinchas y saltarinas	Herbívoros
Hormigas	Omnívoros, Depredadores e Ingenieros del suelo
Termitas o comejenes	Detritívoros e Ingenieros del suelo
Mariposas y orugas	Herbívoros
Grillos y saltamontes	Herbívoros

Fuente: (Cabrera 2014 p:7).

Realizado por: Rodríguez Anghela, 2022

Para Cabrera (2014) el poder identificar estos organismos nos brinda la facilidad de constituir un índice que este en relación con la macrofauna y las diferentes funciones ecológicas que permitirán reflejar su estado, salud, calidad o fertilidad del suelo evaluado y esto se va a poder determinar mediante la aplicación de las siguientes formulas.

$$ICS_m = \frac{\text{Número de individuos de organismos Detritívoros}}{\text{Número de individuos de organismos no Detritívoros}}$$

Y

$$ICS_m = \frac{\text{Número de individuos de Lombrices de Tierra}}{\text{Número de individuos de Hormigas}}$$

Donde:

ICS_m: Índice de Calidad del suelo mediante la macrofauna

Organismos No Detritívoros: Omnívoros + Herbívoros + Depredadores

Una vez obtenido el resultado al calcular ICS_m se puede clasificar el impacto de los sistemas de manejo o calidad del suelo de acuerdo a dos categorías (Cabrera, 2014 p:30).

Tabla 8-2 : Niveles de ICSm en función a la macrofauna

NIVEL	PUNTUACIÓN
Alta Calidad del Suelo	> 1
Baja Calidad del Suelo	< 1

Fuente: (Cabrera 2014)

Realizado por: Rodríguez, Anghela. 2022.

Alta calidad del suelo: Un suelo con alta calidad se hace referencia a suelos con mayor cantidad de tipos de organismos conocida como mayor diversidad y de individuos por tipo, especialmente de organismos detritívoros y de lombrices por lo que se aplica la fórmula de los indicadores de Detritívoros/No Detritívoros y Lombrices de tierra/Hormigas, obteniendo como resultado valores > 1 (Cabrera, 2014 p:30).

Baja calidad del suelo: a diferencia de la anterior y hacerse referencia a la baja calidad estos suelos sin embargo tendrán un menor número de tipos de organismos a lo que se conoce como menor diversidad y de individuos por tipo, pero donde sobresalen los organismos no detritívoros y las hormigas al aplicar las fórmulas para obtener el ICSm de Detritívoros/No Detritívoros y Lombrices de tierra/Hormigas, se obtendrá como resultado valores < 1 (Cabrera, 2014 p:30).

2.4. Base Legal

Al hablar de la base legal tomamos en cuenta las normas ambientales que rigen en nuestro país, el Gobierno Nacional quien es la autoridad rectora junto con las demás autoridades pertinentes, son los entes encargados de brindarnos directrices ambientales mediante normas, leyes, estatutos, que garantizan la protección, uso adecuado e importancia de conservar los recursos naturales, para así poder vivir en un ambiente sano, sostenible y equilibrado preservando los diversos recursos de la población ecuatoriana, en este caso de la investigación nos enfocaremos en todos los artículos y directrices que están enfocados en la calidad del suelo.

2.4.1. Constitución de la República del Ecuador

Partiendo de cúspide de la pirámide de Kelsen quien detalla la jerarquía normativa tenemos la Constitución de la República del Ecuador, quien en sus siguientes artículos establece:

Art. 14.- “Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado... es de interés público preservar, conservar el ambiente, los ecosistemas, la biodiversidad del daño ambiental recuperando los espacios naturales degradados...” (CRE 2008).

Art. 66.- en su **literal 27** nos declara que “...toda persona tiene derecho a vivir en un ambiente sano, ecológicamente equilibrado, libre de contaminación y en armonía con la naturaleza...”(CRE 2008).

Art. 72.- manifiesta que “La naturaleza tiene derecho a la restauración la cual será independiente de la obligación que tienen el Estado y las personas naturales o jurídicas de indemnizar a los individuos y colectivos que dependan de los sistemas naturales afectados...”(CRE 2008).

Art. 73.- “El Estado aplicará medidas de precaución y restricción para las actividades que puedan conducir a la extinción de especies, la destrucción de ecosistemas o la alteración permanente de los ciclos naturales...” (CRE 2008).

Art. 74.- “Las personas, comunidades, pueblos y nacionalidades tendrán derecho a beneficiarse del ambiente y de las riquezas naturales que les permitan el buen vivir... y su aprovechamiento para la producción, prestación y uso será regulado por el Estado...” (CRE 2008).

2.4.2. Acuerdo Ministerial 097

Literales. 4.4 - 4.5 – 4.6.- Nos hablan de los criterios de calidad de suelo, criterios de **remediación**, monitoreo y métodos analíticos que se plantean para evaluar la calidad en la que se encuentra el suelo donde “su valor referencial de inicio permitirá evaluar la posible contaminación del suelo en función de parámetros establecidos en la tabla 1 del Registro Oficial Suplemento 387 de 4 de Noviembre de 2015, página 34” (MAE 2015a).

2.4.3. Registro Oficial 387

El Registro Oficial N° 387 del Ministerio del Ambiente establece la tabla de criterios de calidad de suelos, y los criterios de remediación con los valores máximos permisibles de cada uno de los parámetros que debe cumplir el suelo para que se encuentre en una óptima condición (MAE 2015b).

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Enfoque de investigación

La presente investigación tuvo un enfoque mixto, debido a que se llevó a cabo una investigación de tipo cualitativa, donde se permitió identificar características, de la calidad del suelo en los diferentes tipos de terrenos dedicados a la agricultura, conjuntamente con la información necesaria de cómo se realiza el cultivo de pitahaya en el cantón Palora, provincia de Morona Santiago, también se consideró que la investigación tuvo un enfoque de tipo cuantitativa partiendo del objetivo planteado y su complejidad, donde se centró en efectuar una descripción, basándose en la puntuación y los resultados obtenidos tras los análisis de características de la calidad del suelo.

3.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación que se llevó a cabo fue de nivel explicativo al plantearse y describir cual fue el problema en el sistema productivo de pitahaya en el cantón Palora, donde a través del trabajo de campo se pudo obtener muestras de estos suelos mediante un monitoreo, se analizaron las diferentes variables dependientes para así poder concluir, identificar y determinar cuáles fueron las causas que ocasionaron la pérdida de la calidad de los suelos.

3.3. Diseño de la investigación

El diseño de la presente investigación, fue de forma experimental, descriptiva donde en las fincas de estudio se realizó, análisis in situ, y se obtuvo la extracción de muestras de suelo en diferentes puntos para analizarlos de manera ex situ en el laboratorio, logrando así ver la modificación de sus componentes, como el pH, textura, conductividad eléctrica, nitrato, fosfato, materia orgánica, entre otros, llegando con estos resultados a describir el estado actual en el que se encontraron estos suelos del sistema productivo de pitahaya en las 3 fincas analizadas, y así finalmente cumpliendo con un nivel de estudio explicativo que permitió recopilar información necesaria y eficaz que fue de ayuda para la apertura de diversos estudios que se pueden implementar de acuerdo al tema.

3.3.1. Según la manipulación o no de la variable

De acuerdo a la manipulación de la variable independiente que es el índice de calidad del suelo se hizo una comparación entre los índices de calidad de las 3 fincas en estudio para realizar un análisis de varianza mediante el método de Tukey pudiendo diferenciar cual es el suelo más afectado con los sembríos de pitahaya en las tierras productoras del cantón Palora, la investigación se consideró como un diseño experimental, a partir del monitoreo en 3 fincas productoras donde hubo una manipulación de las muestras para los análisis de calidad de suelo, por lo que se consideró la localización de las fincas, el muestreo de los suelos, la medición de análisis in situ, los análisis de datos ex situ y la propuesta a un plan de manejo a partir de los datos recabados en el trabajo de titulación.

3.3.2 Según las intervenciones en el trabajo de campo

El poder observar de manera individual características específicas que se dieron en la presente investigación se determinó que es un diseño de estudio longitudinal, al poder recolectar esta información mediante la medición de varios parámetros en dos monitoreos realizados en diferentes fechas, así mismo se partió de investigaciones y datos pasados, con el objetivo de poder explicar el problema y la hipótesis de como el monocultivo de la pitahaya afecta el sistema productivo del cantón Palora en cada una de las 3 fincas de estudio en un período temporal longitudinal.

3.4. Tipo de estudio

El presente trabajo de titulación se estableció como una investigación de tipo bibliográfica y documental, descriptiva y de campo.

La investigación bibliográfica y documental se llevó a cabo por la recopilación de información de libros, artículos, manuales, guías técnicas, entre otras bibliografías que permitió obtener información fundamental de estudios previos sobre el mismo tema de investigación y que sirvieron como guía para el desarrollo del presente trabajo.

La investigación descriptiva se basó en los análisis de suelos realizados a todas las muestras recolectadas, adicionalmente se pudo tener una interacción con el área de estudio y la observación de las diferentes características ya sea climáticas o de las plantaciones que pueden contribuir a la investigación.

En lo que se refiere a la investigación de campo, se llevó a cabo recorridos de reconocimiento de las áreas de interés, obtención de puntos y coordenadas, pudiendo realizar dos monitoreos del suelo en cada una de las fincas de estudio, empleando los conocimientos adquiridos a lo largo de la preparación académica para desempeñar una práctica de campo y así poder recoger muestras de suelo para determinar variables de manera experimental con una inferencia deductiva.

3.5. Población y planificación, selección y cálculo del tamaño de la muestra

3.5.1. Registro de coordenadas de la zona de estudio

Para la exploración de las fincas que se escogieron se realizó un sondeo de manera visual y así poder verificar el estado real en que se encontraban dichos terrenos, esto se llevó a cabo junto a la colaboración de un técnico del Gobierno Municipal del Cantón Palora que indicó cada una de las fincas, sus delimitaciones y áreas, a su vez contribuyo dialogando con cada uno de los propietarios para que estos accedan a dar el permiso correspondientes a estas fincas logrando sacar las muestras respectivas para poder realizar los estudios.

Para el recorrido de las áreas se utilizó equipos como GPS con el sistema de coordenadas UTM WGS 84, llegando a obtener la georreferenciación de cada una de las Fincas y para la toma de imágenes se utilizó un teléfono móvil Android.

3.5.2. Área de estudio

El presente proyecto se realizó en el cantón Palora perteneciente a la Provincia de Morona Santiago, en tres fincas productoras de pitahaya las cuales sirvieron como estaciones de muestreo para la recolección de las muestras para dirigirlas al laboratorio y poder realizar los análisis in situ y ex situ pertinentes.

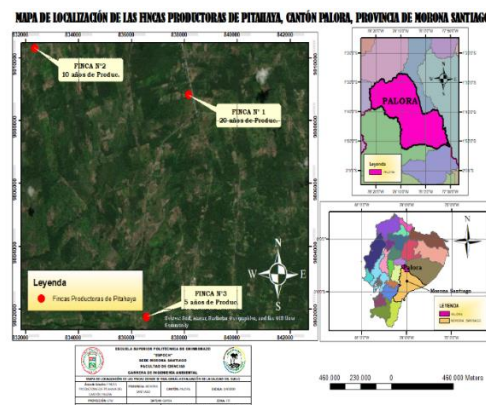


Ilustración 110 - 3: Localización de las fincas donde se realizará la evaluación de la calidad del suelo.

Realizado por: Anghela Rodriguez, 2022

Tabla 1 - 3: Datos generales de fincas productoras de pitahaya en el cantón Palora

N°	FINCA	PROPIETARIO	COORDENADAS	
			X	Y
1	Granja Agrícola Alejandra	Sr. Luis Alejandro Heras Calle	838168	9808822
2	Finca San Miguel	Ángel Rogeres Larrategui Chamba	836583	9801757
3	ECUAPIT	Jacqueline Alexandra Carrasco Pañefiel	832359	9810311

Fuente: GAD Municipal de Palora

Realizado por: Rodríguez Tacuri Anghela, 2022

3.5.3. Población de estudio

La población de estudio fueron las 3 fincas productoras de pitahaya cada una con diferentes años de producción. La primera pertenece al Sr. Luis Heras ubicada en la parroquia Palora con un tiempo de producción de 20 años, la segunda pertenece al Sr. Ángel Larreategui ubicada en la parroquia Sangay y con un tiempo de producción de 10 años, finalmente la última finca de estudio pertenece a la Sra. Jacqueline Carrasco ubicada en la parroquia Palora con un tiempo de producción de 5 años .

Tabla 2-3: Fincas por años de producción de pitahaya en el cantón Palora

N°	FINCA	PROPIETARIO	SECTOR	AÑOS DE PRODUCCIÓN	PARROQUIA	COORDENADAS	
						X	Y
1	Granja Agrícola Alejandra	Sr. Luis Alejandro Heras Calle	Mojón	20 años	Palora	838168	9808822
2	Finca San Miguel	Ángel Rogeres Larrategui Chamba	Sangay	10 años	Sangay	836583	9801757
3	ECUAPIT	Jacqueline Alexandra Carrasco Pañefiel	Tarqui	5 años	Palora	832359	9810311

Fuente: GAD Municipal de Palora

Realizado por: Rodríguez Tacuri Anghela, 2022

3.5.4. Planificación

El estudio de la calidad del suelo se llevó a cabo en el mes de junio y julio del 2022, con el objetivo de determinar el estado en el que se encuentra dicho suelo, realizando dos monitoreos donde se tomó muestras compuestas en los 3 puntos seleccionados, las cuales nos ayudó a determinar y evaluar varios indicadores de calidad.

Guiándose en la guía del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (2012) conjuntamente con la Guía para el Muestreo de Suelos (Ministerio del Ambiente 2014) se realizó la técnica para la toma y remisión de las muestras recolectadas en los puntos de muestreo. Estos manuales se pusieron en consideración ya que trabaja con suelos agrícolas.

3.6. Métodos, técnicas e instrumentos de investigación

3.6.1. Determinar la calidad del suelo

3.6.1.1. Método

En la presente investigación para poder resolver el primer objetivo nos basaremos en un método analítico y de medición al realizar una distinción, conocimiento y clasificación de las diferentes características o variables independientes que utilizaremos y así posteriormente poder realizar una comparación a partir de los resultados o información numérica obtenida a través de un monitoreo de los suelos de las fincas productoras de pitahaya para conocer en qué calidad se encuentran estos suelos agrícolas.

3.6.1.2. Técnicas (detalle de cada parámetro y mediciones)

Para realizar el monitoreo se utilizó técnicas de experimentación que nos permitieron realizar la perforación donde a través de la herramienta del barrero se pudo obtener la muestra de suelo para su respectivo análisis, por otra parte, estas técnicas nos permitieron ser más precisos en alcanzar la profundidad que necesita la perforación e identificar los siguientes apartados.

Tipo de muestreo

Para iniciar con el monitoreo se procedió a determinar un muestreo compuesto, en el cual se obtuvo una cantidad de muestras por cada finca y partir de ellas se recolectó una sola muestra

compuesta de análisis. Para ello se consideró la accesibilidad, facilidad, seguridad para el ingreso y salida del lugar, uso del suelo y actividades antrópicas que se encuentren a los alrededores.

Profundidad del muestreo

La profundidad de muestreo, en general, se establece entre 0 - 10 cm. Pero el manual anteriormente mencionado nos manifiesta que, para cultivos anuales, se deberá retirar las muestras de los surcos a una profundidad de 20 cm. Si el sistema es de siembra directa, se recomienda muestrear a 2 profundidades, de 0 a 10 y de 10 a 20 cm .

Por esta razón se determinó y tomó una muestra de suelo con una profundidad de 20 cm y así tener una muestra significativa para los respectivos análisis.

Muestreo combinado

Es la combinación de un muestreo sistemático y un método asistemático donde se puede determinar los puntos de muestreo al azar y realizando ajustes necesarios dentro del terreno para la toma de muestras, tomando en cuenta las distancias uniformes para que cubran la totalidad y sean representativos al área de muestreo (SAG 2010).

El muestreo se realizó en las 3 fincas tomadas por sus años de producción y los puntos de muestreo donde se recolectó la muestra fue de una manera sistemática utilizando una cartografía de las áreas de estudio a partir del Sistema de Información Geográfica (SIG) que permitió ubicar dichos puntos.

En este tipo de muestreo se ubicó las muestras en un patrón rectangular en toda la zona de estudio, donde se dividió en cuatro cuadrantes el terreno y a partir de eso se obtuvo puntos determinados, para obtener 4 muestras en cada cuadrante, a partir de las cual se estableció cierta distancia para ubicar los demás puntos (a distancias uniformes entre sí). Se eligió este tipo de muestreo porque puede realizarse por rejilla rectangular o polar y puede llevarse a cabo en superficies de cualquier tamaño, dado que las muestras pueden ubicarse de acuerdo con las dimensiones y forma del terreno.



Ilustración 2 - 3: Modelos de muestreo combinado

Fuente: (SAG 2010)

Una vez localizados los puntos de muestreo, se procedió a ejecutar la toma de muestras durante el mes de junio y otra en el mes de julio, con la finalidad de obtenerlas para su secado adecuado y así proceder analizarlas pertinentemente.

Muestreo compuesto

Al hablar de este tipo de muestreo nos referimos a la muestra obtenida por la extracción de varias submuestras, las cuales son reunidas en un recipiente con la capacidad adecuada y libre de sustancias químicas para homogenizarlas y mezclarlas bien y de ahí obtener una muestra general de 1 kg de suelo (Mendoza y Espinoza 2017, p: 14).

Se seleccionó este tipo de muestreo por ser terrenos de cultivos de alta precisión donde los cultivos son a gran escala y los resultados obtenidos pueden ayudar a establecer procesos o planes de gestión de manejo de suelos (Mendoza y Espinoza 2017, p: 25).

Método de cuarteo

El cuarteo es un método muy utilizado cuando la muestra general supero el peso solicitado para las muestras (De Bustos 2013).

El cuarteo consiste en homogenizar la muestra total luego de esto, proceder a colocar el suelo sobre un plástico limpio donde se va a dividir este en cuatro partes iguales separándolas entre sí (Schweizer Lassaga 2011, p: 16), finalmente eliminando dos partes opuestas y así lograr tener la muestra adecuada.

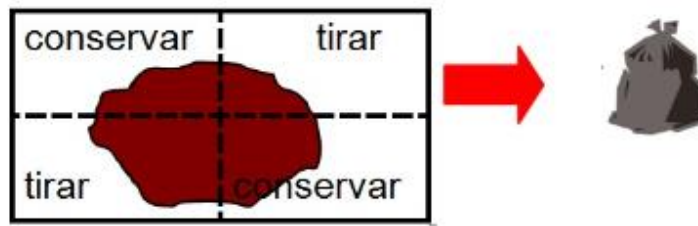


Ilustración 3 - 3: Cuarteo de muestra de suelo

Fuente: (De Bustos 2013)

Tamaño de la muestra

De acuerdo al TULSMA Anexo 2 que se refiere a la Norma De Calidad Ambiental Del Recurso Suelo Y Criterios De Remediación Para Suelos Contaminados, se tomó en cuenta el punto 4.5.1 donde nos habla del número de muestras que deben ser tomadas por hectárea (Ministerio del Ambiente 2019, p: 13)

Como cada finca del estudio tuvo un área de 1 HA se concluyó que se necesitaría un total de 16 muestras simples por cada finca, para de ahí obtener una sola muestra compuesta por cada finca de 1 kg de suelo; estas muestras fueron escogidas por ser las más usadas en la planificación de la fertilización.

Muestreo de macrofauna

Para el muestreo de la macrofauna se tomó en cuenta el protocolo del Manual Práctico sobre la Macrofauna Edáfica Como Indicador Biológico De La Calidad Del Suelo, donde se extrajo un cuadrante de 25 x 25 cm y con una profundidad de 20 cm, depositándolos en un plástico de polietileno para empezar a extraer toda la macrofauna encontrada con ayuda de pinzas y finalmente se las conservo en frascos de plástico con alcohol al 70% (Cabrera 2014, p:28)

3.6.1.3. Equipos e instrumentos

Para poder realizar el muestreo se utilizaron los siguientes instrumentos detallados a continuación, los cuales cumplieron con las condiciones necesarias para poder utilizarlos como lo es la capacidad para topar una capa uniforme y con el volumen adecuado desde la superficie hasta la profundidad determinada en cada extracción.

