



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**SEDE MORONA SANTIAGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERÍA AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN MULTIPARAMÉTRICO DE CALIDAD DEL  
SUELO Y SANIDAD DE CULTIVO DE DOS ESPECIES,  
(*HYLOCEREUS MEGALANTHUS* Y *UNDATUS*) EN PRODUCCIÓN  
SUSTENTABLE, HUAMBI, 2023.**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:**

**LUIS RIGOBERTO YANCHATIPÁN SÁNCHEZ**

Macas – Ecuador

2024



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**SEDE MORONA SANTIAGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL**

**EVALUACIÓN MULTIPARAMÉTRICO DE CALIDAD DEL  
SUELO Y SANIDAD DE CULTIVO DE DOS ESPECIES,  
(*HYLOCEREUS MEGALANTHUS* Y *UNDATUS*) EN PRODUCCIÓN  
SUSTENTABLE, HUAMBI, 2023.**

**Trabajo de Integración Curricular**

**Tipo:** Proyecto de Investigación

Presentado para optar al grado académico de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

**AUTOR:** LUIS RIGOBERTO YANCHATIPAN SANCHEZ

**DIRECTOR:** ING. JUAN PABLO HARO ALTAMIRANO

Macas – Ecuador

2024

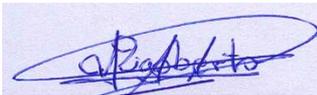
© 2024, Luis Rigoberto Yanchatipán Sánchez

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

Yo, Luis Rigoberto Yanchatipán Sánchez, declaro que el presente Trabajo de Integración Curricular es de mi autoría y los resultados del mismo son auténticos. Los textos en el documento que provienen de otras fuentes están debidamente citados y referenciados.

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

Macas, 22 de mayo de 2024

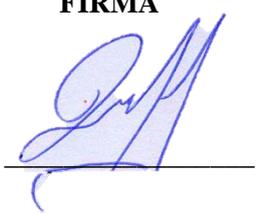
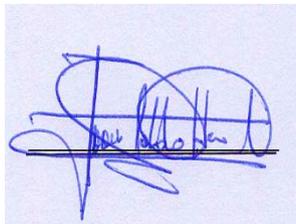


**Luis Rigoberto Yanchatipán Sánchez**

**180516761-4**

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**SEDE MORONA SANTIAGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS**  
**CARRERA INGENIERIA AMBIENTAL**

El Tribunal del Trabajo de Integración Curricular certifica que: El Trabajo de Integración Curricular; Tipo: Proyecto de Investigación, **EVALUACIÓN MULTIPARAMÉTRICO DE CALIDAD DEL SUELO Y SANIDAD DE CULTIVO DE DOS ESPECIES, (HYLOCEREUS MEGALANTHUS Y UNDATUS) EN PRODUCCIÓN SUSTENTABLE, HUAMBI, 2023.** Realizado por el señor: **LUIS RIGOBERTO YANCHATIPAN SANCHEZ,** ha sido minuciosamente revisado por los Miembros del Tribunal del Trabajo de Integración Curricular, el mismo que cumple con los requisitos científicos, técnicos, legales, en tal virtud el Tribunal Autoriza su presentación.

	<b>FIRMA</b>	<b>FECHA</b>
Ing. Luis Alberto Quevedo Báez, PhD. <b>PRESIDENTE DEL TRIBUNAL</b>		2024-05-22
Ing. Juan Pablo Haro Altamirano, PhD. <b>DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024-05-22
Ing. William Estuardo Carrillo Barahona, Mgs. <b>ASESOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR</b>		2024-05-22

## **DEDICATORIA**

Con todo mi amor y agradecimiento, dedico esta tesis a quienes han sido mis pilares inquebrantables: a Dios, por guiar mis pasos y brindarme fortaleza; a mi querida madre, cuyo amor incondicional ha sido mi refugio; a mi valiente padre, ejemplo de perseverancia y sacrificio; y a mi amada hermana, compañera de risas y apoyo constante; a mi amada Stefy cuya paciencia, amor y apoyo incondicional me han guiado y motivado en cada paso de este viaje, este logro es tanto tuyo como mío. Su amor y apoyo han sido la luz que ilumina este camino académico, y esta tesis es un modesto tributo a la familia que ha sido mi inspiración. ¡Gracias por estar siempre a mi lado!