Tabla 3-3: Materiales utilizados en la investigación

Actividad	Instrumento y equipos
Recolección de la muestra	<ul style="list-style-type: none"> • Nucleadores • Barreno • Pala • GPS • Palanca “T” • Metro • Cadena de custodia • Libreta de Apuntes • Cámara Fotográfica
Recolección de Macrofauna	<ul style="list-style-type: none"> • Pinzas • Plástico • Recipientes de plástico
Análisis In Situ	<ul style="list-style-type: none"> • pH metro • Conductímetro
Análisis Ex Situ	<ul style="list-style-type: none"> • Espectofotometro • Mufla • Decantador

Realizado por: Rodriguez Anghela, 2022.

3.6.1.4. Área de muestreo

Tabla 4-3: Coordenadas UTM de puntos de muestreo de suelo con cultivos de Pitahaya

SUELOS DE FINCAS PRODUCTORAS DE PITTAHAYA			
Muestra	Submuestra	Altitud (msl)	Coordenadas UTM
FINCA 1 M1	SubM1	908 m	0170596E 9808902N 18M
	SubM2	913 m	0170603E 9808877N 18M
	SubM3	910 m	0170587E 9808900N 18M
	SubM4	914 m	0170596E 9808877N 18M
	SubM5	910 m	0170609E 9808855N 18M
	SubM6	908 m	0170617E 9808830N 18M

**FINCA 2
M2**

SubM7	906 m	0170609E 9808830N 18M
SubM8	908 m	0170600E 9808854N 18M
SubM9	907 m	0170590E 9808851N 18M
SubM10	908 m	0170598E 9808825N 18M
SubM11	909 m	0170590E 9808819N 18M
SubM12	909 m	0170583E 9808852N 18M
SubM13	907 m	0170580E 9808861N 18M
SubM14	911 m	0170572E 9808889N 18M
SubM15	910 m	0170588E 9808892N 18M
SubM16	909 m	0170592E 9808871N 18M
SubM1	986 m	0168938E 9801785N 18M
SubM2	988 m	0168974E 9801783N 18M
SubM3	986 m	0168970E 9801787N 18M
SubM4	988 m	0168945E 9801790N 18M
SubM5	987 m	0168984E 9801771N 18M
SubM6	987 m	0168969E 9801740N 18M
SubM7	985 m	0168974E 9801745N 18M
SubM8	985 m	0168946E 9801736N 18M

**FINCA 3
M3**

SubM9	987 m	0168996E 9801779N 18M
SubM10	986 m	0169044E 9801776N 18M
SubM11	988 m	0168987E 9801753N 18M
SubM12	987 m	0169063E 9801768N 18M
SubM13	988 m	0169000E 9801849N 18M
SubM14	986 m	0168997E 9801869N 18M
SubM15	985 m	0169030E 9801853N 18M
SubM16	986 m	0168957E 9801878N 18M
SubM1	916 m	0832353E 9810264N 17M
SubM2	919 m	0832365E 9810271N 17M
SubM3	917 m	0832373E 9810243N 17M
SubM4	918 m	0832361E 9810243N 17M
SubM5	912 m	0832370E 9810270N 17M
SubM6	913 m	0832376E 9810246N 17M
SubM7	917 m	0832379E 9810243N 17M
SubM8	915 m	0832362E 9810267N 17M
SubM9	919 m	0832379E 9810215N 17M
SubM10	920 m	0832386E 9810186N 17M

SubM11	916 m	0832373E 9810186N 17M
SubM12	915 m	0832367E 9810212N 17M
SubM13	916 m	0832357E 9810211N 17M
SubM14	918 m	0832348E 9810209N 17M
SubM15	916 m	0832359E 9810177N 17M
SubM16	912 m	0832367E 9810178N 17M

Realizado por: Rodríguez, Anghela (2022)



Ilustración 2 - 3: Recolección de Macrofauna

Realizado por: Rodriguez Anghela 2022



Ilustración 5 - 3: Medición de análisis in situ

Realizado por: Rodriguez A. 2022



Ilustración 6 - 3: Recolección de las muestras

Realizado por: Rodríguez A. 2022

Dentro del material para almacenar, preservar y transportar las muestras se utilizó materiales que se detallan a continuación en la tabla 5-3, donde para poder utilizarlos se consideró características importantes como es la resistencia a la ruptura y que eviten reaccionar con químicas, con la muestra y/o pérdidas por evaporación. El volumen del fue aproximadamente el mismo de la muestra, con la finalidad de minimizar el espacio vacío. Finalmente, para la conservación de muestras, los recipientes en los que se colectarán las muestras se sellarán adecuadamente. Adicional a los recipientes de la macrofauna se pondrá alcohol al 70% para conservarlos.

Tabla 5-3: Materiales para almacenamiento, preservación y transporte de muestras

ACTIVIDAD	MATERIAL
Almacenamiento y preservación de la muestra de suelo	<ul style="list-style-type: none"> • Fundas Zip
Almacenamiento y preservación de macrofauna	<ul style="list-style-type: none"> • Envases de muestras • Alcohol 70%

Realizado por: Rodriguez Anghela, 2022.



Ilustración 7 - 3: Conservación y etiquetado de las muestras.

Realizado por: Rodriguez A. 2022

3.6.2. Análisis físico – químicos del suelo

Los análisis físico-químicos se realizaron en los laboratorios de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Matriz y también se enviaron analizar las 3 muestras compuestas en los laboratorios del INIAP. Los cuales se realizaron con las siguientes metodologías:

Tabla 6-3: Métodos Referenciales laboratorios ESPOCH

Parámetros Analizados en los laboratorios de la ESPOCH - Riobamba	
Parámetro	Metodología Utilizada
pH	Potenciométrica- Standard operating procedure for soil available phosphorus - Olsen method- FAO 2021
Conductividad Eléctrica	Conductometría - Standard operating procedure for soil electrical conductivity, FAO 2021
Materia Orgánica	Calcinación o muflado
Fosforo	Absorción Atómica - Standard operating procedure for soil available phosphorus Olsen method
Potasio	Espectrofotometría

Realizado por: Rodriguez, Anghela (2022)

Tabla 7 -3: Métodos Referenciales Laboratorio Privado

Parámetros Analizados en Laboratorio Acreditado		
Parámetro	Metodología	Extractante
pH	Potenciométrica	Suelo: Agua (1:2.5)
Conductividad Eléctrica	Conductometría	Pasta Saturada
Materia Orgánica	Walkey Black	No aplica
NH ₄ , P	Colorimetría	
K, Ca, Mg, Zn, Cu, Fe, Mn	Absorción Atómica	Olsen Modificado pH 8.5
S	Turbidimetría	Fosfato de Ca
B	Colorimetría	Monobásico
Cl	Volumetría	Pasta Saturada
Textura	Bouyoucus	No Aplica
Al	Volumetría	K, Cl, 1 N
Na		Pasta Saturada
Σ Bases	Absorción Atómica	Olsen Modificado pH 8.5

Fuente: Laboratorio INIAP

Realizado por: Rodriguez, Anghela (2022)

Tabla 8-3: Niveles de Referencia óptimos de Parámetros Analizados

Niveles de Referencia Óptimos		
Parámetro	Valor Max.	Valor Mín.
Materia Orgánica	3.10	5.00
NH ₄	20	40
P	10	20
K	0,2	0,4
Ca	4	8
Mg	1	2
Zn	2	7
Cu	1	4
Fe	20	40

Mn	5	15
S	10	20
B	0.5	1.0
Cl	17	34
Al + H	0.50	1.50
Al	0.30	1.00
Na	0.5	1.0
Ca/Mg	2	8
Mg/K	2.5	10.0
(Ca + Mg)/K	12.5	50.0

Fuente: Laboratorio INIAP

Realizado por: Rodríguez, Anghela (2022)

3.6.3. Comparación de los índices de calidad

3.6.3.1. Método

Para poder cumplir con el segundo objetivo la presente investigación se basó en un método deductivo, comparativo donde a partir de los resultados de los índices obtenidos y calculados en el objetivo anterior se pudo realizar una comparación de cada una de las características y así poder determinar cuál fue la finca con mayor afección.

3.6.3.2. Técnicas

Se utilizó una prueba estadística tukey ya que los datos que fueron obtenidos en el trabajo de campo y el laboratorio fueron cuantificados para obtener un valor con mayor precisión y a partir de eso poder medir los resultados de una manera cualitativa y cuantitativa.

3.6.3.3. Instrumentos

Como herramienta para la comparación de los índices obtenidos se utilizó el programa estadístico InfoStat, el cual nos permitió hacer la comparación de manera general con los índices finales y de manera específica comparando cada variable dependiente para ver cuál fue el parámetro que más se ve afectado o tuvo cambios significativos y así poder sacar las conclusiones debidas.

CAPÍTULO IV: MARCO ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4. MARCO ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

4.1. Resultados de análisis

4.1.1 Selección de CMD

De los veinte parámetros enviados analizar, mediante la estadística descriptiva de cada propiedad del suelo (**Tabla 1-4**) y (**Tabla 2-4**) utilizando la aplicación InfoStat se pudo determinar la media, los mínimos, máximos para poder determinar el conjunto mínimo de datos como lo expresa Wilson (2017: p.95); Barrera, Barrezuela y García (2020: p.185); Barrezuela, Paz y Chabla (2017: p.20).

De acuerdo a las tablas propuestas se pudo evidenciar que tanto en los análisis de laboratorio privado como en los análisis realizados en los laboratorios de la universidad se tomaron en cuenta variables similares que sirvieron para poder realizar la selección del CDM.

Una vez obtenido los resultados, se seleccionó los mismos indicadores de los dos análisis para poder determinar el QI_N , estos indicadores fueron, pH, conductividad eléctrica (C.E) , materia orgánica (M.O), fósforo (P) y potasio (K). el valor obtenido de dichos indicadores permitió aplicar la fórmula para determinar la calidad del suelo, a su vez mediante los niveles máximos y mínimos permitidos se pudo obtener la desviación estándar que fueron datos claves para poder determinar el coeficiente de puntuación el cual se obtiene por la diferencia de la desviación estándar (DS) con el promedio de los máximos y mínimos (DS/Promedio (máximos; mínimos)).

Tabla 1-4: Resultados de análisis físico- químicos de muestras de suelo con cultivo de Pitahaya en laboratorios del INIAP

REPORTE DE ANÁLISIS DE SUELOS DE FINCAS PRODUCTORAS DE PITAHAYA EN EL CANTÓN PALORA PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO						
VARIABLE	UNIDAD	MEDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	DS	CV%
pH	01:02,5	5,49	5,27	5,86	0,32	0,06
Conductividad Eléctrica	dS/m	0,18	0,09	0,33	0,13	0,62
NH4	ppm	76,63	69,50	83,90	7,20	0,09
P	ppm	11,50	6,80	18,30	6,03	0,48
Zn	ppm	16,47	5,21	33,30	14,85	0,77
Cu	ppm	17,01	13,39	23,16	5,36	0,29
Mn	ppm	10,35	7,36	15,12	4,18	0,37
B	ppm	0,18	0,17	0,19	0,01	0,06

S	ppm	12,51	2,25	22,32	10,04	0,82
Ca/Mg	ppm	6,80	4,40	8,20	2,09	0,33
Mg/K	ppm	2,70	1,80	3,60	0,90	0,33
(Ca+Mg)/k	ppm	19,87	16,70	23,60	3,48	0,17
K	meq/100ml	0,29	0,18	0,36	0,09	0,33
Ca	meq/100ml	5,04	2,36	7,53	2,36	0,48
Mg	meq/100ml	0,73	0,58	0,96	0,20	0,26
∑ Bases	meq/100ml	6,06	3,66	8,85	2,62	0,42
M.O %	%	12,87	4,93	19,65	7,43	0,60
Arena	%	50,67	48,00	52,00	2,31	0,05
Limo	%	40,33	39,00	43,00	2,31	0,06
Arcilla	%	9,00	9,00	9,00	0,00	0,00

Fuente: Laboratorios INIAP

Realizado por: Rodríguez Anghela, (2022)

Tabla 2-4: Resultados de análisis de suelos de fincas productoras de pitahaya en el cantón Palora provincia de Morona Santiago - Laboratorios ESPOCH

PARÁMETRO	UNIDAD	MONITOREO 12 DE JUNIO DEL 2022					MONITOREO 03 DE JULIO DEL 2022				
		MEDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	DS	CV%	MEDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	DS	CV%
pH	01:02,5	6,22	6,21	6,24	0,01	0,002	6,22	6,09	6,41	0,16	0,03
C.E	(dS/m)	0,56	0,47	0,65	0,09	0,16	0,67	0,55	0,81	0,13	0,19
M.O	%	13,08	10,99	15,50	2,28	0,17	15,99	13,04	20,91	4,29	0,25
P	(ppm)	16,27	7,51	26,98	9,88	0,57	11,10	7,57	17,10	5,23	0,42
K	(meq/100ml)	1,91	0,91	2,64	0,90	0,51	1,64	0,88	2,74	0,97	0,54

Realizada por: Rodríguez, Anghela. 2022

4.1.2 Determinación del ICA del suelo

A partir de la obtención de los resultados de los análisis de componentes principales (ACP) y el coeficiente de puntuación, se determinó el índice de calidad el suelo normalizado donde los parámetros respectivamente tomados en cuenta tanto del laboratorio privado y los realizados en la universidad, explican que existe del 84 y 95% de la varianza total de los datos originales, por lo que se seleccionó al pH como componente principal uno, conductividad eléctrica componente principal dos, la materia orgánica como componente principal tres, el potasio como componente principal cuatro y fósforo como componente principal cinco, para así aplicar con estos la fórmula respectiva y poder obtener el resultado de QIN el cual de acuerdo a la tabla de niveles de función

se podrá conocer en qué estado se encuentran estos suelos. (Barrezueta, Paz y Chabla 2017: p. 21).

Tabla 3-4: Resultado del análisis de componentes principales físico-químicos del suelo resultados INIAP.

VARIABLE	UNIDAD	FINCA 1	FINCA 2	FINCA 3
pH	01:02,5	5,86	5,27	5,33
Conductividad Eléctrica	dS/m	0,11	0,33	0,09
NH4	ppm	83,9	69,5	76,5
P	ppm	18,3	6,8	9,4
Zn	ppm	33,3	5,21	10,91
Cu	ppm	23,16	14,47	13,39
Mn	ppm	7,36	15,12	8,57
B	ppm	0,19	0,17	0,18
S	ppm	22,32	2,25	12,96
Ca/Mg	ppm	7,8	8,2	4,4
Mg/K	ppm	2,7	1,8	3,6
(Ca+Mg)/k	ppm	23,6	16,7	19,3
K	meq/100ml	0,36	0,32	0,18
Ca	meq/100ml	7,53	4,77	2,83
Mg	meq/100ml	0,96	0,58	0,65
∑ Bases	meq/100ml	8,85	5,67	3,66
M.O %	%	4,93	14,03	19,65
Arena	%	52	48	52
Limo	%	39	43	39
Arcilla	%	9	9	9
QIn		152,33 Muy Alta Calidad	68,49 Muy Alta Calidad	88,11 Muy Alta Calidad

Realizado por: Rodriguez, Anghela, 2022

Tabla 4-4: Resultados del análisis de componentes principales de las variables físico - químicas del suelo laboratorios ESPOCH

PARÁMETRO	UNIDAD	Monitoreo 12 de junio del 2022			Monitoreo 3 de julio del 2022		
		FINCA 1	FINCA 2	FINCA 3	FINCA 1	FINCA 2	FINCA 3
P	01:02,5	6,24	6,22	6,21	6,41	6,18	6,09
H	(dS/m)	0,47	0,58	0,65	0,81	0,55	0,64
C	%	10,99	15,50	12,73	20,91	14,01	13,04

P	(ppm)	26,98	7,51	14,31	17,10	7,57	8,61
	K	(meq/100ml)	2,19	2,64	0,91	2,74	1,31
QIn		83,14 Muy Alta Calidad	57,59 Alta Calidad	61,77 Muy Alta Calidad	85,74 Muy Alta Calidad	52,94 Moderada Calidad	52,33 Moderada Calidad

Realizado por: Rodriguez, Anghela, 2022

Como se visualiza en las tablas anteriores, los resultados de color verde indican el valor del índice de calidad con una calificación de muy alta calidad, el color celeste con una alta calidad y el color amarillo una calidad moderada.

Tras las muestras enviadas al laboratorio del INIAP y resultados obtenidos se determinó el QIN, siendo este un resultado positivo al verificar que en las 3 fincas de análisis su calidad se encuentra en los niveles de muy alta calidad, sin embargo, los análisis que se realizaron en la ESPOCH fueron de los 2 monitoreos, por lo que el segundo tiene una variación leve en los resultados, esto se debe a que en el segundo monitoreo las condiciones climáticas jugaron un papel al ser diferentes a las del primero monitoreo, habiendo precipitación en el día de la recolección de las muestras por lo que ocasionó que los suelos se encuentren lavados con agua lluvia, por lo que se considera que esta es la razón para que los indicadores se hayan alterado ya que al haber una infiltración sus macro y micronutrientes variaran cambiando así la calidad del suelo.

4.1.3 Variaciones de variables analizadas

4.1.3.1 pH

Como ya se ha manifestado en los apartados anteriores los componentes principales que se utilizó para evaluar la calidad del suelo fueron cinco pero el más importante fue el pH, esto se debe a que gracias a la concentración de pH los macro y micronutrientes pueden permanecer en los suelos, dando un equilibrio y las condiciones necesarias para que estos tengan una producción óptima y se encuentren con una calidad adecuada.

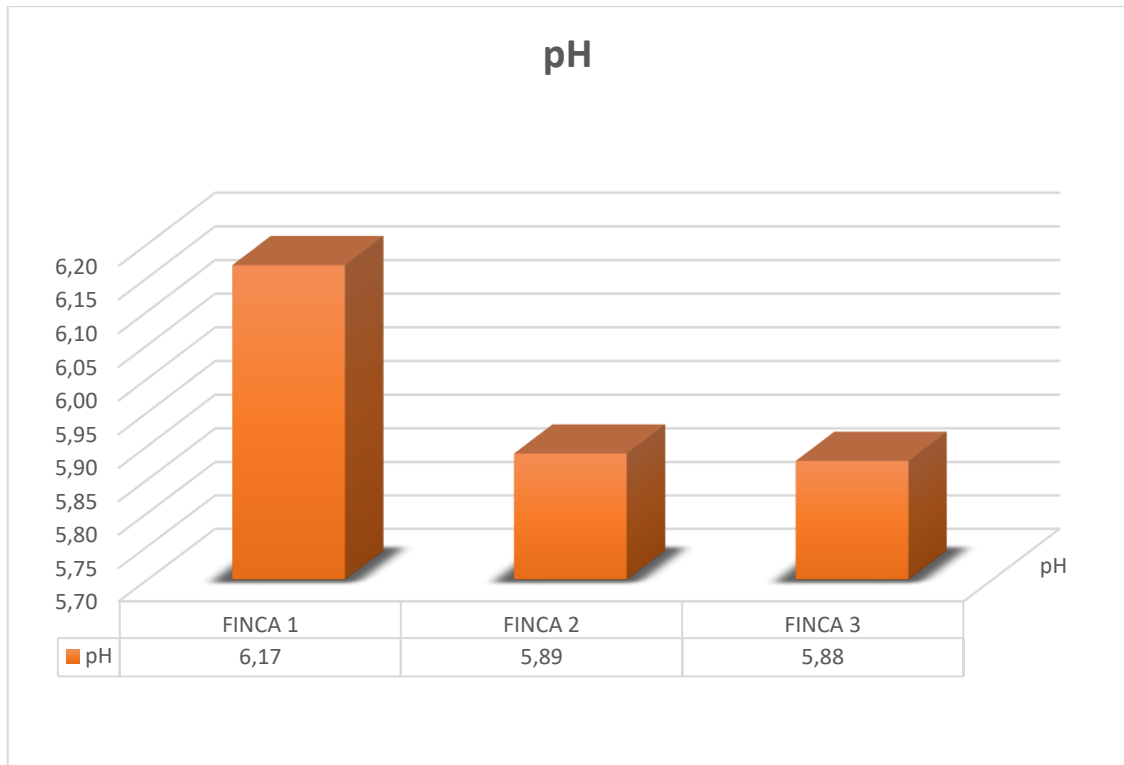


Ilustración 1 – 4: Comparación de pH en las fincas productoras de pitahaya

Realizado por: Rodriguez, Anghela. 2022

Se puede observar que la finca número uno al igual como se evidenció en el QIN anteriormente obtenido, es la tiene una mayor cantidad de pH en comparación a las otras dos fincas, por lo que lo convierte a un suelo ligeramente ácido y de muy alta calidad porque está dentro del rango permitido para que los micro y macronutrientes se encuentren en sus concentraciones necesarias. Al hacer mención a los suelos productores de pitahaya, también se puede confirmar estos resultados ya que como se lo mencionó antes la pitahaya para que pueda tener una producción adecuada necesita de suelos ácidos con límites entre 5 a 6,5.