Rigoberto

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradezco a mi director Ing. Juan Pablo Haro Altamirano, por su orientación experta, paciencia y apoyo constante a lo largo de este proceso académico. Sus conocimientos y dedicación han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo. A mis profesores y profesoras, cuya enseñanza ha ampliado mi perspectiva y enriquecido mis conocimientos. Sus comentarios constructivos han sido invaluablemente formativos. Agradezco profundamente a mis compañeros y compañeras de estudio por su colaboración, intercambio de ideas y apoyo mutuo. Juntos hemos superado desafíos y celebrados logros, haciendo de este viaje académico una experiencia memorable. A mi familia, a quienes debo mi más profundo agradecimiento. A mis padres por su amor incondicional, sacrificios y constante estímulo. A mi hermana, cuya compañía ha sido un bálsamo en momentos de tensiones académicas. Cada contribución, ya sea grande o pequeña, ha dejado una huella en este trabajo. A todos ustedes, gracias por ser parte fundamental de este logro académico.

Rigoberto

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xiii
RESUMEN.....	xiv
SUMMARY / ABSTRACT.....	xv
INTRODUCCIÓN.....	1

### CAPÍTULO I

1	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	3
1.1	Planteamiento del problema.....	3
1.2	Objetivos.....	4
1.2.1	<i>Objetivo General</i> .....	4
1.2.2	<i>Objetivos Específicos</i> .....	4
1.3	Justificación.....	4
1.4	Planteamiento de la hipótesis.....	5
1.4.1	<i>Hipótesis Alternativa</i> .....	5
1.4.1	<i>Hipótesis Nula</i> .....	5

### CAPÍTULO II

2	MARCO TEÓRICO.....	6
2.1	Bases Conceptual.....	6
2.1.1	<i>El suelo</i> .....	6
2.1.2	<i>Calidad de suelo</i> .....	6
2.1.3	<i>Contaminación del suelo</i> .....	6
2.1.4	<i>Agricultura</i> .....	7
2.1.5	<i>Sanidad de cultivo</i> .....	7
2.1.6	<i>Producción sustentable</i> .....	7
2.1.7	<i>Muestreo de suelo</i> .....	8
2.1.8	<i>Análisis de suelo</i> .....	8
2.1.9	<i>Indicadores de calidad del suelo</i> .....	8

2.1.10	<i>Indicadores de sanidad de cultivo</i> .....	8
2.1.11	<i>Rizosfera</i> .....	8
2.1.12	<i>Manejo integrado de plagas</i> .....	9
2.1.13	<i>Pitahaya amarilla y roja (Hylocereus Megalanthus y Selenicereus Undatus)</i> .....	9
2.2	<b>Bases teóricas</b> .....	9
2.2.1	<i>Agricultura</i> .....	9
2.2.1.1	<i>Agricultura orgánica</i> .....	9
2.2.1.2	<i>Agricultura convencional</i> .....	9
2.2.2	<i>Indicadores multiparamétricos</i> .....	10
2.2.3	<i>Muestreo de suelo</i> .....	10
2.2.3.1	<i>Muestreo de Identificación (MI)</i> .....	10
2.2.3.2	<i>Muestreo de Detalle (MD)</i> .....	10
2.2.3.3	<i>Muestreo de Nivel de Fondo (MF)</i> .....	10
2.2.3.4	<i>Muestreo de Comprobación de la Remediación (MC)</i> .....	11
2.2.4	<i>Análisis de suelo</i> .....	11
2.2.4.1	<i>Análisis Físico – Químico</i> .....	11

### CAPÍTULO III

3	<b>MARCO METODOLÓGICO</b> .....	14
3.1	<b>Enfoque</b> .....	14
3.2	<b>Alcance</b> .....	14
3.3	<b>Nivel de Investigación</b> .....	15
3.4	<b>Métodos, técnicas e instrumentos de investigación empleadas</b> .....	15
3.4.1	<i>Metodología de Altieri y Nicholls</i> .....	15
3.4.2	<i>Determinación del área de estudio</i> .....	15
3.4.3	<i>Determinación de puntos de muestreo</i> .....	16
3.4.4	<i>Recolección de muestras</i> .....	16
3.4.5	<i>Evaluación de los parámetros de calidad de suelo</i> .....	16
3.4.5.1	<i>Evaluación fisicoquímica del suelo</i> .....	16
3.4.5.2	<i>pH del suelo</i> .....	16
3.4.5.3	<i>Color del suelo</i> .....	17
3.4.5.4	<i>Densidad aparente</i> .....	18
3.4.5.5	<i>Textura del suelo</i> .....	19
3.4.5.6	<i>Materia Orgánica</i> .....	21

3.4.5.7	<i>Compactación del suelo</i> .....	22
3.4.5.8	<i>Infiltración</i> .....	23
3.4.5.9	<i>Estado de los residuos</i> .....	24
3.4.5.10	<i>Cobertura del suelo</i> .....	24
3.4.5.11	<i>Profundidad de Capa Arable</i> .....	25
3.4.5.12	<i>Profundidad de las raíces</i> .....	26
3.4.5.13	<i>Determinación de retención de humedad</i> .....	26
3.4.5.14	<i>Erosión</i> .....	27
3.4.5.15	<i>Contenido de Amonio (NH<sub>4</sub>)</i> .....	28
3.4.5.16	<i>Fosforo (P)</i> .....	29
3.4.5.17	<i>Contenido de Boro (B)</i> .....	30
3.4.5.18	<i>Contenido de Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeso (Mn)</i> .....	31
3.4.5.19	<i>Contenido de Azufre (S)</i> .....	32
3.4.5.20	<i>Evaluación para la determinación de la actividad Biológica</i> .....	33
<b>3.5</b>	<b>Evaluación de parámetros de Sanidad de cultivo</b> .....	<b>34</b>

## CAPÍTULO IV

<b>4</b>	<b>MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS</b> .....	<b>36</b>
<b>4.1</b>	<b>Identificación de la zona de estudio</b> .....	<b>36</b>
<b>4.2</b>	<b>Determinación de las áreas de estudio</b> .....	<b>37</b>
<b>4.2.1</b>	<b><i>Puntos de muestreo de la pitahaya amarilla y roja</i></b> .....	<b>37</b>
<b>4.3</b>	<b>Procesamiento, análisis e interpretación de resultados</b> .....	<b>37</b>
<b>4.3.1</b>	<b><i>Evaluación de Calidad del suelo</i></b> .....	<b>37</b>
<b>4.3.2</b>	<b><i>Interpretación de resultados para calidad de suelo de las dos especies de Pitahaya</i></b> .....	<b>39</b>
<b>4.3.3</b>	<b><i>Evaluación de Sanidad de cultivo</i></b> .....	<b>46</b>
<b>4.3.4</b>	<b><i>Interpretación de resultados para sanidad de cultivo de las dos especies de Pitahaya</i></b> .....	<b>47</b>
<b>4.3.5</b>	<b><i>Evaluación de la Sustentabilidad para las dos especies de cultivo de Pitahaya</i></b> ....	<b>51</b>
<b>4.3.6</b>	<b><i>Análisis de la hipótesis</i></b> .....	<b>51</b>

## CAPÍTULO V

<b>5</b>	<b>MARCO PROPOSITIVO</b> .....	<b>52</b>
----------	--------------------------------	-----------

<b>5.1</b>	<b>Propuesta</b> .....	<b>52</b>
------------	------------------------	-----------

## **CAPÍTULO VI**

<b>6</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>56</b>
<b>6.1</b>	<b>Conclusiones</b> .....	<b>56</b>
<b>6.2</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	<b>57</b>

## **BIBLIOGRAFÍA**

## **ANEXOS**

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 3-1:</b> Clasificación de los suelos de acuerdo con el pH-----	17
<b>Tabla 3-2:</b> Indicador para color del suelo-----	18
<b>Tabla 3-3:</b> Indicador para la densidad aparente-----	19
<b>Tabla 3-4:</b> Indicador para la textura del suelo.-----	21
<b>Tabla 3-5:</b> Indicador para la materia Orgánica-----	21
<b>Tabla 3-6:</b> Indicador para la compactación del suelo -----	22
<b>Tabla 3-7:</b> Indicador para Infiltración -----	23
<b>Tabla 3-8:</b> Indicador para estado de residuos -----	24
<b>Tabla 3-9:</b> Indicador para cobertura del suelo -----	25
<b>Tabla 3-10:</b> Indicador para la profundidad de Capa Arable. -----	25
<b>Tabla 3-11:</b> Indicador para la profundidad de raíces -----	26
<b>Tabla 3-12:</b> Indicador para la Retención de Humedad -----	27
<b>Tabla 3-13:</b> Indicador para Erosión del suelo -----	28
<b>Tabla 3-14:</b> Indicador para Amonio (NH <sub>4</sub> )-----	29
<b>Tabla 3-15:</b> Indicador para el Fosforo (P)-----	30
<b>Tabla 3-16:</b> Indicador para el Boro (B)-----	30
<b>Tabla 3-17:</b> Indicador de los diferentes elementos químicos en el suelo-----	31
<b>Tabla 3-18:</b> Indicador para Azufre -----	33
<b>Tabla 3-19:</b> Indicadores -----	34
<b>Tabla 3-20:</b> Rango de acuerdo con la sanidad de cultivo -----	34
<b>Tabla 4-1:</b> Resultados de la Pitahaya Amarilla y Roja -----	38
<b>Tabla 4-2:</b> Resultados de Pitahaya Amarilla y Roja -----	46
<b>Tabla 4-3:</b> Resultados de la sustentabilidad de los dos cultivos de pitahaya-----	51
<b>Tabla 4-4:</b> Propuestas y alternativas de algunos autores para el suelo y sistemas productivos	52