4.1.3.2 Macro y micronutrientes

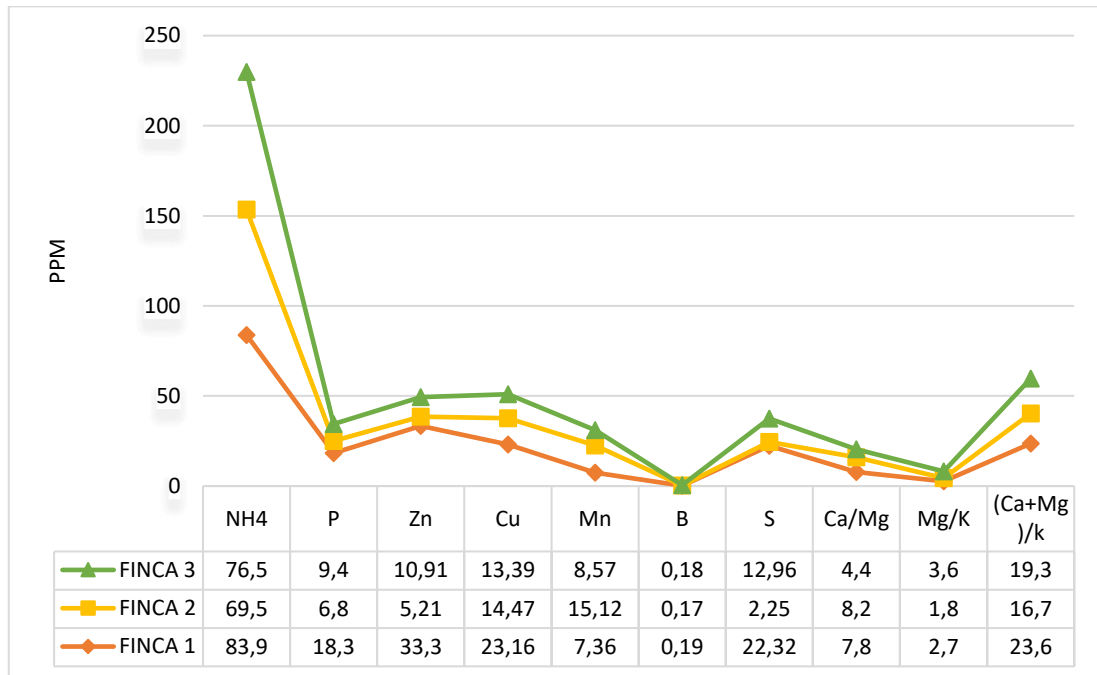


Ilustración 2 - 4: Acumulación de macro y micronutrientes en los suelos de cultivos de pitahaya

Realizado por: Rodríguez, Anghela. 2022

Los macro y micronutrientes presentes en estos suelos se encuentran relativamente en las tres fincas dentro de los límites permisibles y a la necesidad del cultivo, por lo que como se presenta en la imagen el boro no es un micronutriente esencial en estas plantaciones a comparación del NH₄ que se encuentra con una mayor concentración y esto se debe a que como se lo planteo en la gráfica anterior el pH de la finca 3 es más ácido que la finca 1 y 2 llegando a alterar estos nutrientes del suelo y provocando que se dé una sobresaturación y escases de ellos, por lo que una vez más se comprueba que la finca número 1 sigue manteniendo sus condiciones óptimas y tanto el pH como los macro y micronutrientes están dentro de sus límites permisibles de vida y en relación con los requerimientos para el cultivo de pitahaya.

4.1.3.3 Presencia de %M.O, Σ de Bases, Mg y Ca.

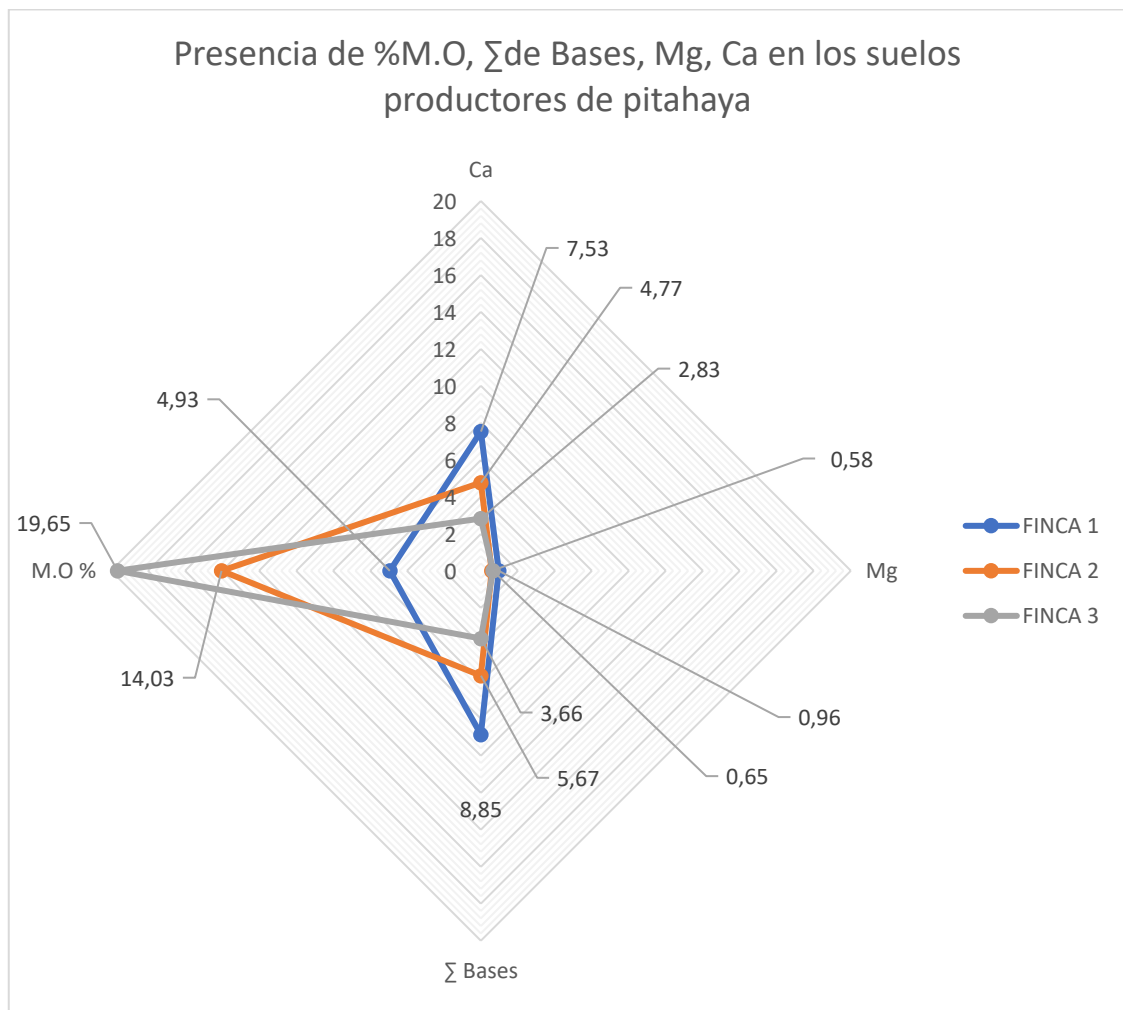


Ilustración 3 - 4: Resultados de %M.O, Mg, Ca y Σ Bases de los suelos con cultivos de pitahaya

Realizado por: Rodríguez Anghela. 2022

Una vez obtenido los resultados de cada una de las variables cuantificadas y analizadas, también se pudo comprobar que la materia orgánica está presente con un alto grado en estas tres fincas, esto va de conjunto con la mano y la buena retención de los micro y macronutrientes como el magnesio y el calcio que como se puede apreciar en el (Gráfico 3-4) estando estos dentro de los límites permisibles y casi un equilibrio entre estas tres fincas analizada, por lo que es una de las razones para que la materia orgánica se encuentre en altos niveles, permitiendo que los organismos que se habitan en el suelo puedan sobrevivir y estos también ayuden a brindar los procesos y servicios ecosistémicos adecuados para el reciclaje de nutrientes, la descomposición de la materia orgánica y la conservación de la estructura del terreno.

4.1.4 Determinación de la calidad del suelo a partir de la macrofauna

Tabla 5-4: Macrofauna presente en los suelos productores de pitahaya del cantón Palora

Organismos de la Macrofauna	MONITOREO 1						MONITOREO 2					
	Finca 1		Finca 2		Finca 3		Finca 1		Finca 2		Finca 3	
	N° de Tipos de Organismos	N° de Individuos por tipo	N° de Tipos de Organismos	N° de Individuos por tipo	N° de Tipos de Organismos	N° de Individuos por tipo	N° de Tipos de Organismos	N° de Individuos por tipo	N° de Tipos de Organismos	N° de Individuos por tipo	N° de Tipos de Organismos	N° de Individuos por tipo
Lombrices de tierra		23		87		97		35		117		89
Milpiés										2		1
Caracoles		2				19		7		6		34
Babosas								2				
Cucarachas		3		2				8		5		2
Escarabajos Tenebrionidae adultos		4		1				2		3		1
Moscas		1						1				
Total, de Detritívoros	5	33	3	90	2	116	6	55	5	133	5	127
Hormigas		2		3		1		5		3		2
Total, de Omnívoros	1	2	0	3	0	1	1	5	1	3	1	2
Chinches y salta hojas		3		3		3		4		8		5
Escarabajos Elateridae larvas		1						2		1		
Escarabajos Scarabaeidae larvas		3						3				1

Orugas								1				
Total, de Herbívoros	3	7	1	3	1	3	4	10	2	9	2	6
Arañas												
Ciempis		6						50		27		23
Escarabajos												
Carabidae adultos		2						3		1		5
Total, de Depredadores	2	8	0	0	0	0	2	53	2	28	2	28
Otros organismos no identificados	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
TOTAL, DE MACROFAUNA	11	50	4	96	3	120	13	123	10	173	11	164

Realizado por: Rodríguez Anghela, 2022

La macrofauna recolectada en cada una de las fincas analizadas fue de gran importancia, por la razón de que a partir de ella se pudo calcular el índice de calidad basado en este parámetro biológico. Dándonos resultados positivos y siguiendo la misma secuencia y resultados del QIN normalizado. La M.O, al estar presente en gran concentración y con límites aceptables están aportando de una manera positiva a que esta macrofauna pueda estar presente en estos suelos, la lombriz de tierra fue un gran indicador de calidad en esta investigación, estas se encontraron en su gran mayoría en cada una de las fincas, comprobando que si existe actividad biológica en cada uno de estos suelos.

Tabla 6-4: Resultados del ICA del suelo a partir de la macrofauna

RESULTADOS MONITOREO 1		
FINCA 1	FINCA 2	FINCA 3
Detrívoros/No Detrívoros (Omnívoros+Herbívoros+Depredadores)		
1,94 ALTA CALIDAD	15 ALTA CALIDAD	29 ALTA CALIDAD
LOMBRICES / HORMIGAS		
11,5 ALTA CALIDAD	29 ALTA CALIDAD	97 ALTA CALIDAD

Realizado por: Rodríguez, Anghela, 2022

Tabla 7-4: Resultados del ICA del suelo a partir de la macrofauna

RESULTADOS MONITOREO 2		
FINCA 1	FINCA 2	FINCA 3
Detrívoros/No Detrívoros (Omnívoros+Herbívoros+Depredadores)		
0,80 BAJA CALIDAD	3,32 ALTA CALIDAD	3,43 ALTA CALIDAD
LOMBRICES / HORMIGAS		
7 ALTA CALIDAD	39 ALTA CALIDAD	44,5 ALTA CALIDAD

Realizado por: Rodríguez, Anghela, 2022

La alta calidad que se dio como resultado de estos suelos se debe a la gran cantidad de lombrices de tierra encontradas en estos terrenos, a excepción de la finca número 1 en el segundo monitoreo que dio como resultado una baja calidad, pero esto no significa que esta tierra es de mala calidad ya que hubo factores externos que fueron imprevistos para que afectaran la muestra el día del monitoreo, entre esos factores se puede mencionar la hora, ya que al realizar el monitoreo conforme el tiempo iba avanzando la macrofauna no era visible, porque como bien lo dice la

literatura y se lo mencionó en apartados anteriores para que se pueda obtener un buen resultado de la macrofauna es preferible que esta sea recolectada entre las primeras horas de la mañana, como se conoce como el punto de roció, a su vez otro factor que fue imprevisto dicho día fue las precipitaciones, ya que a pesar de tener un buen pronóstico del tiempo, este vario, llegando a tener fuertes lluvias, en el momento que el monitoreo se estaba realizando lo que pudo ocasionar que la macrofauna se adentre más a los perfiles u horizontes más profundos del suelo.

4.1.5 Análisis multivariado para la correlación de la macrofauna y los micronutrientes en las fincas productoras de pitahaya del cantón Palora

Para realizar el análisis de correlación entre la macrofauna y los micronutrientes presentes en los suelos de las fincas productoras de pitahaya se utilizó también el programa estadístico Past3, donde mediante análisis de componentes principales, y escalamiento multidimensional no-métrico se pudo evidenciar como estos juegan un papel importante entre sí, ya que para que los diferentes organismos sobrevivan en el suelo necesitan también adquirir nutrientes los cuales van absorber del suelo. La unidad estadística se basará en la macrofauna encontrada con la asociación de los micronutrientes analizados. El conjunto de estos datos es lo que permitió realizar estos análisis multivariados los cuales no son observados por análisis estadísticos convencionales o tradicionales.

4.1.5.1 Análisis de componentes principales

Este método estadístico permitió distinguir entre las variables originales cuales son los componentes principales que captan la mayor parte de micronutrientes y que representa mayor parte de variabilidad en las unidades estadísticas. Este análisis se obtuvo mediante la representación gráfica de un biplot, que consiste en representar en un mismo espacio las muestras de acuerdo a las variables analizadas.

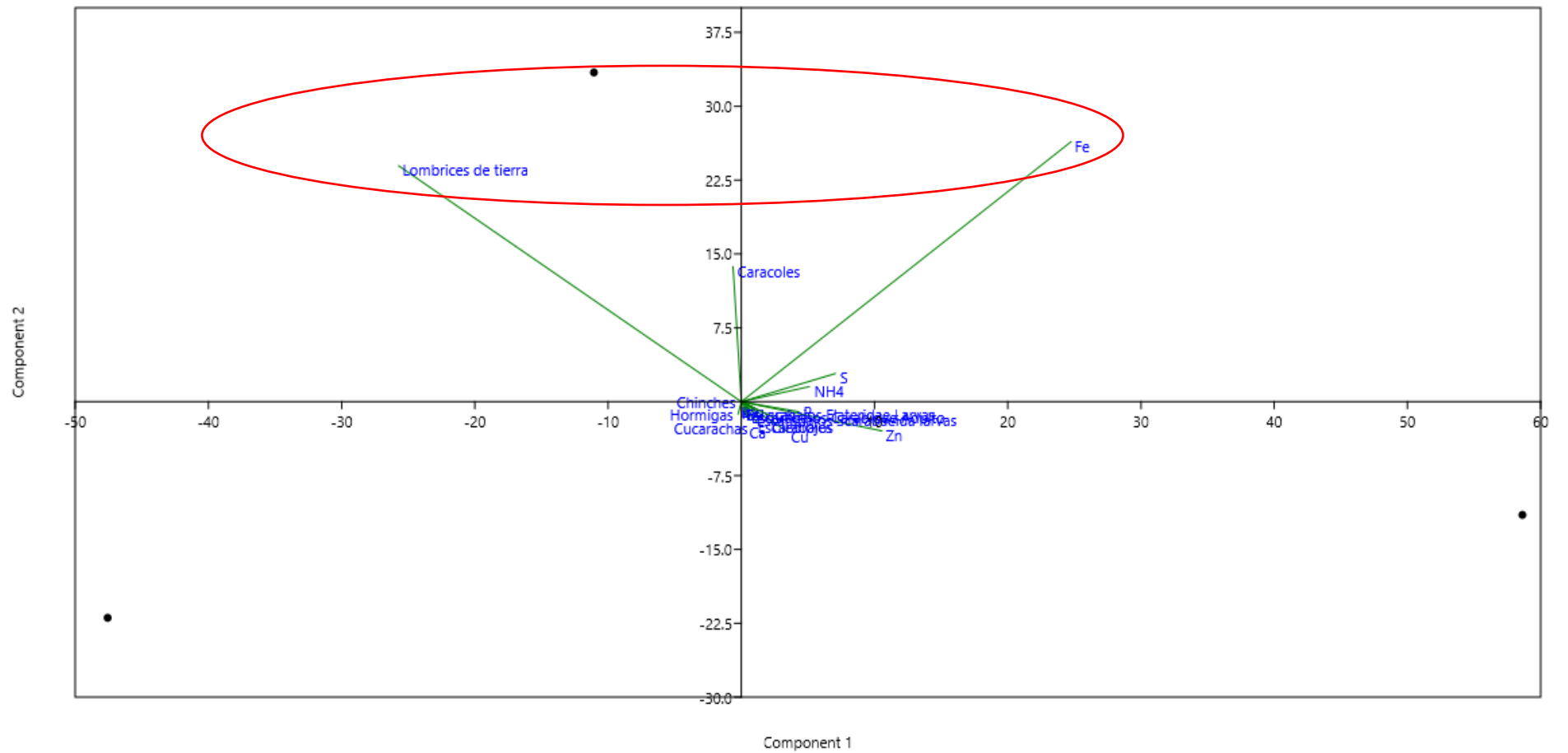


Ilustración 4 – 4: Correlación entre la macrofauna y micronutrientes de las fincas productoras de pitahaya del cantón Palora.

Realizado por: Rodríguez, Anghela, 2022.

En la **Ilustración 4-4** se puede evidenciar que entre los micronutrientes y la macrofauna existe una gran relación y que están complementados entre sí, pero, esta también nos demuestra que entre los componentes más sobresalientes tenemos que la lombriz de tierra es una de las más importantes, por lo que estas contribuyen y son grandes indicadores del buen estado en que se encuentran estos suelos. Como segundo componente se puede visualizar que el Fe (hierro) representa un valor significativo a la variabilidad de todos estos nutrientes por lo que también es considerado como un componente de mayor contribución para la supervivencia de estos organismos y el suelo.