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 3-1:</b> Tabla de color Munsell .....	18
<b>Ilustración 3-2:</b> Triangulo de textura.....	20
<b>Ilustración 3-3:</b> Compactación del suelo .....	22
<b>Ilustración 3-4:</b> Estado de residuos .....	24
<b>Ilustración 3-5:</b> Cobertura del suelo .....	25
<b>Ilustración 3-6:</b> Erosión del suelo.....	27
<b>Ilustración 4-1:</b> Ubicación de la finca "DON BOLO" .....	36
<b>Ilustración 4-2:</b> Mapa de puntos de muestreo del cultivo de pitahaya amarilla .....	37
<b>Ilustración 4-3:</b> Calidad del suelo.....	39
<b>Ilustración 4-4:</b> Sanidad del suelo .....	47

## **ÍNDICE DE ANEXOS**

**ANEXO A:** RECOLECCIÓN DE MUESTRA

**ANEXO B:** PROCESO PARA ANALIZAR LA INFILTRACIÓN

**ANEXO C:** EVALUACIÓN DE SANIDAD VEGETAL

**ANEXO D:** PESAJE DEL SUELO PARA EL ANÁLISIS

**ANEXO E:** DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE

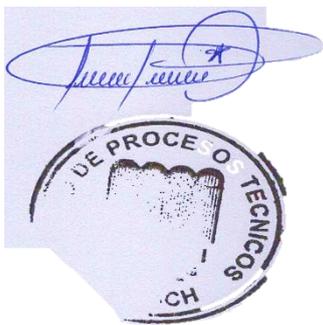
**ANEXO F:** EVALUACIÓN PARA DETERMINAR EL COLOR DEL SUELO

## RESUMEN

A nivel global, la agricultura ha evolucionado de ser una causa secundaria de degradación ambiental a convertirse en el factor principal de pérdida y fragmentación de hábitats y biodiversidad, comprometiendo su capacidad para ofrecer servicios ecosistémicos. El uso generalizado de plaguicidas y fertilizantes sintéticos agrava la problemática, generando impactos negativos en la salud ambiental y humana. En la provincia de Morona Santiago, Ecuador, la falta de información local sobre la calidad del suelo y la sanidad del cultivo ha impulsado la necesidad de investigaciones para mejorar los sistemas de producción sustentable de pitahayas en la región. Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue “Evaluar la calidad del suelo y sanidad de cultivo de dos especies, (*Hylocereus Megalanthus* y *Undatus*), mediante un análisis multiparamétrico, en una producción sustentable, Huambi, 2023”. La metodología empleada, tuvo un enfoque cualitativo y cuantitativo, se basó en indicadores regionales adaptados, abordando tanto la pitahaya amarilla (*Hylocereus Megalanthus*) y la pitahaya roja (*Undatus*). Mediante esta metodología, se logró determinar los datos correspondientes a cada parámetro, y se procedió a medir el valor del indicador, revelando tanto en el cultivo de la pitahaya amarilla como en la pitahaya roja una sustentabilidad moderada en relación con la calidad del suelo y una sustentabilidad buena para la sanidad vegetal. A partir de estos resultados, se diseñó propuestas para los distintos parámetros según una escala de evaluación que variaba entre valores de 1 (bajos) y 5 (moderados) donde estas propuestas buscan mantener el equilibrio entre la producción de pitahaya y la preservación del medio ambiente, abordando aspectos como el manejo sustentable del suelo, la minimización de impactos ambientales y la promoción de la biodiversidad.

**Palabras clave:** <PRODUCCIÓN SUSTENTABLE>, <CALIDAD SUELO>, <SANIDAD CULTIVO >, <PITAHAYA AMARILLA (*Hylocereus Megalanthus*)>, <PARÁMETROS DE SUELO>.

0919-DBRA-UPT-2024



## SUMMARY / ABSTRACT

Globally, agriculture has evolved from being a secondary cause of environmental degradation to become the main factor in the loss and fragmentation of habitats and biodiversity, compromising its capacity to provide ecosystem services. The widespread use of pesticides and synthetic fertilizers aggravates the problem, generating negative impacts on environmental and human health. In Morona Santiago province, Ecuador, the lack of local information on soil quality and crop health has prompted the need for research to improve sustainable pitahaya production systems in the region. Therefore, the aim of this research was “To evaluate soil quality and crop health of two species (Hylocereus Megalanthus and Undatus), through a multiparametric analysis, in a sustainable production, Huambi, 2023”. The methodology used had a qualitative and quantitative approach, based on adapted regional indicators, addressing both yellow pitahaya (Hylocereus Megalanthus) and red pitahaya (Undatus). Using this methodology, the data corresponding to each parameter was determined, and the indicator value was measured, revealing moderate sustainability in relation to soil quality and good sustainability for plant health in both the yellow pitahaya and red pitahaya crops. Based on these results, proposals were designed for the different parameters according to an evaluation scale that varied between values of 1 (low) and 5 (moderate) where these proposals seek to maintain the balance between pitahaya production and environmental preservation, addressing aspects such as sustainable soil management, minimization of environmental impacts and promotion of biodiversity.

**Key words:** < SUSTAINABLE PRODUCTION >, < Soil QUALITY >, < CULTURAL HEALTH >, < YELLOW PITAHAYA (Hylocereus Megalanthus)>, < Soil PARAMETERS >.



Silvia Elizabeth Cardenas Sanchez

C.I 0603927351

## INTRODUCCIÓN

Jiménez (2018) menciona que los suelos del mundo se están degradando y agotando rápidamente de nutrientes debido a la compactación del suelo, la pérdida de carbono orgánico, perjudicando diversos parámetros tal como la biomasa y diversidad microbiana (Bonilla et al. 2012). Como menciona Gomiero (2019) las pérdidas de cultivos son causadas por prácticas agrícolas no sustentables que degradan el suelo y la sanidad de cultivo, esta tendencia se puede revertir mediante iniciativas que promuevan programas, prácticas de gestión sustentable donde utilicen métodos de gestión adecuados para la calidad, productividad del suelo y la sanidad de cultivo (Abawi y Widmer 2000). En Ecuador, el lineamiento regula Agrocalidad, incluye la evaluación de parámetros físicos, químicos, biológicos, sanidad de cultivo presentes en el sistema, además se analiza el índice de fertilidad y factores de evaluación del suelo, tal como: textura del suelo, materia orgánica, pH, nutrientes del suelo, actividad biológica, etc (Jiménez Cumbicus 2018).

Considerando que la sustentabilidad del sector agrícola es esencial para el crecimiento económico y el desarrollo de los países a nivel mundial (Cristache et al. 2018), sean los sistemas de cultivo orgánico y convencional; donde la agricultura convencional, ha creado serios problemas ambientales porque involucra prácticas que simplifican mucho los ecosistemas, los degradan a través de un monocultivo permanente y alterados por el uso excesivo de fertilizantes químicos y pesticidas (Ponce Clavijo 2012), por el cual la calidad del suelo está deteriorando y son cada vez más escasas (Gomiero et al. 2008), estos productos químicos agrícolas son perjudiciales no sólo para los humanos, sino también para los animales (vertebrados e invertebrados) que viven cerca de los cultivos (Trujillo 2015), las cantidades excesivas de estos fertilizantes y pesticidas penetran en las aguas subterráneas, así como en estanques, lagos y ríos, causando eutrofización, agotamiento del oxígeno y la desaparición gradual de la vida en estas fuentes de agua (Średnicka-Tober et al. 2016).

Por otro lado, la agricultura orgánica incluye beneficios tal como: la mejora de la calidad del suelo y del agua, la producción de productos de alta calidad, el control natural de plagas, enfermedades y la reducción de la contaminación ambiental. Por otro lado, la agricultura orgánica requiere mucha mano de obra y a menudo sufre una caída en el rendimiento durante el período de transición generalmente de 2 a 3 años (Patil et al. 2014). El cambio de uso del suelo es particularmente activo en la Amazonía ecuatoriana (Mainville et al. 2006). La Amazonía ecuatoriana ocupa el 45% del territorio del país y abarca 115.613 km<sup>2</sup>, donde el 52% es bosque y el 17,5% se utiliza para actividades agrícolas con conversión de bosque a pasto y producción. La agricultura, por un lado, conduce a la pérdida de fertilidad, calidad y biodiversidad del suelo y, por otro, implica la adición de nutrientes y cambios para satisfacer las necesidades de los cultivos (Huera-Lucero et al. 2020).