El **Ilustración 5-4** expuesto a continuación es el cual se obtuvo con el análisis de componentes principales. La correlación entre cada variable queda representada por los ángulos que se forman entre los vectores que se representan por cada una de las fincas. A su vez a esto se suman que mediante el biplot graficado los nutrientes representan correlaciones positivas entre estos y la macrofauna, al formarse el elipse al 95% que nos brinda el software estadístico nos demuestra que este tubo una correlación estable o fuerte entre todas estas variables analizadas, así mismo se puede comparar con el polígono igual presente en la gráfica al demostrar su superficie menos nos indica que esta correlación es positiva y que se encuentra enmarcada entre toda la macrofauna y los nutrientes que se encontraron en las fincas productoras de pitahaya que fueron analizadas.

En el primer y segundo cuadrante correspondiente a la finca 1 y 2 existen puntos intermedios entre las diferentes clases de escarabajos, cucarachas, hormigas que absorben Cu (Cobre), Ca (Calcio), Zn (Zinc) y P (Fosforo). En cambio, en el cuadrante 3 y 4 plasma y ubican los caracoles que se mantienen más con S (Azufre) y B (Boro).

Las lombrices de tierra conjuntamente con el hierro que se encuentra ubicadas en el eje y se puede comprobar con la gráfica anterior que son los componentes principales ya que se encuentran en un punto intermedio entre las 3 fincas y asociadas con todos los demás nutrientes y organismos.

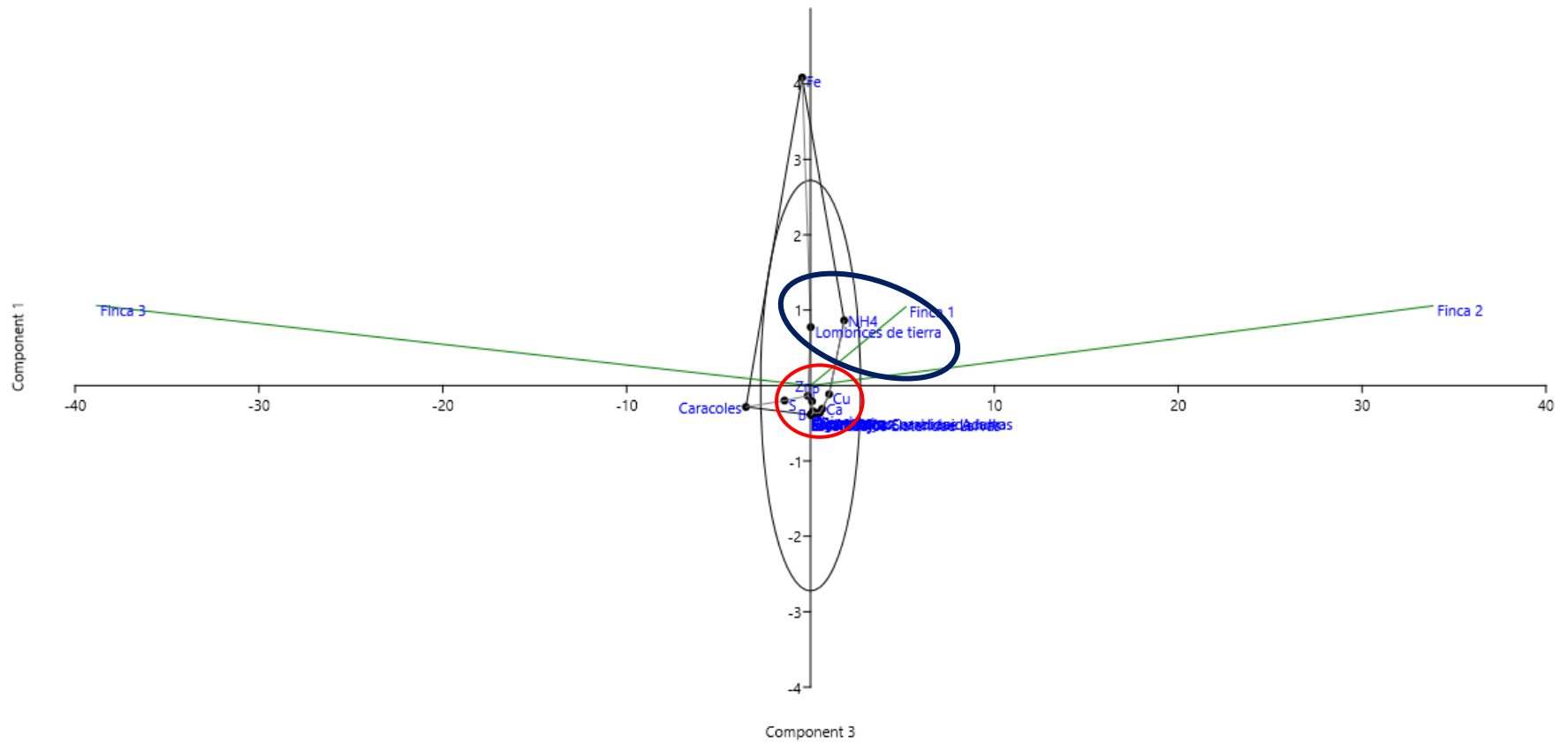


Ilustración 5 - 4: Biplot del análisis de componentes principales entre la macrofauna y los micronutrientes de las fincas productoras de pitahaya del cantón Palora.

Realizado por: Rodríguez, Anghela, 2022.

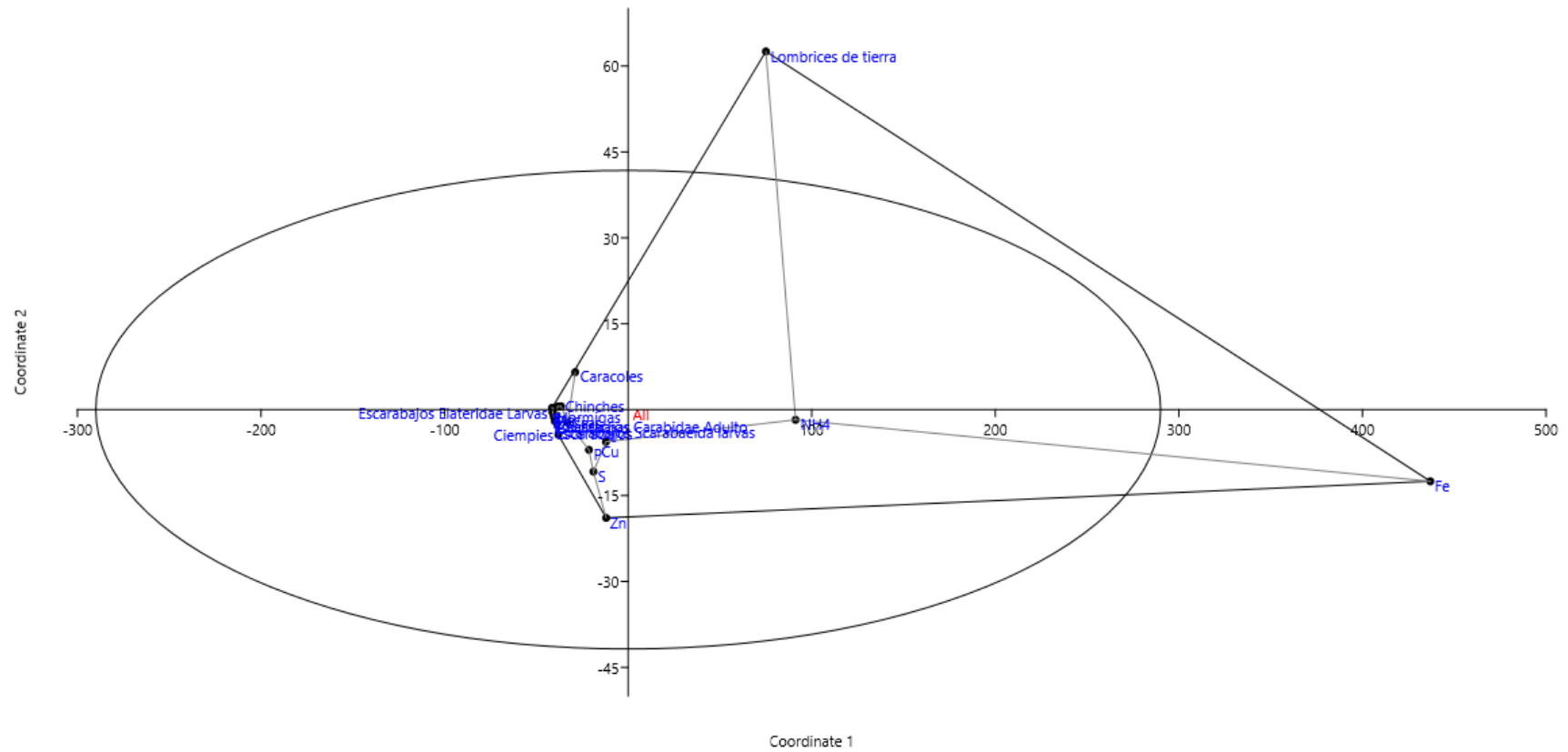


Ilustración 6 – 4: Biplot de análisis de componentes entre la macrofauna y los micronutrientes desde un ángulo 3D.

Realizado por: Rodriguez, Anghela, 2022.

4.1.5.2 *Escalamiento multidimensional no-métrico*

Al igual que el análisis de componentes principales el escalamiento multidimensional no-métrico se ajusta a una dimensión con distancias euclídea (engloba dimensiones superiores con las variables) donde se evidenció la separación y estructurándose los organismos en relación con los micronutrientes que necesitan para nutrirse. Todas las variables se encuentran dentro de los cuatro cuadrantes por lo que fueron considerados como positivos nutricionales para el suelo, entre todos ellos existe una conexión que está ligada a todos los nutrientes que fueron analizados en esta investigación.

Las especies de escarabajos, moscas, ciempiés y chinches se ven alejados a diferencia de las lombrices de tierra, caracoles y hormigas de los nutrientes por el simple hecho de como ya lo hemos mencionado y comprobado anteriormente estos últimos son los mejores indicadores de calidad por lo que son aquellos organismos que necesitaran y absorberán todos estos nutrientes en mayor cantidad que los que se mencionaron al inicio de los otros, no por ellos se disminuye su importancia de existencia, porque como se lo ha mencionado a lo largo de esta investigación mientras mayor macrofauna exista y de acuerdo a la taxonomía de los diferentes organismos vivos se permitirá calcular la calidad en la que se encuentran los suelos.

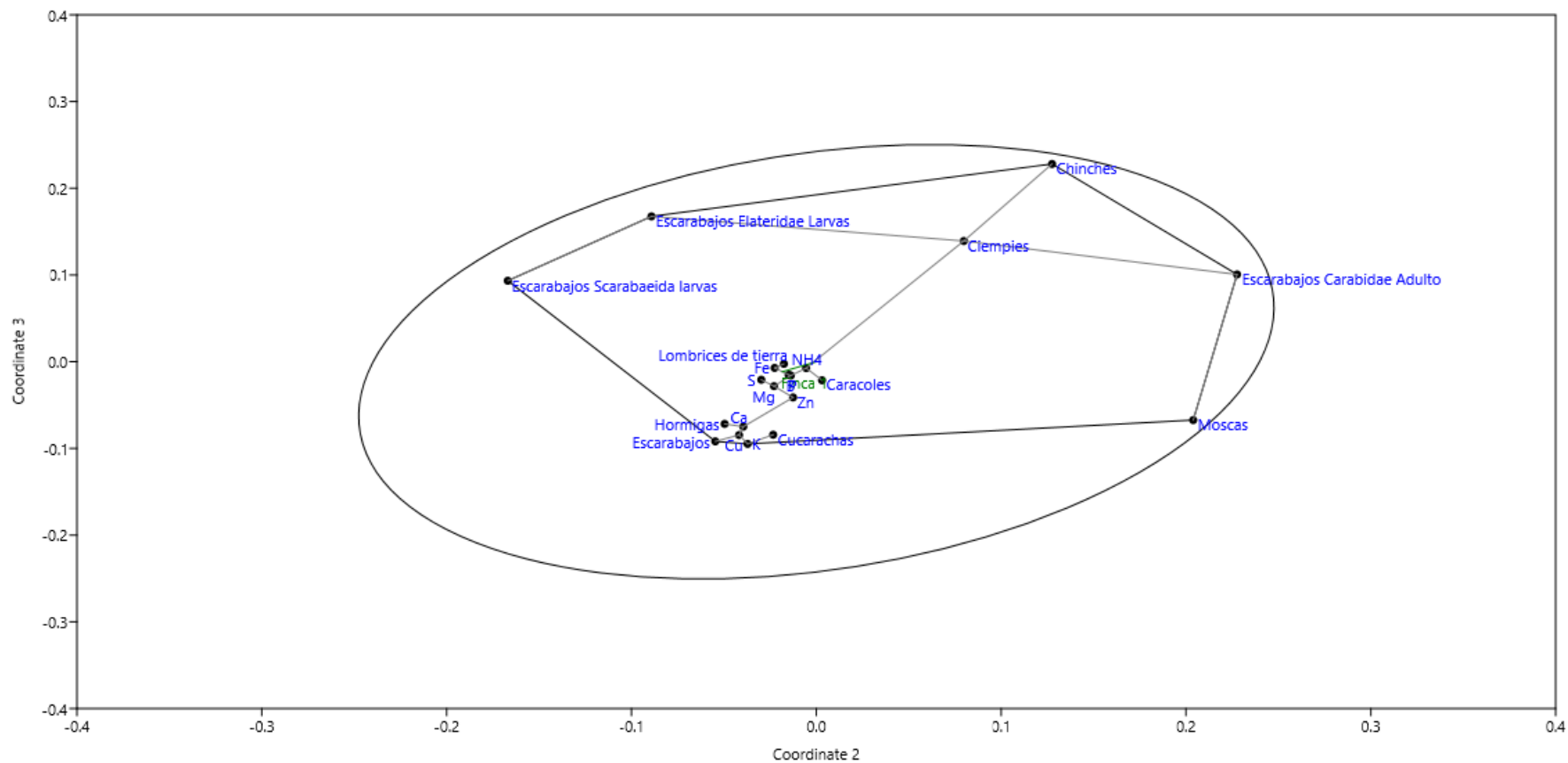


Ilustración 7 - 4: Escalamiento multidimensional no-métrico en distancia euclídea de la macrofauna y micronutrientes de las fincas productoras de pitahaya en el cantón Palora.

Realizado por: Rodríguez, Anghela, 2022.

CAPÍTULO V: MARCO PROPOSITIVO

5. MARCO PROPOSITIVO

5.1. Modelo de Plan de Manejo Agrícola

5.1.1 Ficha técnica de datos generales

Tabla 1-5: Ficha Técnica

Nombre de la Finca	Finca:
Ubicación	Sector: Parroquia: Cantón: Provincia
Coordenadas UTM	X: Y:
Nombre del Propietario o responsable
Tamaño de la Finca Hectareas
Cultivo que produce la finca	Cultivo de Pitahaya
Años de producción	X años

Realizado por: Rodríguez, Anghela, 2022.

5.1.2 Introducción

Las fincas de producción de pitahaya son muy comunes en el cantón Palora, los habitantes de esta zona tienen como una de las principales fuentes de trabajo la producción y exportación de estos cultivos. Muchas familias de este cantón poseen terrenos de cultivo de pitahaya, como mínimo 1 hectárea de terreno, a lo largo de todo este tiempo se puede encontrar desde producciones o terrenos con una antigüedad de más de 20 años y cultivos actuales con menos de 5 años de producción.

El municipio de Palora impulsa las buenas prácticas agrícolas para poder proteger estos suelos y que no se vean afectados por el monocultivo de estas plantaciones, el poder contar adicionalmente con un plan de manejo agrícola ayudará a que estas prácticas no se pierdan y que los agricultores protejan el recurso suelo sin acabar con su vida útil en tan corto tiempo.

5.1.3 Características generales

Para que la pitahaya pueda tener una adecuada producción es importante que los terrenos donde estas van hacer sembradas esten en condiciones óptimas que requieren estos cultivos, y así se puedan adaptar con el medio que los rodea, entre las características que han tenido gran importancia tenemos que la necesidad de que el suelo sea ligeramente ácido, estos se debe a que este tipo de cultivos necesitan de una temperatura de 16 a 26°C, para que puedan acaparar sus nutrientes, el cantón Palora al estar entre estas temperaturas climáticas, ha llegado a convertir sus suelos en idóneos para esta producción.

5.1.4 Postulado de visión de la finca

El presente plan de manejo agrícola tiene como finalidad brindar estrategias que permitan que las fincas con sembríos de pitahaya en el cantón Palora puedan seguir conservando la buena calidad que hasta el momento han presentado, a su vez que sea una herramienta para aquellos productores que están por empezar con estos sembríos para que así puedan darle un uso correcto al suelo evitando su pronta degradación y mal manejo del mismo.

5.1.5 Plan de manejo agrícola

5.1.5.1 Principios e intenciones de las buenas prácticas agrícolas

Con el paso del tiempo la contaminación ambiental ha ido creciendo de manera significativa, a ello se suma la degradación del suelo y en muchas ocasiones estas dos llegan afectar la salud de aquellas personas que trabajan en la agricultura, por lo que esto ha sido una puerta para que se planteen nuevos hábitos y costumbres de trabajo que tengan como finalidad un beneficio a los terrenos o suelos explotados y también a los propietarios y trabajadores de estos. El diseñar un plan de manejo agrícola garantiza en este caso que las plantaciones de pitahaya en el cantón Palora sean procesos basados en BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS (BPAs), sumándoles una mejor calidad de vida a estos terrenos sin comprometer su legado significativamente.

En el plan de manejo agrícola se presentará las labores mínimas y más simplificadas que dichos productores de estas frutas deben realizar para poder manejar estos cultivos de pitahaya, sirviendo también, así como una guía para la toma de decisiones al querer iniciar o continuar con el sembrío y cosecha de la pitahaya.

5.1.5.2 *Selección del terreno*

La correcta selección del terreno para poder iniciar una plantación de pitahaya es muy importante, ya que todo agricultor debe realizar esta labor, con el fin de llegar a tener plantaciones exitosas en la producción, pudiendo conocer desde un principio el estado de estos suelos, la cantidad de nutrientes que dispone y que necesitan los terrenos adicionalmente con respecto a las condiciones que requiere un sembrío de pitahaya. El hacer una mala elección del terreno puede ocasionar una mala plantación y a su vez un desgaste desbalanceado de los macro y micronutrientes del suelo cambiando así su calidad. A la selección del terreno se suma la importancia de conocer el pasado del mismo, esto permitirá conocer y averiguar que el lote o terreno que fue seleccionado para plantaciones y producción de pitahaya no tenga problemas de contaminación química, física o biológica y que pueda significar un valor negativo a estos cultivos, finalmente aparte del terreno principal también se debe conocer los terrenos aledaños y así descartar actividades negativas que se puedan estar realizando en los lotes vecinos y que puedan afectar a los futuros sembríos de pitahaya.

5.1.5.3 *Ubicación de las fuentes hídricas*

Como ya se conoce el agua es un recurso vital para la agricultura, es por eso que poder conservar este recurso y no contaminarlo por las malas prácticas agrícolas es de suma importancia, es por eso que se tiene que tomar las debidas precauciones al momento de realizar las plantaciones de pitahaya, para así cumplir con los parámetros y criterios permitidos de la calidad para aguas de uso agrícola vigentes en nuestra legislación y que se encuentran plasmadas en la tabla 4 y 5 del Anexo 1 del Libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente: donde plasma las Normas de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua.

5.1.5.4 *Gestión o constitución del suelo*

Para conocer el estado del suelo se debe realizar un análisis tanto físico como químico y biológico, esto permitirá ver si éste cumple con los requerimientos mínimos que el cultivo de pitahaya requiere, si los resultados de los análisis que se han realizado dan resultado aceptables, se puede considerar y tener la garantía de que con la aplicación de más buenas prácticas agrícolas estos cultivos no van a presentar problemas de desarrollo de raíz, crecimiento de la planta, nutrición, florecimiento de la flor y producción de la fruta, si por el contrario las condiciones de suelo no son las idóneas para estos cultivos, los análisis permitirán identificar las deficiencias y

desbalances de nutrientes, logrando aplicar enmiendas que recuperen y subsanen las necesidades de estos suelos.