En comparación con las prácticas agrícolas convencionales, las prácticas agrícolas orgánicas tienen una ventaja en la mejora de la calidad del suelo, lo que indica la necesidad de la evaluación multiparamétrica de calidad del suelo y sanidad de cultivo de dos especies de pitahaya, donde además es un tema de gran relevancia en la agricultura actual, especialmente para los agricultores y productores de la Parroquia Huambi de la Provincia de Morona Santiago, la pitahaya se encuentra entre las variedades de frutas exóticas con buenas perspectivas de mercado (Jeronimo et al. 2017), la producción de este cultivo puede proporcionar altos rendimientos a los productores, especialmente en los mercados de exportación, donde actualmente son exportadas a Europa por países como: Colombia, Ecuador e Israel (Balendres y Bengoa 2019).

La investigación, tiene como objetivo evaluar la calidad del suelo y sanidad de cultivo de dos especies, (*Hylocereus Megalanthus* y *Undatus*), mediante un análisis multiparamétrico para una producción sustentable; lo cual exploraremos los resultados obtenidos de este cultivo, donde se han llevado a cabo estudios exhaustivos para averiguar que parámetros son vulnerables y sugerir propuestas de mejora y así aumentar la sustentabilidad de los agricultores Amazónicos especialmente para los agricultores y productores de la Parroquia Huambi de la Provincia de Morona Santiago.

## CAPÍTULO I

### 1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1 Planteamiento del problema

A nivel mundial, la agricultura ha pasado de ser una causa menor de degradación ambiental a ser el principal factor de la pérdida y fragmentación del hábitat y de la biodiversidad, reduciendo su capacidad para continuar brindando servicios ecosistémicos (Cabido 2013). Durante los últimos 50 años, un 30% del agua superficial total disponible en la tierra se utiliza para el riego de cultivos, y la fijación de nitrógeno mediante la producción de fertilizantes químicos, actualmente iguala o incluso supera esta fijación (Etcheverry 2014).

Ecuador tiene alrededor de 1446 hectáreas de pitahaya que producen 8673 toneladas de fruto, con un rendimiento promedio de alrededor de 7,6 t/ha (Sánchez 2023), donde las pérdidas de cultivos se estiman desde el 20 hasta 50 % en los países en desarrollo y entre el 5 hasta 25% en los países desarrollados (Bonifaz y Rubio 2023), en la Provincia de Morona Santiago, la pitahaya ha pasado rápidamente de un estado natural a un cultivo comercial, pero que ha tenido inconvenientes de manejo agronómico (Cedeño 2023), Toro et al. (2023) menciona que, el mal uso de fertilizantes químicos puede causar problemas como salinización y endurecimiento del suelo, perjudicando así la nutrición de las plantas, (Carrera 2023) trayendo impactos negativos en el medio ambiente y la salud humana, además la presencia de malezas en los cultivos conduce a la propagación de otras plagas y enfermedades, que son los principales enemigos del rendimiento agrícola y la calidad de los cultivos (Maicelo 2023).

En la Finca Don Bolo, ubicada en la Parroquia Huambi, cantón Sucúa, Provincia de Morona Santiago, la contaminación del suelo por la intensificación de la producción no ha sido investigada de ninguna manera, se ha hecho el control por parte de AGROCALIDAD, pero se desconoce su estudio. Por lo tanto, se plantea esta investigación con el propósito de evaluar la calidad del suelo y sanidad de cultivo a través del análisis multiparamétrico para una producción sustentable en dos tipos de especies de pitahaya (*Hylocereus Megalanthus* y *Undatus*).

## **1.2 Objetivos**

### ***1.2.1 Objetivo General***

Evaluar la calidad del suelo y sanidad de cultivo de dos especies, (*Hylocereus Megalanthus* y *Undatus*) mediante un análisis multiparamétrico, en producción sustentable, Huambi, 2023.

### ***1.2.2 Objetivos Específicos***

- Diagnosticar la calidad del suelo y sanidad de cultivo, mediante indicadores físicos-químicos y biológicos, de dos especies de pitahaya (*Hylocereus Megalanthus* y *Undatus*), en producción sustentable, Huambi, 2023.
- Analizar la calidad del suelo y sanidad de cultivo para comparar mediante indicadores el desarrollo de las dos especies de Pitahaya (*Hylocereus Megalanthus* y *Undatus*), permitiendo conocer cuál de las dos especies es más sustentable.
- Diseñar una propuesta sustentable de manejo del diseño del suelo-planta de las dos especies de Pitahaya (*Hylocereus Megalanthus* y *Undatus*) mediante datos de calidad de suelo y sanidad de cultivo establecidos en un diagrama de amebas.

## **1.3 Justificación**

Según Afanador-Barajas et al. (2020) definen la calidad del suelo como: "la capacidad del suelo para funcionar en los ecosistemas, reducir los contaminantes y patógenos ambientales, mantener la productividad vegetal y animal y mantener la salud humana". Este concepto se ha utilizado como base para diagnosticar el estado general del suelo, ayudar a tomar decisiones sobre usos alternativos y manejo agrícola, minimizando así los procesos de degradación del suelo y promoviendo la mejora de la calidad actual del suelo y del medio ambiente.

Evaluar la calidad del suelo y sanidad de cultivo, es uno de los factores base para la sustentabilidad (Doran y Zeiss 2000), las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo son parte esencial para evaluar la calidad de este recurso, ya que no se pueden mejorar fácilmente y no se puede medir directamente, pero se puede inferir utilizando indicadores de calidad y salud del suelo (García et al. 2012), permitiendo conocer su efectividad de las prácticas de manejo del suelo y de los cultivos como determinantes de la productividad y la calidad ambiental (Doran 1999).

En Ecuador se cultiva la pitahaya roja y pitahaya amarilla, reportándose en el 2021 una exportación de 3.268,83 toneladas hacia Estados Unidos (López 2023), es un cultivo que puede

adaptarse a diferentes tipos de suelo, pero es importante evaluar su calidad de suelo y tener en cuenta ciertos requerimientos para obtener una buena producción sustentable (Córdova 2022), según Monserrate (2022) el tipo de suelo ideal para el cultivo de pitahaya es un suelo poroso, bien drenado, con profundidad, que retenga la humedad y con un pH entre 6,0 y 7,3. Para ello, se realizará la caracterización in situ de subsistemas agrícolas y el análisis multiparamétrico de muestras de suelo utilizando dos tipos de especies de cultivos de Pitahaya.

Finalmente, con base en la información recopilada, se recomendarán estrategias de manejo sostenible como la rotación de cultivos, el uso responsable de agroquímicos y la adición de materia orgánica y si fuese necesario tecnologías que contribuyan a la producción (De la Rosa y Sobral 2008) para proteger el ecosistema, conservar los recursos hídricos, mantener el ciclo de los nutrientes y garantizar la mejora y restauración de la calidad del suelo, el medio ambiente y la sustentabilidad de los cultivos a largo plazo (Schloter et al. 2003).

## **1.4 Planteamiento de la hipótesis**

### ***1.4.1 Hipótesis Alternativa***

Al comparar dos sistemas de producción convencional del cultivo de Pitahaya variedad roja y amarilla presentan diferencias significativas en relación con los parámetros de calidad de suelo y sanidad de cultivo.

### ***1.4.1 Hipótesis Nula***

Al comparar dos sistemas de producción convencional del cultivo de Pitahaya variedad roja y amarilla no presentan diferencias significativas en relación con los parámetros de calidad del suelo y sanidad de cultivo.

## CAPÍTULO II

### 2 MARCO TEÓRICO

#### 2.1 Bases Conceptual

##### 2.1.1 *El suelo*

Según el concepto de Quimis-Gómez et al. (2018), el suelo es la capa superficial de la tierra, un sistema estructurado, heterogéneo y discontinuo, es el resultado de la interacción factores como la roca madre, el clima, la topografía y la actividad biológica, compuesta por materia orgánica, minerales y nutrientes capaces de sustentar el crecimiento de las plantas y microorganismos.

##### 2.1.2 *Calidad de suelo*

Se refiere a la capacidad del suelo para realizar ciertas funciones en los ecosistemas terrestres, incluida su capacidad para sustentar el crecimiento de las plantas, filtrar y almacenar agua y servir como hábitat para organismos vivos. La calidad del suelo es esencial para la salud de la agricultura y los ecosistemas naturales, además su mantenimiento es muy importante para garantizar la sostenibilidad de la producción de alimentos, la protección de la biodiversidad, el mantenimiento de la calidad del agua, el ciclo de nutrientes y la producción de materia orgánica de plantas y animales (Quimis-Gómez et al. 2018).