De acuerdo a Correa y Velasquéz (2020) en su diseño de un sistema de monitoreo de las principales variables y etapas en el desarrollo de los cultivos de pitahaya amarilla manifiestan que es importante conocer el tipo de suelo ya que para que la pitahaya se pueda desarrollar bien se debe sembrar en suelos de tipo franco o franco-arenoso.

Tabla 2-5: Tipo de suelos apropiados para los sembríos de pitahaya.

Tipo de Suelo	Clasificación	Evaluación
	Franco	APROPIADO
	Franco-Arenoso	APROPIADO
	Otro	NO APROPIADO

Fuente: (Correa y Velasquéz 2020)

Realizado por: Rodríguez, Anghela, 2022.

5.1.5.5 Condiciones Agroclimáticas para los cultivos de pitahaya

pH

Es importante mencionar que para buenos cultivos de pitahaya se requiere suelos ricos en materia orgánica y con valores de pH ligeramente ácidos, que rondan los 5,5 y los 6,5 (BID, et.al., 2019, p: 19).

Temperatura

De acuerdo a lo investigado y basándose en varios manuales de cultivo de pitahaya el grado o nivel de calor del ambiente juegan un papel importante en estos cultivos, para que las plantas de pitahaya puedan desarrollarse adecuadamente necesitan temperaturas entre los 20 y los 30 °C (BID, et.al., 2019 p:5) Para Correa y Velasquéz (2020) las temperaturas superiores a 30°C pueden llegar a reducir la respiración de las plantas, llegando así a provocar la oxidación y el deterioro de los tejidos vegetales, así mismo las temperaturas inferiores a los 20°C pueden provocar la formación de hielo extracelular (fuera de las células) dentro del tejido de la planta, provocando la salida de agua y dañando las células por deshidratación.

Precipitación y altitud

Si bien es cierto la pitahaya es capaz de cultivarse en zonas secas gracias a su resistencia a condiciones de baja disponibilidad de agua, es importante mencionar que estas necesitan aproximadamente una precipitación promedio anual de entre 600 a 1500 mm y una altitud entre los 0 y los 2000 m.s.n.m (BID, et. al., 2019 p:7).

5.1.5.6 Métodos de propagación de la pitahaya

Siembra con semilla

El sembrar con la semilla de la pitahaya se puede considerar como una siembra conveniente ya que a través de la semilla se obtiene material con diferente información genética (C.S. Wu, 2005. p:9) pero cabe recalcar que si desea una producción pronta no es recomendable sembrar por semilla ya que para que la planta llegue a la edad productiva adecuada puede tardar algunos años.

Siembra con esqueje

La siembra por esqueje es una de las más recomendadas por los agricultores para la producción, esto debido a que su producción de frutos solo puede tardar un año a diferencia de las semillas. Este tipo de siembra se basa en cortar en forma de V aproximadamente 25 cm mínimo de los tallos de la pitahaya y así sembrarlos directo al campo pudiendo en 1 semana obtener un alto porcentaje de vida , pero también es recomendable sembrarlos en viveros para así poder utilizar y trasplantar plantas sanas y con buen potencial productivo a las fincas productoras de pitahaya (C.S. Wu 2005).

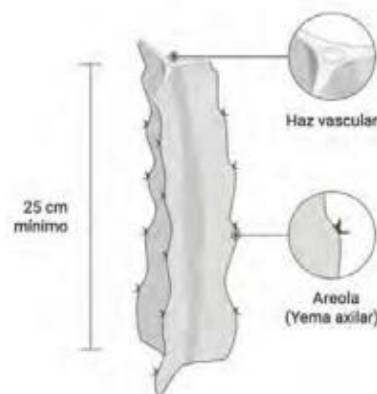


Ilustración 1 - 5: Esqueje de la pitahaya

Fuente: (BID, PROCOMER y Esencial Costa Rica 2019)

5.1.5.7 Etapas de producción de la pitahaya

Para que la producción de la pitahaya se lleve de manera adecuada, se cumple con varias etapas las cuales se detallan a continuación.



Ilustración 2 - 5: Etapas de la producción de pitahaya

Realizado por: Rodríguez, Anghela, 2022

Preparación del suelo

De acuerdo a Correa y Velasquéz (2020) es importante que la preparación del suelo se realice un mes antes de la plantación en donde se debe realizar arar los subsuelos o (subsolar) para que estos se homogenicen con las capas superficiales y tengan una buena capacidad de drenaje conjuntamente con un adecuado aireado.

Plantación

El procedimiento de la plantación es recomendable hacerlo en invierno lo cual ayudará a evitar a los agricultores tener gastos adicionales y la tarea de realizar un riego constante, esta época es factible porque es donde hay mayor humedad, sin embargo si existe gran humedad se puede agregar material orgánico, como aserrín, hojarasca, etc., esto con la finalidad de mantener la tierra templada y sin desbordamientos finalmente logrando tener una temperaturas templada de la tierra en la temporada de verano. Es recomendable sembrar en el marco de plantación de cada 1 a 2 m para que las plantas puedan crecer adecuadamente (Correa y Velasquéz., 2020 p:34)

Tutorado

El tutorado es una de las partes más importantes de este proceso ya que aquí se realizarán distintos elementos para que sirvan de sustento en la planta y esta pueda de crecer de una correcta manera. El tutorado en pocas palabras es la elección de un tutor para que sirva de soporte a la planta y donde sus raíces y tallos puedan arraigarse para que puedan crecer. En el cantón Palora el recomendable es utilizar el conocido como sistema de espaldera tradicional el cual es un sistema que cuenta con unos tutores de 2.5m de alto y separados uno de otro por una distancia de 3m, estos postes quedan unidos por dos alambres cubiertos con una manguera en muchas ocasiones para evitar que la planta sufra daños y finalmente un alambre se sitúa en la parte superior del poste y el otro a 50cm desde el suelo (Correa y Velasquéz, 2020 p:34)

Poda

La pitahaya al ser una fruta que crece muy rápido, hace que en estas crezcan grandes ramas y hojas que la abrazan y la conforman por lo que es de suma importancia que se realice una poda durante la formación, una poda de limpieza y una poda de producción para mantener las condiciones óptimas para su cosecha. En la primera poda antes mencionada se trata de eliminar los brotes dejando una o dos vainas hasta que alcancen el extremo del soporte, la segunda poda consiste en eliminar las partes de la planta que han sido afectadas por las plagas, bacterias o no han crecido de la manera adecuada en las posiciones que el agricultor así lo desee para su cosecha y finalmente en la última poda se trata de eliminar las vainas que se encuentran en la parte baja de la planta buscando mejorar la aireación de la planta y que permita que esta aproveche la luz solar se da cada tercer año (Correa y Velasquéz, 2020 p:35).

Fertilización

Esta acción en nuestro plan de manejo agrícola es muy importante porque aquí es donde los análisis de la calidad del suelo permitirán determinar cuáles son los sustentos para mantener la planta y el suelo de estos cultivos, logrando así un equilibrio y no una saturación para desgastar el suelo o sobresaturar y tampoco dañar la cosecha.

Como lo manifiesta Correa y Velasquéz (2020) este es un proceso que se realiza a través de unas zanjas circulares que se disponen alrededor de la planta.

Tabla 3-5: Rango de requerimientos edáficos para las pitahayas

Rango de requerimientos edáficos			
VARIABLE	Unidad	MÍNIMO	MÁXIMO
P	ppm	6,80	18,30
N	PPM	2,10	2,65
Zn	ppm	5,21	33,30
Cu	ppm	13,39	23,16
Mn	ppm	7,36	15,12
B	ppm	0,17	0,19
S	ppm	2,25	22,32
K	ppm	0,18	0,36
Ca	ppm	2,36	7,53
Mg	ppm	0,58	0,96
Fe	ppm	63,5	252,1

Fuente: (Correa y Velasquéz 2020)

Realizado por: Rodríguez, Anghela, 2022.

Cosecha

La cosecha es el proceso que se realiza para obtener el producto terminado conocida como la fruta pitahaya la cual se recoge de manera manual y con la supervisión del agricultor (Correa y Velasquéz., 2020 p:36)

Postcosecha

Finalmente está el proceso de post cosecha donde en agricultor debe brindarle a la planta los cuidados necesarios para la siguiente cosecha, como lo son la poda, el riego, la fertilización y polinización de la planta (Correa y Velasquéz., 2020, p:36)

5.1.5.8 Seguimiento al cumplimiento de requerimientos para el cultivo de pitahaya

Es importante que el agricultor tenga un registro para cada uno de los parámetros importantes para el cultivo de pitahaya y así poder contar con la información necesaria y actualizada de sus terrenos.

Tabla 4-5: Verificación del tipo de suelo, temperatura, altitud y pH para el cultivo de pitahaya.

ITEM	Clasificación	Evaluación	Marcar con X
Tipo de Suelo	Franco	APROPIADO	
	Franco-Arenoso	APROPIADO	
	Otro	NO APROPIADO	
Temperatura	< 20°C	NO APROPIADO	
	20-30°C	APROPIADO	
	> 30°C	NO APROPIADO	
Altitud	0 y los 2000 m.s.n.m	APROPIADO	
	> 2000 m.s.n.m	NO APROPIADO	
pH	El pH es menor a 5.5	El suelo no cumple con el rango requerido, por ende, deberá disminuir la acidez con el fin de llegar al rango requerido	
	El pH se encuentra entre los valores de 5.5 y 6.5	El suelo cumple con el rango requerido para el cultivo.	
	El pH es mayor a 7	El suelo no cumple con el rango requerido, por ende, deberá disminuir la alcalinidad con el fin de llegar al rango requerido	

Realizado por: Rodríguez, Anghela, 2022

Tabla 5-5: Formato para el rango de requerimientos edáficos del cultivo de Pitahaya.

Rango de requerimientos edáficos				
VARIABLE	Unidad	MÍNIMO	MÁXIMO	Valor obtenido
P	ppm	6,80	18,30	
N	PPM	2,10	2,65	
Zn	ppm	5,21	33,30	
Cu	ppm	13,39	23,16	
Mn	ppm	7,36	15,12	
B	ppm	0,17	0,19	
S	ppm	2,25	22,32	
K	ppm	0,18	0,36	
Ca	ppm	2,36	7,53	
Mg	ppm	0,58	0,96	
Fe	ppm	63,5	252,1	

Realizado por: Rodriguez, Anghela, 2022

5.1.6 Actividades recomendadas para cumplir con plan de manejo ambiental

Tabla 6-5: Acciones de Buenas prácticas agrícolas en relación al plan de manejo ambiental

ACTIVIDAD	IMPACTO	FECHA DE ACCIÓN	RESPONSABLE	FRECUENCIA
Análisis de Suelos	Determinar la calidad para tratar el suelo por este tipo de producción	Enero	Propietario y Laboratorio Acreditado	Anualmente
Implementación de fertilizantes o plaguicidas biogénicos o naturales para evitar el desgaste de suelos por la acumulación de químicos o sobreacumulación de macro y micronutrientes	Producción más limpia	Mensuales	Propietario y Municipio de Palora	Mensualmente
Registros de cosechas	Bases estadísticas de producción del suelo	Siempre	Propietario	Fechas de Cosecha
Limpiezas de Terrenos	Constante monitoreo del estado del suelo asegurando la presencia de vegetación	Semanales	Propietario Encargados, Trabajadores	Semanalmente
Limpieza de las áreas de cultivos y reaprovechamiento de los residuos de cosecha	Manejo de desechos de cosecha y maleza	Cada que lo amerite	Responsables a cargo del manejo de las fincas	Diariamente

Realizado por: Rodríguez, Anghela, 2022.

CONCLUSIONES

1. Se pudo evidenciar, cuantificar y determinar las características físicas, químicas y biológicas de 3 fincas productoras de pitahaya en el cantón Palora por medio de 2 muestreos con la obtención de 16 submuestras simples y 4 muestras compuestas a 1 hectárea de terreno por cada finca correspondiente, las variables analizadas fueron pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, macro y micronutrientes y macrofauna, los resultados obtenidos permitieron que estos sean tomados como componentes principales para determinar el ICA del suelo. Dando como resultado que la finca 1 es la que a pesar de ser la que más años de producción tiene, es la que posee una mejor calidad con un QIN: 152,34 (Muy Alta Calidad) esto se debe a las buenas prácticas agrícolas que su propietario realiza, sin embargo las 2 fincas restantes tampoco se quedan atrás al poseer también una muy alta calidad con unos resultados de QIn F2: 68, 49 (Muy Alta Calidad) y QIn F3: 88,12 (Muy Alta Calidad). El pH fue una de las variables fundamentales para poder conocer esta calidad, con un resultado del 84 por ciento (%) y 95 por ciento (%) respectivamente de porcentaje de variación (%), por otra parte la materia orgánica (M.O) es una variable que también es de gran importancia, este suelo al estar en buen estado ha permitido que la macrofauna de estos terrenos no se pierdan por lo que al igual al obtener el ICA a partir de la macrofauna este nos pudo evidenciar la buena calidad en los que se encuentran estos suelos con unos resultados mayores a 1.

Los datos obtenidos de los suelos estudiados cumplen con los límites de calidad de suelo establecidos en la legislación ecuatoriana Anexo 2 (TULSMA 2015), entre estos tres tipos de suelos analizados no se presenta una diferencia significativa entre sus resultados, lo que lleva de la mano con las condiciones que requiere el cultivo de pitahaya según Vargas, Yadira et al. (2020)

2. La comparación de los índices entre las 3 fincas de acuerdo a sus años de producción por medio de análisis estadístico demostró que a pesar de que algunos de estos suelos ya tienen muchos años de producción las buenas prácticas agrícolas que sus propietarios realizan han influenciado para que estos no sean afectados a gran escala.

Por medio de los indicadores físico – químicos se pudo verificar sus rangos establecidos y su índice determinado, se pudo utilizar el programa estadístico InfoStat, para calcular el análisis de componentes primordiales y evaluar la calidad el suelo a través del ICA Normalizado tomando como referencia a (Barrezueta, Paz y Chabla 2017); (Barrera, Jenner, Barrezueta y García 2020); (Wilson 2017), para las 3 fincas donde el resultado de cada uno de estas propiedades se encontraron entre los rangos de alta calidad y muy alta calidad, con el análisis se concluyó que el monocultivo de

pitahaya no representa una alteración en gran magnitud a estos suelos productores, ya que sus propietarios trabajan conjuntamente con el municipio del cantón para poner en acción las buenas prácticas agrícolas, esto lo demuestra los valores cercanos obtenidos entre estas tres fincas productoras con diferentes años de producción por lo que se evidencia que la diferencia de estos resultados no es significativa.

Pero no por eso signifique que el monocultivo de este cultivo no pueda afectar los suelos de los alrededores, ya que, al utilizar fertilizantes, funguicidas, plaguicidas, etc. Conjuntamente con el clima de la amazonia pueden llegar los restos de estos productos a suelos vírgenes en las fronteras agrícolas a través de la escorrentía o infiltración.

3. Se propuso un esquema para un modelo de plan de manejo de uso agrícola que puede ser utilizado para este tipo de terrenos con cultivos, donde el agricultor puede tomar como sugerencias e incluirlas a sus buenas prácticas agrícolas para seguir estableciendo y produciendo cultivos amigables con el ambiente y especialmente con el recurso suelo quien se ha convertido en una base principal para este cantón al contribuir de una manera significativa en el desarrollo y continuo progreso del mismo con sus producciones de la fruta pitahaya.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar un estudio de calidad del suelo del cultivo de pitahaya en la zona sur del cantón para comparar su calidad de dicha zona y comparar los resultados para evidenciar si existe algún cambio en la producción.
- Realizar un seguimiento a las buenas prácticas agrícolas para verificar si todos los productores de pitahaya siguen este plan.
- Se recomienda la implementación de propuestas de compost que permitan reaprovechar los desechos de las plantaciones que se generan luego de cosechar estas frutas. Para seguir aportando materia orgánica a estos suelos y seguir enriqueciendo de nutrientes.

BIBLIOGRAFÍA

ACOSTA, C. "El suelo agrícola, un ser vivo". *Inventio, la génesis de la cultura universitaria en Morelos*, n° 5 (2007), pp. 55-60. ISSN 2448-9026.

AGROCALIDAD. "Lista oficial de sitios de producción aprobados de fruta fresca de pitahaya para ee uu" (2021), (Ecuador), pp. 7-18.

ALTAMIRANO, E. Parámetros físicos y químicos para la determinación de la calidad de los suelos en la microcuenca Jun.-Jun (Trabajo de Titulación) (Pregrado). Universidad Técnica De Ambato - Ecuador. 2019, pp. 8.

ASOCIACIÓN VIDA SANA. "Microorganismos del suelo y biofertilización". *Vida Sana*, (2012), pp. 1-43.

BAQUERO PEÑUELA, José Euríoides. & SALAMANCA SOLÍS, Carmen Rosa. "Nutrición y fertilización con macro y micronutrientes". *CORPOICA*, (2006), pp. 151-161.

BÁRBARO, L. A, KARLANIAN, M. A, & MATA, D.A. "Importancia del pH y la Conductividad Eléctrica en los sustratos para plantas". *Instituto de Floricultura CIRN INTA*, (2005), pp. 1-15.

BARRERA, Jenner., BARREZUETA, S. & GARCÍA, R.,. "Evaluación de los índices de calidad del suelo de diversos cultivos en diferentes condiciones topográficas". *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas.*, vol. 3, n°. 1 (2020), pp. 182-190. ISSN: 2631-2662.

BARREZUETA, S., PAZ, A. y CHABLA, J. "Determinación de indicadores para calidad de suelos cultivados con cacao en provincia de El Oro-Ecuador". *Revista CUMBRES [en línea]* 2017 (Ecuador) 3(1), pp. 17-24. [Consulta: 20 agosto 2022]. ISSN 1390-9541 (p). Disponible en: <https://www.edafologia.net/revista/tomo13c/articulo125.pdf>.

BAUTISTA, A., ETCHEVERS, J., DEL CASTILLO, R.. & GUTIÉRREZ, C. "La Calidad del Suelo y sus Indicadores". *Ecosistemas*, vol. 13, n°. 2 (2004), pp. 90-97. ISSN 1697-2473. Disponible en: <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=149> / <https://doi.org/10.7818/ECOS.2004.13-2>.

BELTRÁN, Viviana. Desarrollo de un proyecto para la creación de una microempresa de producción y comercialización de pitahaya ubicada en la comunidad de Chinimpí, del cantón Palora, provincia de Morona Santiago (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Central Del Ecuador, Quito - Ecuador. 2015. pp.2.

BERMEO, Talia. & DIOSES, Dioses. Influencia de la edad del cultivo de pitahaya amarilla

(*Selenicereus megalanthus* (K. Schum. Ex Vaupel) Moran) en la fertilidad del suelo, cantón Palora, provincia Morona Santiago. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Estatal Amazónica, Puyo-Paztaza-Ecuador. 2019-2020. p. 5.

BID, PROCOMER & ESENCIAL. "Manual Técnico Siembra de Pitahaya" Costa Rica, 2019. p.19.

BURBANO, H. El suelo al servicio de la sociedad y su rol en el contexto de los cambios globales. *Tendencias*, vol. 11, n°. 2 (2010), pp. 53-62. ISSN 0124-8693.

C.S. WU, J.,. "Manual del cultivo de la Pitaya". Guatemala, 2005. pp 5-37.

CABEZAS, C.E. y GUEVARA, J.P. Calidad Del Suelo Mediante Indicadores Parroquia Achupallas Provincia De Chimborazo (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2020. p. 47.

CABRERA, G. "Manual Práctico sobre la Macrofauna Edáfica como Indicador Biológico de la Calidad del Suelo, según resultados en Cuba". *Fundación Rufford RSGF, para La Conservación de La Naturaleza* (2014), p.34.

CANTÚ, M.P., BECKER, A.R., BEDANO, J.C., SCHIAVO, H.F. y PARRA, B.J. "Evaluación del impacto del cambio de uso y manejo de la tierra mediante indicadores de calidad de suelo, Córdoba, Argentina". *Cadernos do Laboratorio Xeoloxico de Laxe*, vol. 34, n°. 34 (2009), pp. 203-214. ISSN 02134497.

CÁRDENAS, M., Evaluación de la calidad de los suelos de páramo intervenidos y no intervenidos en la comuna monjas bajo, parroquia Juan Montalvo, cantón Cayambe. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Sede Quito. (2015). p.25.

CHAVES, R., SALAZAR, D., OREJUELA, D., CUICHÁN, M., SUÁREZ, M. & VILLAFUERTE, W. "Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua 2012 Dirección responsable de la información estadística y contenidos: DIRECCIÓN DE ESTADÍSTICAS ECONÓMICAS". *Inec* (2012), pp. 6.

COOPER, L. & ABI, R. "El valor de las sustancias húmicas en el ciclo de vida del carbón de los cultivos: Ácidos húmicos, ácidos fúlvicos, y más". *Huma Agro*. (2017), pp. 1-8.

COOPER, L. & GHANEM, R. "Los micronutrientes son la clave para mejorar la producción". *Bio Huma Netics Inc. Huma Agro*, (2017), pp. 13.

CORREA, D.A. & VELASQUÉZ, C.C. Diseño de un sistema de monitoreo de las principales variables y etapas en el desarrollo de los cultivos de pitahaya amarilla. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Fundación Universitaria Lumen Gentium, Santiago de Cali. 2020. pp. 1-97. ISSN

0038092X.

COTLER, H., SOTELO, E., DOMINGUEZ, J., ZORRILLA, M., CORTINA, S. & QUIÑONEZ, L. "La conservación de suelos: un asunto de interés público". *Gaceta ecológica*, vol. 83, (2007), pp. 5-71.

CRE. *Constitución de la República del Ecuador*. 2008..

CREMONA, M. & ENRIQUEZ, A., Algunas Propiedades Del Suelo Que Condicionan Su Comportamiento: El pH y la conductividad eléctrica. *Presencia*, n° 73, (2020), pp. 5-8.

CRESPO, G. "Funciones de los organismos del suelo en el ecosistema de pastizal". *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, vol. 47, n°. 4 (2013), (La Habana- Cuba), pp. 329-334.

DE BUSTOS, M.E. "Muestreo de suelos". *Instituto Nacional De Tecnología Agropecuaria- Artículo De Divulgación* [en línea] 2013. Disponible en: <https://inta.gob.ar/documentos/muestreo-de-suelos-0#:~:text=¿Qué es el cuarteo%3F,cruz%2C eliminando dos partes opuestas.>

DIÉGUEZ, K., ZABALA, A., VILLARROEL, K. & SARDUY, L. "Evaluación del impacto ambiental del cultivo de la pitahaya , Cantón Palora , Ecuador". *TecnoLógicas*, vol. 23, n° 49 (2020), pp. 113-128. DOI <https://doi.org/10.22430/22565337.1621>.

DOMÍNGUEZ, M.J. Evaluación de la calidad de los suelos de laderas de Nandaime, a través de la identificación y uso de indicadores técnicos y locales (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Nacional Agraria. Mangua. 2005. p. 3.

DOMÍNGUEZ SOTO, J.M., ROMÁN GUTIÉRREZ, A.D., PRIETO GARCÍA, F. & ACEVEDO SANDOVAL, O. "Sistema de Notación Munsell y CIELab como herramienta para evaluación de color en suelos". *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, vol. 3, n°1 (2012), pp. 141-155. ISSN 2007-0934. DOI 10.29312/remexca.v3i1.1489.

EARTH OBSERVING SYSTEM. *Monocultivo En La Agricultura: Pros Y Contras*. [Blog] [en línea] 2021. [Consulta: 3 septiembre 2022]. Disponible en: <https://eos.com/es/blog/monocultivo/#:~:text=El monocultivo maximiza el uso,desarrolla en el entorno local.>

ESQUIVEL, P. & ARAYA, Y. "Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria Pitahaya (*Hylocereus* sp.): fruit characteristics and its potential use in the food industry". *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, vol. 3, n°. 1 (2012), pp. 113-129. ISSN 2218-4384.

ESTRADA, R., HIDALGO, C., GUZMÁN, R., ALMARAZ, J.J., NAVARRO, H. &

ETCHEVERS, J.D., "Soil quality indicators to evaluate soil fertility". *Agrociencia*, vol. 51, n°. 8 (2017), pp. 813-831. ISSN 14053195.

FAO. "Guía para la descripción de suelos". *Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación*. (2009), p2.

FAO. "Fichas técnicas Productos frescos de frutas". *Prodar IICA* (2018). p. 62.

FAO. ¿Es tu suelo alcalino? 2021a. Disponible en: <https://www.fao.org/3/ca7162es/ca7162es.pdf>

FAO. "La biodiversidad del suelo". *Portal De Suelos De La Fao* [en línea] 2021b. Disponible en: <https://www.fao.org/soils-portal/soil-biodiversity/es/#:~:text=Bacteria%2C hongos%2C protozoarios y nematodos,con otros componentes del suelo.>

FAO. Propiedades físicas. *PORTAL DE SUELOS DE LA FAO* [en línea] 2022. Disponible en: <https://www.fao.org/soils-portal/data-hub/soil-properties/physical-properties/en/>.

FONTANETTO, H. & BIANCHIN, A. "Análisis de suelos, la base para fertilizar adecuadamente los cultivos forrajeros". *Producir XXI*, vol. 19, n°. 230 (2010), pp. 1-3.

GARCÍA, L. "Metodología de campo para determinar la profundidad, la densidad aparente, materia orgánica e infiltración del agua en el suelo". *Unión Europea y UNAG - Nicaragua*, vol. 1, n°. 32 (2017), pp. 18.

GARCÍA, Y., RAMÍREZ, W. & SÁNCHEZ, S. "Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso". *Pastos y Forrajes*, vol. 35, n°. 2 (2012), (Matanzas-Cuba). pp. 125-137. ISSN 0864-0394.

GISBERT, J., IBÁÑEZ, S. & MORENO, H. "La textura de un suelo". *Universidad Politécnica de Valencia*, vol. 4, n° 1 (2008), pp. 1-8.

GLOBE. "Un vistazo a la investigación de suelos". *Global Learning and Observation to Benefit the Environment Program. Estados Unidos* (2005), pp. 1-279.

GÓMEZ, A. & HOYOS, W., Evaluación de la Calidad de un Suelo Sometido a Diferentes Usos. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad de los Llanos. 2020.

GONZÁLEZ, R. Evaluación de la calidad del suelo para diferentes usos y cubiertas vegetales en la ladera Este de Cerro Grande, comunidad Dexcani Alto, municipio de Jilotepec. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca de Lerdo- Estado de México 2013. pp. 21-22.

GTIS y FAO. "La Contaminación Del Suelo: Una Realidad Oculta" *Organización De La*

Naciones Unidas Para La Alimentación Y La Agricultura (2019), pp. 3-7. ISBN 9789251316399.

GUTIÉRREZ D., J.S., CARDONA, W.A. & MONSALVE C., O.I. "Potencial en el uso de las propiedades químicas como indicadores de calidad de suelo". Una revisión. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, vol. 11, n°. 2 (2017), pp. 450-458. ISSN 2422-3719. DOI 10.17584/rcch.2017v11i2.5719.

HUACHI, L., YUGSI, E., PAREDES, M.F., CORONEL, D. & COBA, P., Desarrollo De La Pitahaya (*Cereus SP.*) En Ecuador. "*La Granja_ Revista de Ciencias de la Vida*", vol. 22, n°2. (2015), pp. 50-58. DOI 10.17163/lgr.n22.2015.05.

INGARAMO, O.E., PAZ FERREIRO, J., MIRÁS AVALOS, J.M. & VIDAL VÁZQUEZ, E. "Caracterización de las propiedades generales del suelo en una parcela experimental con distintos sistemas de laboreo". *Cadernos do Laboratorio Xeoloxico de Laxe*, vol. 32, n°. 32 (2007), pp. 127-137. ISSN 02134497.

INIA TACUAREMBÓ. "Semana de la Ciencia y Tecnología 2015". *INIA Tacuarembó*. 2015. pp. 1-19.

INSTITUTO DE CIENCIAS AGRARIAS (ICA). "Manejo fitosanitario del cultivo de la pitahaya". *Publicación del ICA*. (2012), p. 6.

INTAGRI. "Fertilización del Cultivo de Pitahaya". *INTAGRI* (2021), p. 3.

JIMÉNEZ, G. Evaluación De La Calidad Del Suelo Utilizado Para La Siembra De Maíz En La Parroquia Nuevo Paraíso Del Cantón Francisco De Orellana. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. 2018. p18.

JULCA-OTINIANO, A., MENESES-FLORIÁN, L., BLAS-SEVILLANO, R. & BELLO-AMEZ, S. "La Materia Orgánica, Importancia Y Experiencia De Su Uso En La Agricultura". *Idesia (Arica)*, vol. 24, n° 1 (2006), pp. 49-61. DOI 10.4067/s0718-34292006000100009.

LARRIVA, N. "Síntesis de la importancia del Potasio en el suelo y las plantas". *La Granja*. (2003), pp. 1-2.

LEAL, S., VALENZUELA, A., GUTIÉRREZ, M. de L., BERMÚDEZ, M. del C., GARCIA, J., ALDANA, M.L., GRAJEDA, P., SILVEIRA, M., MEZA, M.M., PALMA, S., LEYVA, G., CAMARENA, B. & VALENZUELA, C. "Residuos De Plaguicidas Organoclorados En Suelos Agrícolas". *TERRA LATINOAMERICANA*, vol. 32, n°. 1 (2014), pp. 1-11. DOI ISSN 2395-8030.

LEMA, B., "Evaluación De La Calidad Ambiental En Suelos De Invernaderos De Tomate Riñón (*Lycopersicum Esculemtum Mil*) En El Sector San Antonio De La Parroquia San Luis Cantón

Riobamba”.(Trabajo de titulación) (Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2015. p. 4.

LEMA, J. & VACA, M. “Evaluación De Indicadores De La Calidad Del Suelo En Áreas Productoras De Brócoli (Brassica Oleracea), De La Parroquia Guaytacama Del Cantón Latacunga En El Periodo 2019-2020”.(Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga-Ecuador. 2020. p. 28.

LEMA, N. “Determinación De La Macrofauna Edáfica En Distintos Usos De Suelo En Tres Agroecosistemas De La Comunidad De Naubug” (Trabajo de titulación) (Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2016. p. 9.

MAE. *ACUERDO MINISTERIAL 097*. 2015a.

MAE. *Registro Oficial N° 387*. 2015b

MAG. "MAG apoyará la siembra de hasta 10.000 hectáreas de pitahaya para exportación". *Ministerio de Agricultura y Ganadería* [en línea] 2022. Disponible en: <https://www.agricultura.gob.ec/mag-apoyara-la-siembra-de-hasta-10-000-hectareas-de-pitahaya-para-exportacion/>.

MARTÍNEZ, K. “Evaluación De La Calidad Del Suelo De La Finca Palmicultora Las Palmeras, Cantón La Concordia”. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2018. p. 2- 20.

MENDOZA, R. & ESPINOZA, A. "Guía Técnica para muestreo de suelos". *Universidad Nacional Agraria*, (2017). pp. 1-56.

MENGEL, K. & KIRKBY, E. "Principios de nutrición vegetal". *Instituto Internacional del Potasio, Basilea-Suiza. n°4* (2000). p. 12.

MEZA, E. y GEISSERT, D. "Estructura, agregación y porosidad en suelos forestales y cultivados de origen volcánico del Cofre De Perote, Veracruz, México". *Foresta Veracruzana*, vol. 5, (2003), pp. 57-60.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. *GUÍA PARA MUESTREO DE SUELOS*. 2014.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. *Anexo 2: Norma De Calidad Ambiental Del Recurso Suelo Y Criterios De Remediación Para Suelos Contaminados*. 2019

MONTESINOS, J., RODRÍGUEZ, L., ORTIZ, R., FONSECA, M., RUÍZ, G. & GUEVARA, F. "Revisión bibliográfica Pitahaya (Hylocereus spp.) un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano". *Cultivos tropicales*, vol. 36 (2015) . pp. 67-76.

- MORENO, C., GONZÁLEZ, M.I. & EGIDO, J.A.** "Influencia del manejo sobre la calidad del suelo". *Ecuador es Calidad*. (2015). pp. 1-8.
- MORENO, H., BLANQUER, J. & IBÁÑEZ, S.** "El color del suelo" *Universidad Politécnica de Valencia*. 2010. p.4.
- MORENO, H., GISBERT, J. y IBÁÑEZ, S.** "La estructura de un suelo". *Universidad Politécnica de Valencia*, vol. 8, n°. 9 (2010). pp. 1-9.
- MUNICIPIO DE PALORA.** GAD Municipal de Palora. *GAD Municipal de Palora* [en línea]. 2022 [Consulta: 23 julio 2022]. Disponible en: <https://www.palora.gob.ec/web/home>.
- MUÑOZ, M.** Estudio Técnico y Económico para la Implementación del Cultivo de Pitahaya Amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en la Comuna San Marcos, Provincia de Santa Elena. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Estatal Península de Santa Elena, La Libertad-Ecuador. (2021). p.1-6.
- NOVILLO, I., CARRILLO, M., CARGUA, J., MOREIRA, V., ALBÁN, K. & MORALES, F.** "Propiedades físicas del suelo en diferentes sistemas agrícolas en la provincia de Los Ríos". *TEMAS AGRARIOS*, vol. 23, n°. 2 (2018). pp. 177-187.
- NUÑEZ, D.** Comparación De La Macrofauna Del Suelo En Agro Sistemas De Plátano En Santo Domingo Y El Carmen. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad UTE, Santo Domingo. 2019. p.7.
- OROZCO, D.D.J., FLORES, J.C.M. & SANABRIA, Y.R.** "Indicadores químicos de calidad de suelos en sistemas productivos del Piedemonte de los Llanos Orientales de Colombia". *Acta Agronomica*, vol. 64, n°.4 (2015), pp. 302-307. ISSN 01202812. DOI 10.15446/acag.v64n4.38731.
- OROZCO, S.** Elaboración De Un Plan De Manejo De Suelos, En Las Comunidades De Calerita Santa Rosa Y Shobol Llin Llin, Parroquia San Juan, Cantón Riobamba. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2011. p.1.
- ORTIZ, R.** Proyecto De Factibilidad Para La Creación De Una Empresa Productora Y Comercializadora De Pulpa De Pitahaya En La Ciudad De Quito. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Politécnica Salesiana, Quito-Ecuador. 2014. p. 14.
- OSUNA-ENCISO, T., VALDEZ-TORRES, J.B., SAÑUDO-BARAJAS, J.A., MUY-RANGEL, M.D., HERNÁNDEZ-VERDUGO, S., VILLARREAL-ROMERO, M. & OSUNA-RODRÍGUEZ, J.M.** "Fenología reproductiva, rendimiento y calidad del fruto de pitahaya (*Hylocereus undatus* (How.) Britton and Rose) En El Valle De Culiacán, Sinaloa, México". *Agrociencia* (2016), pp. 61-78.

PASCUAL, R. & VENEGAS, S. "La materia orgánica del suelo. papel de los microorganismos". *Ciencias Ambientales*. (2014), pp. 1-11.

PEREIRA, C., MAYCOTTE, C., RESTREPO, B., MAURO, F., MONTES, A. & VELARDE, M.J. *Edafología 1*. 1^{ra} ed. Colombia, 2011. pp:18-49

PÉREZ DE LOS REYES, C. "¿Qué nos dice el color del suelo?" *The Conversation* [en línea]. 2021. [Consulta: 29 de junio 2022]. Disponible en: <https://theconversation.com/que-nos-dice-el-color-del-suelo-158575>.

PINOS, D. Calidad del suelo a partir de indicadores físicos y químicos aplicado a tres usos de suelo para la generación de propuestas de gestión por impactos en el suelo por acciones antrópicas en el bosque y vegetación protectores de Sunsun - Yanasacha. (Trabajo experimental) Universidad Politécnica Salesiana, Sede Cuenca. 2022. p. 21.

PRIETO-MÉNDEZ, J., PRIETO-GARCÍA, F., ACEVEDO-SANDOVAL, O.A. & MÉNDEZ-MARZO, M.A. "Indicadores e índices de calidad de los suelos (ICS) cebaderos del sur del estado de Hidalgo, México". *Agronomía Mesoamericana*, vol. 24, n.º.1 (2013), pp. 83. ISSN 1021-7444. DOI 10.15517/am.v24i1.9643.

QUEZADA, V., AVILA, M. & CASTILLO, Y. "Propuesta de lineamientos normativos para el uso del suelo rural en el caso del cantón Palora – provincia de Morona Santiago". *Ciencia Digital*, vol. 5 (2021). pp. 114-132. DOI <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v5i1.1519>.

QUIROZ, J. Plan de Negocios para la creación de una Empresa Exportadora de Pitahaya Roja (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Guayaquil. 2021. p. 8.

RAMÍREZ, F.L. Bases conceptuales para el análisis de suelos por métodos ópticos (Trabajo de titulación) (Magister). Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia. 2017. pp. 14-20.

RAMIREZ, R. *Propiedades Físicas, Químicas y Biológicas de los Suelos*. 1^{ra} ed. Colombia, 1997. pp. 5-9.

RAUDES, M. & SAGASTUME, N. "Manual Conservación de Suelos". *Escuela Agrícola Panamericana Programa de Manejo Integrado de Plagas en América Central "PROMIPAC"*. 2009. p. 16.

SAAB, R. Evaluación de la calidad del suelo, en el sistema productivo orgánico la Estancia, Madrid, Cundinamarca, 2012. Utilizando indicadores de Calidad de Suelos. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá. 2012. p. 18.

SAG. *Protocolo de Toma de Muestras de Suelos*. Gobierno de Chile. [En línea] 2010. [Consulta:

16 septiembre 2022]. Disponible: [http://www.sag.cl/sites/default/files/Protocolo toma muestras suelo.pdf](http://www.sag.cl/sites/default/files/Protocolo%20toma%20muestras%20suelo.pdf)

SCHWEIZER LASSAGA, S. "Muestreo y análisis de suelos para diagnóstico de fertilidad". *Instituto Nacional de Innovación y Transferencia en Tecnología Agropecuaria (INTA) Costa Rica* (2011), pp. 18. ISSN 0033-3042.

SILVA, S. & CORREA, F. "Análisis de la contaminación del suelo: Revisión de la normativa y posibilidades de regulación económica". *Semestre Económico*, vol. 12, n°. 23 (2009), pp. 13-34. ISSN 0120-6346.

SIPA. Información Productiva Territorial: Cifras Agroproductivas 2021.

SOSA, D.A. "Técnicas de toma y remisión de muestras de suelos". *Centro Regional Misiones Estación Experimental Agropecuaria Cerro Azul*, (2012).

STIVERS, L. "Introducción a los Suelos: La Calidad de los Suelos". *PennState Extension*. 2017. pp. 1-7.

SUQUILANDA, M. "El Deterioro De Los Suelos En El Ecuador Y La Produccion Agricola". *XI Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo*. 2008, pp. 1-10.

TRUJILLO - GONZÁLEZ, J.M., MAHECHA, J.D. & TORRES - MORA, M.A. "El Recurso Suelo: Un análisis de sus Funciones, Capacidad de Uso e Indicadores de Calidad". *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, vol. 9, n°.2 (2018), pp. 29-38. DOI <https://doi.org/10.22490/21456453.2095>.

TULSMA. *Libro VI. Anexo 2. Norma De Calidad Ambiental Del Recurso Suelo Y Criterios De Remediación Para Suelos Contaminados*. 2015.

U.N.L.P. (Apunte de edafología". *U.N.L.P.* (2019), p. 5

UNLP. "El suelo Agrícola". *Universidad Nacional de la Plata* (2020), p. 2.

VAN - KONIJNENBURG, A. *Agricultura Orgánica El Suelo: sus componentes físicos*. n°3 (2006), pp. 5-6. ISSN 1669-5178.

VARGAS-TIERRAS, Y., DÍAZ, A., CAICEDO, C., MACAS, J., SUÁREZ-TAPIA, A. & VIERA, W. "Benefits of legume species in an agroforestry production system of yellow pitahaya in the Ecuadorian amazon". *Sustainability (Switzerland)*, vol. 13, n°. 16 (2021), pp. 1-2. ISSN 20711050. DOI 10.3390/su13169261.

VARGAS, D, CERÓN, A., OLIVARES, L. & BOBADILLA, M., "Manual De Evaluación De Suelos". *Cmes* (2020), p. 6.

VARGAS, Y., ALCÍVAR, W., NICOLALDE, J., TINOCO, L., VIERA, W. & DÍAZ, A. "Efecto de Diferentes Sistemas Agroforestales con Pitahaya (*Hylocereus megalanthus* Haw.) sobre la Abundancia y Biomasa de Lombrices y Rendimiento del Cultivo, en el cantón Palora". *Primer Congreso Internacional Alternativas Tecnológicas para la Producción Agropecuaria Sostenible en la Amazonía Ecuatoriana*, vol. 1 (2018), pp. 4.

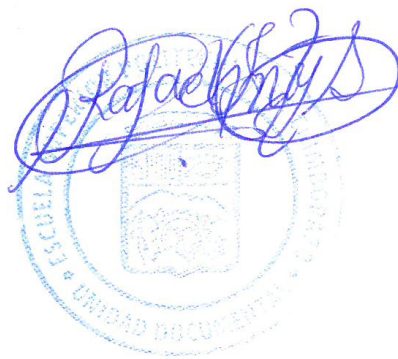
VARGAS, Yadira, PICO, J., DÍAZ, A., SOTOMAYOR, D., BURBANO, A., CAICEDO, C., PAREDES, N., CONGO, C., TINOCO, L., BASTIDAS, S., CHUQUIMARCA, J., MACAS, J. & VIERA, W., *Manual del cultivo de Pitahaya para la amazonia Ecuatoriana. n°117* (2020), p. 6. . ISBN 9789942224897.

VELASQUES, J. "Boletines Tecnicos De Suelos". *Ministerio De Agricultura - PSI*, (2003), pp. 1-19.

VERA, W.,. Análisis De La Producción Y Productividad Del Cultivo De Pitahaya En Los Cantones Quevedo, Mocache Y Ventanas, Año 2015. (Trabajo de titulación) (Pregrado). Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo-Ecuador. 2016. p. 9

VILLARREAL-NÚÑEZ, J., PLA-SENTIS, I., AGUDO-MARTÍNEZ, L., VILLALÁZ-PÉREZ, J., ROSALES, F. & POCASANGRE, L. "Índice de calidad del suelo en áreas cultivadas con banano en Panamá". *Agronomía Mesoamericana*, vol. 24, n° 2 (2013), pp. 301. ISSN 1021-7444. DOI 10.15517/am.v24i2.12530.

WILSON, M., *Manual de indicadores de calidad del suelo para las ecorregiones de Argentina.* 1a ed. (2017), pp. 18- 28. ISBN 9789875218260.



ANEXOS

ANEXO A: LISTA OFICIAL DE SITIOS DE PRODUCCIÓN APROBADOS DE FRUTA FRESCA DE PITAHAYA PARA EE UU.



Agencia de Regulación y Control
Fito y Zoonosanitario

LISTA OFICIAL DE SITIOS DE PRODUCCIÓN APROBADOS DE FRUTA FRESCA DE PITAHAYA PARA EE UU.

ORD.	NOMBRE DEL PROPIETARIO	NOMBRE DEL SITIO DE PRODUCCIÓN	PROVINCIA	CANTÓN/PARROQUIA	CÓDIGO DE REGISTRO DEL SITIO DE PRODUCCIÓN	CONTACTO	CONDICIÓN DEL OPERADOR
1	LUIS JAVIER KOLDAN BANCULLI	HACIENDA SAN EDUARDO	Bolívar	Echandia	170720542001-03010601	09 86424204	Aprobado
2	LIGIA ESTHER REALTA VERDEZOTO	EL PARAISO	Bolívar	Las Navas	1205021347001-03010601	09 93024621	Aprobado
3	ANA SARA PERALTA VERDEZOTO	ANPITAHAYA	Bolívar	Las Navas	120137184001-03010601	09 39858462	Aprobado
7	GINA PATRICIA TORRES ROMERO	FINCA SAN VICENTE	Cañar	La Troncal /Manual de J Calle	0909303683-03010601	09 88443118	Aprobado
8	EDINSON BENIGNO SILVA PEREZ	FINCA SAN EDUARDO	Cañar	La Troncal /Manual de J Calle	0916971355001-03010601	09 92285459	Aprobado
9	RUBEN LIZARDO VERA VILLAGÓMEZ	OFICINA CENTRAL	Cañar	La Troncal /Manual de J Calle	0918301037-03010601	09 92285459	Aprobado
10	GUDO CAAMARCA	FINCA DIGNA LÓPEZ	Cañar	La Troncal /Manual de J Calle	0923076814001-03010601	09 93583777	Aprobado
11	RODRIGO OBE ZAMBRANO	FINCA EL PARAISO DE ZHUCAJ	Cañar	Cañar/San Antonio	0301159778001-03020601	09 91237130	Aprobado
12	JORGE PÉREZ	JORGE PÉREZ	Cañar	La Troncal /Manual de J Calle	0301691952001-03010601	09 80143477	Aprobado
13	NESTOR ROBERTO ROMERO GUAMÁN	FINCA ADAN	Cañar	La Troncal /Manual de J Calle	0700424477001-03010601	09 67318275	Aprobado
14	MARCELO PATRICIO ROMÁN MUGOLLÓN	LA FORTALEZA	Cañar	La Troncal /Manual de J Calle	0918682195001-03010601	09 39590039	Aprobado
15	DIGNA REMEDIÓ LÓPEZ NARANJO	DON ROY	Cañar	La Troncal /Manual de J Calle	0300852472001-03010601	09 80071372	Aprobado
17	WALTER ELUTERIO SÁNCHEZ FRANCO	RANCHO NIEBA	Cañar	La Troncal /Pancho Negro	0301295929-03010601	09 88847427	Aprobado
21	LUIS ARÁDZO	BIELLA VISTA	El Oro	Santa Rosa/Belverita	0700990137001-07010601	09 94101036	Aprobado
22	JUAN ARRIAS	LA PALMERITA	El Oro	Arenillas/El Yagüero	1100796166-07010601	09 69091206	Aprobado
23	CÉSAR ECHENERRÍA	COOP. DEL PACÍFICO	El Oro	Arenillas/Arenillas	070051360001-07020601	09 91899958	Aprobado
24	ARTURO LOAYZA	EL BARBASCÓ	El Oro	Arenillas/Arenillas	070081907001-07010601	09 84102170	Aprobado
25	GERMÁN CORONEL	EL EDÉN DE JOSELIN	El Oro	Arenillas	07004417714001-07010601	09 91442797	Aprobado
26	ENRIQUE LOAYZA LOAYZA	VIÑEN DEL CISNE	El Oro	Arenillas/Chacras	070074038001-07020601	09 9781 2035	Aprobado
31	MARCO XAVIER ALARCON VALLADARES	LACHAVI	Esmeraldas	Quindim/ La Unión	1707204879001-08010602	Pendiente	Aprobado
32	GRANDA VALLACENEO ALEX SAMUEL	RANCHO GRANDE	Esmeraldas	Quindim/ La Unión	171058810001-08010601	09 97952550	Aprobado

336	MANUELA ROSAS RUIZ	DUQUE DEL PEÑERO	Morona Santiago	Palora/Sangay	160203297001-14020601	09 92971495	Aprobado
337	JACQUELINE ALEXANDRA CABRASCO PÉREZ	EL CAMPT	Morona Santiago	Palora/Palora	1603339603001-14020601	09 99190313	Aprobado
339	LEONARDO FLORENTINO ROSAS CUEVA	EL PORVENIR	Morona Santiago	Palora/Sangay	1600118705001-14020601	09 86614483	Aprobado
340	FRANKLIN ESTALIN ROSAS ROSAS	EL CISNE	Morona Santiago	Palora/Arapicos	1600817074001-14020601	03 3030989	Aprobado
341	FRANCISCO JIRÓN MERINO	EL CONSUETO	Morona Santiago	Palora/Sangay	1301195319001-14020601	09 95503957	Aprobado
344	CARLOS ANDRÉS ARAUJO PAREJA	PUKUNA FARMAS 1	Morona Santiago	Palora/Arapicos	1713232179001-14040604	09 97164215	Aprobado
345	EDIN MANUEL OCHOA OCHOA	EL FUTURO	Morona Santiago	Palora/Palora	1714855438-14010601	09 69841043	Aprobado
347	WILFRIDO ROBERTO ROBALINO VILLARREAL	EL GAUILLÁN	Morona Santiago	Palora/Palora	1711894236001-14020601	09 86164179	Aprobado
349	MARTHA YOLANDA HERAS CALLE	EL GUAYABAL	Morona Santiago	Palora/Palora	1600514619001-14020601	09 99091181	Aprobado
350	LUIS RAMIRO MENA SÁNCHEZ	FINCA EL GUAYABAL	Morona Santiago	Palora/Arapicos	1600120735-14010601	09 90699992	Aprobado
351	HITLER WASHINGTON SANDOVAL ALCOSER	EL GUAYACÁN	Morona Santiago	Palora/Sangay	1600162760-14010601	09 60281391	Aprobado
352	MILTON LEONARDO VELAZQUEZ	EL GUAYACÁN	Morona Santiago	Palora/Palora	160005864001-14020601	09 96062354	Aprobado
353	CARMEN VICTORIA VÉLEZ CHAMBA	EL MAMABAMBA	Morona Santiago	Palora/Sangay	1600140344001-14020601	09 95024033	Aprobado
354	CÉSAR RAQUEL LEÓN JARA	EL MIRADOR	Morona Santiago	Palora/Palora	010238456001-14020602	03 2121542	Aprobado
355	PATRICIO GONZÁLEZ	EL MIRADOR	Morona Santiago	Palora/Palora	1600337199-14010601	09 87528838	Aprobado
356	CÉSAR AUGUSTO LÓPEZ GONZÁLEZ	EL MIRADOR	Morona Santiago	Sucua/Huambi	1400110225-14010601	09 90749518	Aprobado
358	MIGUEL RAMIRO PLESENCIA LLANOS	EL PARAISO	Morona Santiago	Palora/Sangay	0602074395-14010601	09 85264062	Aprobado
361	JUAN CHULLI VILLA	EL PLAYADO	Morona Santiago	Palora/Arapicos	0600726491-14030603	03 2305879	Aprobado
362	LUIS ALFONSO CALVA CHAMBA	EL PLAYADO	Morona Santiago	Palora/Arapicos	1600083735-14010601	03 3030991	Aprobado
363	JAIWE NARCISO REATEGUI LUZÓN	EL PORVENIR	Morona Santiago	Palora/Sangay	140065881001-14020602	09 90479475	Aprobado
364	DIANA NOEMI RIZZO PARRA	EL PROGRESO	Morona Santiago	Palora/Palora	1400417777001-14020601	09 84205632	Aprobado
365	CARMEN AMELIA CALLE CALLE	FINCA EL PROGRESO	Morona Santiago	Palora/26 de Agosto	1600180762-14010601	09 84706237	Aprobado
369	SEGUNDO BALTADAR PILCO LLANGARI	EL REFUGIO	Morona Santiago	Palora/Arapicos	1600054405-14020601	09 87846348	Aprobado
370	WILSON GIOVANNY SILVA VILLA	EL REFUGIO	Morona Santiago	Palora/Sangay	1600469154-14010601	09 79165118	Aprobado
375	CARLOS FINCO LÓPEZ ESPINOZA	EL TRICHAND	Morona Santiago	Palora/Sangay	1600411183-14010601	09 98711768	Aprobado
376	PATRICIO LLANOS VENTALLA NUÑEZ	EL YENTE	Morona Santiago	Palora/Palora	1600509944-14010601	09 83485296	Aprobado
377	MOLINA ARTURO REATEGUI JIMÉNEZ	EMANUEL 3	Morona Santiago	Palora/Sangay	1600214058-14030606	09 91803866	Aprobado
380	SILVIA PATRICIA GÓMEZ RODRÍGUEZ	ESCOBAR GÓMEZ	Morona Santiago	Palora/Palora	1400708648-14010601	09 95673865	Aprobado
383	JORJEE FABRICIO NIEBA TRELLES	FABRICIO	Morona Santiago	Palora/Palora	1600672677-14010601	09 69177068	Aprobado
384	MADALENA CRISTINA VÉLEZ ZAMORA	FINCA	Morona Santiago	Palora/Sangay	1103847584001-14020601	09 97458808	Aprobado
385	EDISON PATRICIO CARRERO ALARCON	MATHIAS	Morona Santiago	Palora/26 de Agosto	1400759070001-14020601	09 83295413	Aprobado
386	ANIBAL ANDRADE	FINCA	Morona Santiago	Palora/Arapicos	1600254734-14010601	09 87961473	Aprobado

535	WILMER ALCIDES RIERA TRELLES	RIERA	Morona Santiago	Palora/Sangay	1600478893-14010601	Pendiente	Aprobado
536	JESICA JIMENA RIERA TRELLES	RIERA	Morona Santiago	Palora/Sangay	1600558819-14010601	Pendiente	Aprobado
537	SEGUNDO CARLOS VELASCO QUINTEROS	FINCA ROCÍO	Morona Santiago	Palora/Sangay	1802173565001-14020601	09 89505093	Aprobado
538	ROSA SILVANA CARRERA CARRERA	FINCA ROSITA	Morona Santiago	Palora/26 de Agosto	1600499873-14010601	09 87885495	Aprobado
539	CARLOS RUPERTO ORTIZ RODRÍGUEZ	FINCA SAN ANDRÉS	Morona Santiago	Palora/Sangay	1600209944001-14010601	09 89866614	Aprobado
540	FRANCO MENDIA MENDIA	FINCA SAN CARLOS	Morona Santiago	Palora/Arapicos	160035190001-14010601	09 99190313	Aprobado
541	CARLOS SENELEN LÓPEZ VERA	FINCA SAN CARLOS	Morona Santiago	Palora/Sangay	1600849482-14010601	09 98711768	Aprobado
542	ALFONSO RODRIGO ORTIZ SUGUENCIA	FINCA SAN JACINTO	Morona Santiago	Palora/Palora	1400305280-14010601	09 96660174	Aprobado
543	EDWIN ENRIQUE JIMENES GARCÉN	FINCA SAN JAVIER	Morona Santiago	Palora/Arapicos	1600232231-14010601	09 95723150	Aprobado
544	JORGE HIDALGO TRELLES	FINCA SAN JORGE	Morona Santiago	Palora/Palora	1600461147001-14020601	09 83481153	Aprobado
546	LUIS ALFREDO NAUYA CHOTO	FINCA SAN LUIS	Morona Santiago	Palora/Palora	1713893943-14020602	09 8230 1589	Aprobado
547	ÁNGEL ROGERES LABRATEGUI CHAMBA	FINCA SAN MIGUEL	Morona Santiago	Palora/Sangay	1600112378001-14010601	09 90789050	Aprobado
548	DIANA MARLENE ROSAS CALVA	FINCA SAN ROQUE	Morona Santiago	Palora/Sangay	1600300238001-14010601	09 95023258	Aprobado
549	NELIDO SÁNCHEZ MERINO	FINCA SÁNCHEZ MERINO NÉLIDO	Morona Santiago	Palora/Palora	0602078859-14010601	09 6972857	Aprobado
550	MOSES ANTONIO SANCHIMA CHUMBI	FINCA SANCHIMA	Morona Santiago	Palora/Sangay	1600209991001-14020601	09 82495613	Aprobado
551	JORGE ALONSO CALVA ROSAS	FINCA SANDY	Morona Santiago	Palora/Sangay	160019739001-14030601	09 81513374	Aprobado
552	FREDY MOSES ROSAS CALVA	FINCA SANGAY	Morona Santiago	Palora/Sangay	1600588913001-14030601	Pendiente	Aprobado
553	JOHANA ELIZABETH CORDERO CHIRIAPA	FINCA SANTA MARÍA	Morona Santiago	Palora/Palora	160088625001-14020601	09 89566012	Aprobado
556	STALIN EDUARDO YUNGA RODRÍGUEZ	FINCA SY	Morona Santiago	Palora/Palora	1600460743001-14020601	09 83199764	Aprobado
557	LUIS EDUARDO VALLADARES PALACIOS	FINCA TAMARA	Morona Santiago	Palora/Palora	2000026845001-14020601	09 87929187	Aprobado
560	ÁNGEL REMIGIO UNAMP KAJEKAI	FINCA TIERRA VERDE	Morona Santiago	Palora/Sangay	1600295215-14020601	09 98893077	Aprobado

576	EDISON ABELARDO GÓMEZ RODRIGUEZ	GÓMEZ	Morona Santiago	Palora/Sangay	1600296402001-14020601	09 95291427	Aprobado
578	REINALDO GONZÁLEZ DURÁN	GONZALES DURÁN	Morona Santiago	Palora/Sangay	1101756169001-14010601	09 99190313	Aprobado
579	LUIS ARMANDO MASQUIZA CRIOLLO	GRAN CHAPARRAL	Morona Santiago	Palora/Palora	1802119436-14010601	09 83081066	Aprobado
580	VIVIANA TAMARIZ CASHINDIO RODRIGUES	GRAN DURÁN	Morona Santiago	Palora/16 de agosto	1600634172001-14010601	09 87328110	Aprobado
581	LUIS ALEJANDRO HERAS CALLE	GRANJA AGRÍCOLA ALEJANDORA	Morona Santiago	Palora/Palora	1707437099001-14010601	09 84083330	Aprobado
582	JULIO RICARDO GUEVARA MONTAÑUANO	GRANJA AGRÍCOLA GUEVARA	Morona Santiago	Palora/Palora	1600132037-14010601	09 95713498	Aprobado
583	JULIO RICARDO GUEVARA MONTAÑUANO	GRANJA AGRÍCOLA GUEVARA 2	Morona Santiago	Palora/Palora	1600132037-14030604	09 95713498	Aprobado
585	JUAN CARLOS RAMÍREZ FONSECA	FINCA GRANJA LA SOÑADA	Morona Santiago	Palora/16 de Agosto	1600230856-14010601	09 95513096	Aprobado
588	ROBINSON ABELARDO DELGADO GUTIÉRREZ	HACIENDA EL LOBITO	Morona Santiago	Palora/Sangay	1600462012001-14010601	09 95237603	Aprobado
589	ROBINSON DELGADO GUTIÉRREZ	HACIENDA EL LOBITO	Morona Santiago	Palora/Sangay	1600462012001-14010602	09 95237603	Aprobado
590	CETCA	HACIENDA SANGAY	Morona Santiago	Palora/Palora	1790017397001-14010603	09 80571115	Aprobado
591	CETCA	HACIENDA SANGAY	Morona Santiago	Palora/Palora	1790017397001-14010604	09 80571115	Aprobado
593	MIRELLI MARIORIE GAVILANEZ VILLALVA	HELEN SERGI	Morona Santiago	Palora/Sangay	1712885563001-14010601	09 87843250	Aprobado
594	ÁNGEL GABRIEL MERCHÁN ÁLVAREZ	HERMANOS MERCHÁN	Morona Santiago	Palora/Arapicos	1103946867001-14010601	09 82680254	Aprobado
595	ÁNGEL GABRIEL MERCHÁN ÁLVAREZ	HERMANOS MERCHÁN	Morona Santiago	Palora/Sangay	1103946867001-14020602	09 82680254	Aprobado
597	EDWIN RAÚL ROJAS CALVA	HERMANOS ROJAS CALVA	Morona Santiago	Palora/Arapicos	1600377145001-14030603	03 3030618	Aprobado
598	FERNANDO MOISÉS HIDALGO CASCO	HIDALGO	Morona Santiago	Palora/Palora	1600625915001-14010601	09 84374847	Aprobado
599	GILBERTH ROLANDO NOBOA ORTIZ	HIRENE	Morona Santiago	Palora/Arapicos	1600505026001-14060602	09 83404481	Aprobado
600	ANA MARÍA LÓPEZ CEPEDA	IKERSITO	Morona Santiago	Palora/Sangay	0602171173-14010601	09 83883034	Aprobado
601	NELSON XAVIER PAREDES GUANGA	IKERSITO	Morona Santiago	Palora/Sangay	1600698243001-14010601	09 96497460	Aprobado
602	NANCY CARMEN AMAGUAYA YUNDA	INGRID	Morona Santiago	Palora/Palora	1600327942001-14010601	09 84146687	Aprobado

ANEXO B: RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO DEL INIAP

	INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONIA CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y CAPACITACIÓN LABORATORIO DE SUELOS Vía Sacha - San Carlos, Km 3 de la Parícut, Orellana - Ecuador www.iniap.gov.ec - Correo electrónico: centralamazonia@iniap.gov.ec - Teléfono: 062706000	

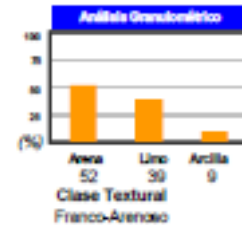
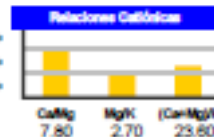
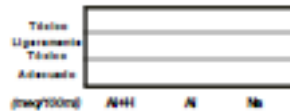
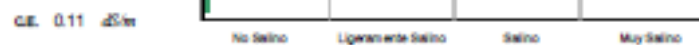
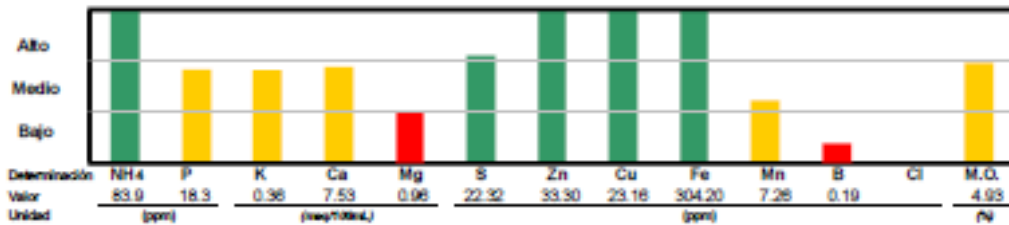
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO		
Nombre :	ANGHELA VIVIANA RODRIGUEZ TACURIS	Teléfono : 0994345503
Dirección :	MACAS BARRIO LA LOMA- HERMANOS DE BENAVENTE	Fax : NE
Ciudad :	PALORA METZERA	e-mail : angela451987@gmail.com

DATOS DE LA PROPIEDAD		
Nombre :		
Provincia :	MORONA SANTIAGO	Parroquia : PALORA METZERA
Cantón :	PALORA	Ubicación : CENTRO

DATOS DE LA MUESTRA					
No. Laboratorio :	10350	Informe No. :	Factura No. :	0	
Identificación :	229854 FINCA 1	Responsable Muestreo :	Cliente	Fecha Análisis :	19/07/2022
Cultivo Actual :	PITAHAYA	Fecha Muestreo :	05/07/2022	Fecha Emisión :	25/07/2022
Coordenadas :	Latitud: Longitud:	Fecha Ingreso :	05/07/2022	Fecha Impresión :	25/07/2022

INTERPRETACION



1 Base
8.85 meq/100g

Determinación	Metodología	Extractante
NH4	Catalinella	Cloruro
N	Vanadium	Metálico
P	Vanilina	CaCl2
Ca	Vanilina	Acido de Ca
Mg	Vanilina	Metálico
K	Vanilina	Metálico
M.O.	Volley Rich	No aplica

Determinación	Metodología	Extractante
pH	Potenciometría	Bateo Agua (1:2.5)
CE	Conductometría	Preso Salino
Orgánica	Colorimétrica	No aplica
N	Vanilina	K, Ca, 1% N
Ca/Mg	Vanilina	Metálico
Mg	Vanilina	Metálico
Ca/Mg/K	Vanilina	Metálico

Niveles de Referencia Críticos											
pH	5.5 - 6.5	CE	1.0 - 2.0	Ca	10 - 20	Mg	5 - 10	K	0.5 - 1.0	M.O.	5 - 15
P	10 - 20	Zn	1 - 2	Cl	17 - 34	Ca/Mg	2 - 8				
K	0.2 - 0.4	Cl	1 - 4	M.O.	5.00 - 8.00	Mg/K	2.5 - 10.0				
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	Ca/Mg	0.50 - 1.00	Ca/Mg/K	0.5 - 5.0				
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	A	0.50 - 1.00						

NI: NO ENTREGA

Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo. Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.



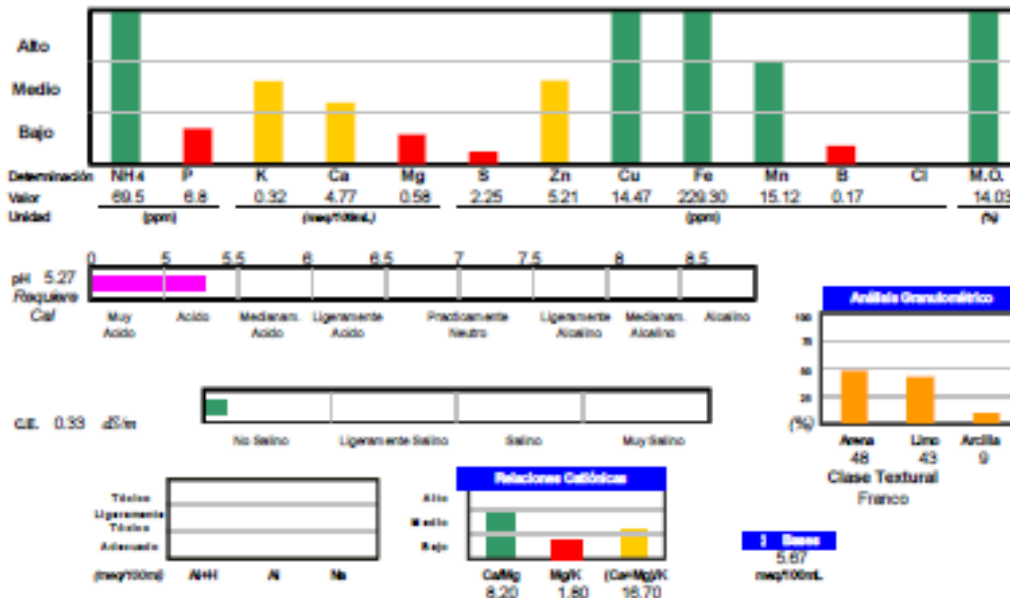
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre :	ANGHELA VIVIANA RODRIGUEZ TACURU	Teléfono :	0994345593
Dirección :	MACAS BARRIO LA LOMA- HERMANOS DE BENAVENTE	Fax :	NE
Ciudad :	PALORA METZERA	e-mail :	angh1451907@gmail.com

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre :	FINCA 2
Provincia :	MORONA SANTIAGO
Cantón :	PALORA
Parroquia :	PALORA METZERA
Ubicación :	CENTRO DE ACOPIO

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio :	19351	Informe No. :	
Identificación :	229855 FINCA 2	Responsable Muestreo :	Cliente
Cultivo Actual :	PITAHAYA	Fecha Muestreo :	03/07/2022
Coordenadas :	Latitud: Longitud:	Fecha Ingreso :	05/07/2022
Factura No. :	0	Fecha Análisis :	19/07/2022
		Fecha Emisión :	25/07/2022
		Fecha Impresión :	25/07/2022

INTERPRETACION



Designación	Metodología	Extractante
NH ₄ -P	Cadmio	Cloro
K, Ca, Mg	ácido	Mediador
Zn, Cu, Fe, Mn	ácido	Mediador
P	Fosfomolibdato	Fosfato de Ca
S	ácido	Mediador
Zn	ácido	Mediador
M.O.	Walker-Rain	No extracta

Designación	Metodología	Extractante
pH	Potenciometría	Suero Agua (1:2.5)
CEC	Conductometría	Pasta Salada
Textura	Sedimentación	H ₂ O/Na ₂ SO ₄
N	Volatilización	K ₂ O, TN
Alum	ácido	Pasta Salada
Na	ácido	Pasta Salada
S Base	ácido	Cloro Mediador pH 3.0

Niveles de Referencia Óptimos									
NH ₄	30 - 40	P	10 - 20	K	10 - 20	Ca	0.5 - 1.0	Mg	0.5 - 1.0
P	10 - 20	Zn	2 - 7	Cl	17 - 34	Ca/Mg	2 - 8		
K	0.2 - 0.4	Cu	1 - 4	M.O.	3.00 - 6.00	Mg/K	2.0 - 10.0		
Ca	4 - 8	Fe	20 - 40	NH ₄	0.50 - 1.00	(Ca/Mg)/K	10.0 - 50.0		
Mg	1 - 2	Mn	5 - 15	S	0.20 - 1.00				

NB: NO ENTREGA
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

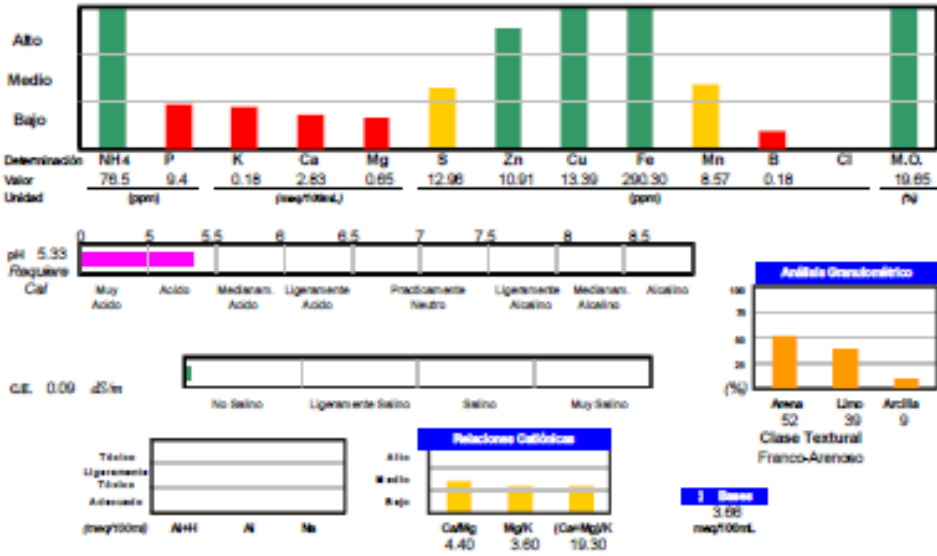
REPORTE DE ANALISIS DE SUELOS

DATOS DEL PROPIETARIO			
Nombre :	ANGHELA VIVIANA RODRIGUEZ TACURIS	Teléfono :	0994345593
Dirección :	MACAS BARRIO LA LOMA- HERMANOS DE BENAVENTE	Fax :	NE
Ciudad :	PALORA METZERA	e-mail :	ang1a451997@gmail.com

DATOS DE LA PROPIEDAD	
Nombre :	FINCA 3
Provincia :	MORONA SANTIAGO
Parroquia :	PALORA METZERA
Cantón :	PALORA
Ubicación :	18 DE AGOSTO

DATOS DE LA MUESTRA			
No. Laboratorio :	19352	Informe No. :	Factura No. :
Identificación :	225856 FINCA 3	Responsable Muestreo :	Cliente :
Cultivo Actual :	PITAHAYA	Fecha Muestreo :	03/07/2022
Coordenadas :	Latitud: Longitud:	Fecha Ingreso :	05/07/2022
		Fecha Impresión :	25/07/2022

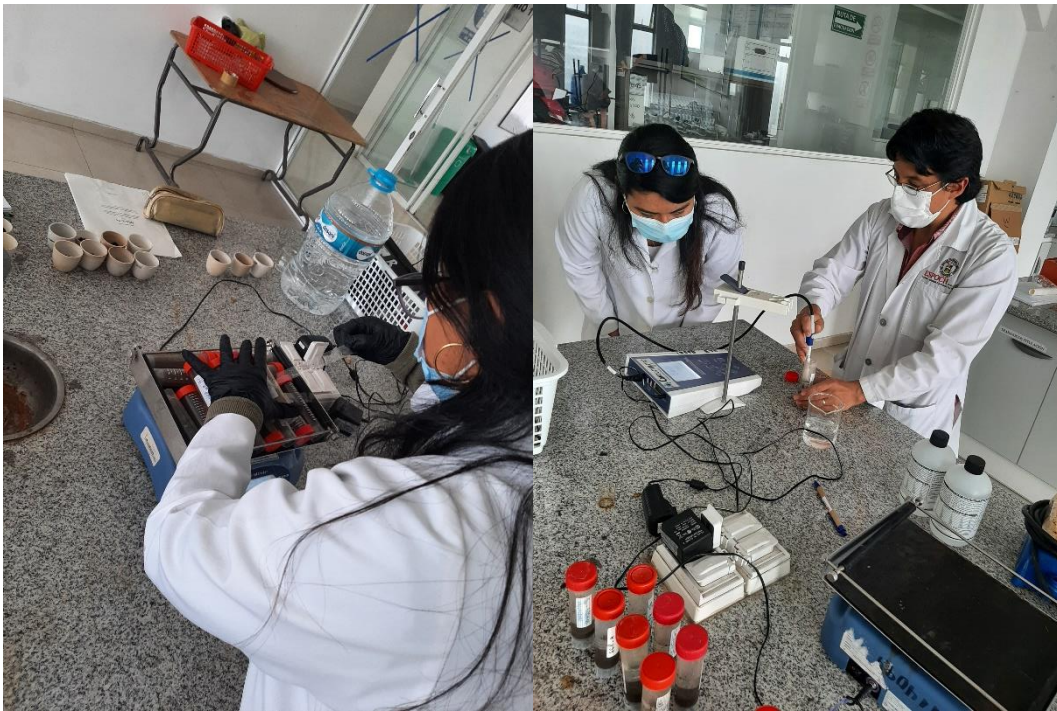
INTERPRETACION

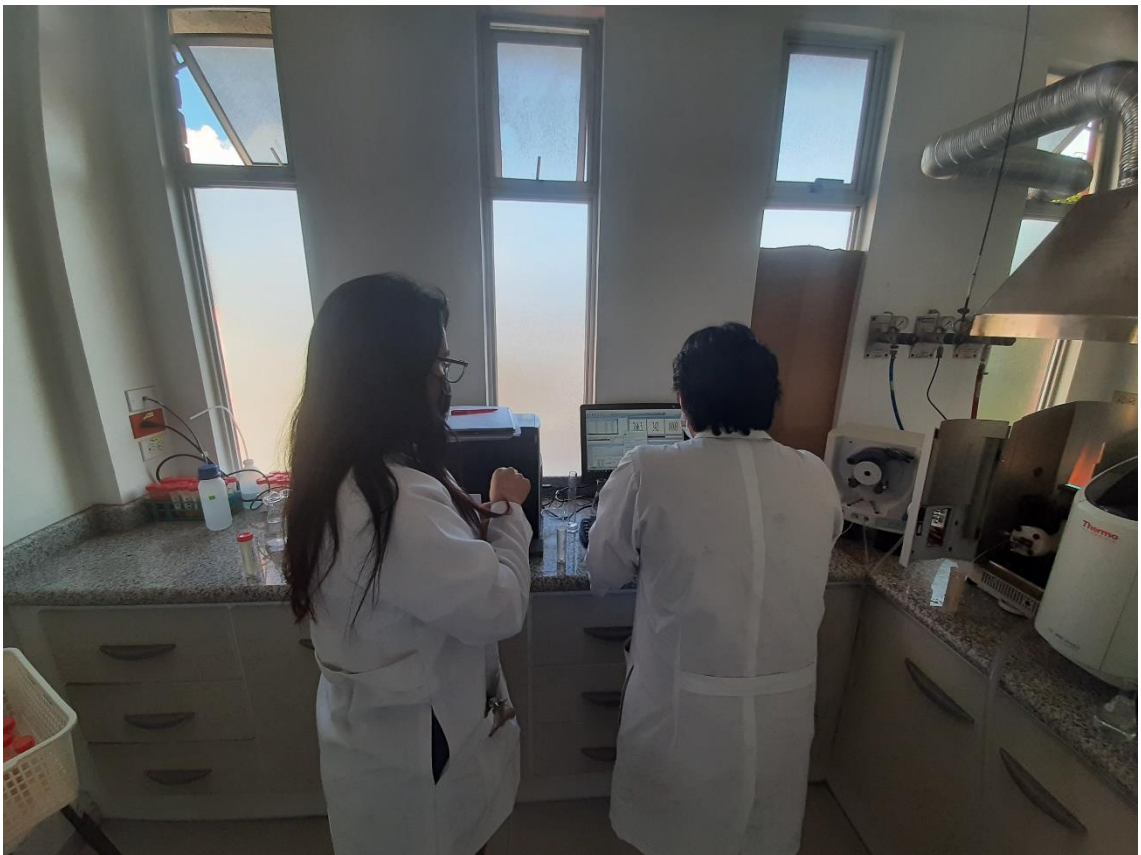


Determinación	Metodología	Extracción
NH4, P	Catalítica	Clor
K, Ca, Mg	Alomén	Mediada
Zn, Cu, Fe, Mn	Alomén	MSD
S	Catalítica	Fluoruro de Ca
B	Catalítica	Magnésio
Cl	Volumétrica	Peso Resaca
M.O.	Water Ratio	No aplica

NE: NO ENTREGA
 Los resultados emitidos en este informe, corresponden únicamente a la(s) muestra(s) sometida(s) al ensayo.
 Se prohíbe la reproducción parcial, si se va a fotocopiar que sea de todo el documento original.

ANEXO C: ANÁLISIS DE PARAMETROS FÍSICOS - QUÍMICOS EN LABORATORIOS DE ESPOCH





CERTIFICACIÓN DE REVISIÓN DE LA ESCRITURA



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

Macas, 17 de marzo del 2022.

Ing. Miguel Osorio.

PRESIDENTE DE LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL DE LA SEDE MORONA SANTIAGO.

Presente. –

De nuestra consideración.

Reciba un cordial saludo de quienes suscribimos este documento, por medio del presente nos permitimos informar que la señorita **ANGHELA VIVIANA RODRIGUEZ TACURI**, con código de estudiante **245**, y C.I. **110481486-6**, estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental de la sede Morona Santiago ha realizado correctamente el anteproyecto del trabajo de integración curricular denominado “EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL SUELO EN TRES FINCAS PRODUCTORAS DE PITAHAYA EN EL CANTÓN PALORA, PROVINCIA DE MORONA SANTIAGO”. Por lo que se solicita la defensa del mismo.

Por la atención brindada anticipamos nuestros agradecimientos.



Firmado digitalmente por:
**MIGUEL ANGEL
OSORIO RIVERA**

Ing. Miguel Osorio
Revisor 1



Firmado digitalmente por:
**SANDRA ELIZABETH
LOPEZ SAMPEDRO**

Ing. Sandra López
Revisor 2





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: 31/01/2022

INFORMACIÓN DEL AUTOR/A (S)
Nombres – Apellidos: ANGHELA VIVIANA RODRIGUEZ TACURI
INFORMACIÓN INSTITUCIONAL
Facultad: CIENCIAS
Carrera: INGENIERÍA AMBIENTAL
Título a optar: INGENIERA AMBIENTAL
f. Analista de Biblioteca responsable: Ing. Rafael Inty Salto Hidalgo.  
0137-DBRA-UPT-2023