##### 2.1.3 *Contaminación del suelo*

Se refiere a la introducción de sustancias químicas, desechos o elementos nocivos en el suelo, cambiando su composición y afectando negativamente la salud de los ecosistemas terrestres. Estos contaminantes pueden incluir productos químicos industriales, desechos tóxicos, metales pesados y compuestos orgánicos persistentes. (Rodríguez et al. 2019). La contaminación del suelo en la cadena alimentaria tiene efectos significativos en la calidad del suelo, la salud de las plantas, la vida silvestre y, en última instancia, la salud humana. Las actividades humanas como la agricultura intensiva, la industria y la mala gestión de residuos son fuentes comunes de contaminación del suelo (Jiménez 2017).

#### **2.1.4 Agricultura**

La agricultura es una actividad básica que implica desarrollar las tierras, cultivar plantas, criar animales para producir alimentos, fibras y otros productos. Esta antigua práctica ha sufrido diversas transformaciones a lo largo de la historia, desde los métodos tradicionales hasta la aplicación de las tecnologías avanzadas actuales (García 2009). La agricultura desempeña un papel crucial en el suministro de alimentos y materias primas para diversas industrias. Los datos globales muestran que para el año 2021, aproximadamente el 40% de la tierra del mundo se ha utilizado para la agricultura, y este sector ha empleado más del 25% de la población mundial (FAO 2023). En el cantón Morona, las principales actividades económicas de este sector son la agricultura y la ganadería (50% de la población activa). Además, el 12% se dedica al trabajo informal o al emprendimiento. Aunque sólo el 2% de la población (800 personas) tiene los recursos para crear e fortalecer sus propios procesos de producción. La agricultura moderna enfrenta desafíos como la sostenibilidad ambiental, la eficiencia de los recursos y la adaptación al cambio climático, promoviendo la investigación y la implementación de prácticas agrícolas más sostenibles (Benítez 2011).

#### **2.1.5 Sanidad de cultivo**

Constituye una faceta esencial de las disciplinas y tecnologías científicas que respaldan la agricultura y la silvicultura, siendo un aspecto crítico para garantizar la seguridad alimentaria mundial, sin embargo, la salud vegetal no se limita sólo a los cultivos alimentarios o la protección de poblaciones forestales, sino que también abarca otros cultivos en expansión como la fibra, maderas especiales, corcho, biocombustibles, biomasa para la absorción del CO<sub>2</sub>, algunos productos farmacéuticos y una amplia variedad de servicios ambientales (Altieri y Nicholls 2013).

#### **2.1.6 Producción sustentable**

Se refiere a prácticas agrícolas fundamentales en sistemas de producción eficaces y rentables, promoviendo el desarrollo de comunidades de práctica. Busca generar bienes y servicios de manera que reduzca los impactos ambientales adversos, al tiempo que mejora el bienestar social y garantiza la sostenibilidad económica a largo plazo. En última instancia, adopta un enfoque que busca equilibrar los aspectos ambientales, sociales y económicas en la producción de bienes y servicios (Rural 2023).

### **2.1.7 Muestreo de suelo**

Constituye el punto inicial en un efectivo programa de fertilización y en calcada, este procedimiento abarca la recolección de elementos del suelo, evalúa su variabilidad y realiza el procesamiento y la preparación de muestras. Se trata de una técnica esencial para obtener datos representativos acerca de las propiedades del suelo en una región específica (InfoAgrónomo 2019).

### **2.1.8 Análisis de suelo**

Resulta esencial para los agricultores, ya que el manejo correcto de las muestras de suelo puede disminuir la conjetura, contribuir a la disminución de la contaminación ambiental y en última instancia, el análisis de suelo puede representar un ahorro económico para los agricultores y potenciar los rendimientos (Sela 2019). Las propiedades físico-químicas y microbiológicas del suelo son herramientas de gran potencial, ya que el crecimiento y la vitalidad de las plantas, así como su cantidad y calidad, están estrechamente vinculados con la disponibilidad de nutrientes y la actividad de los microorganismos responsables del reciclaje, fijación e inmovilización de estos elementos (Chávez et al. 2023).

### **2.1.9 Indicadores de calidad del suelo**

Los indicadores de calidad del suelo son evaluados como instrumentos de medición que ofrecen datos acerca de propiedades, procesos y atributos. Estos indicadores se utilizan para supervisar el efecto del manejo en la función del suelo a largo de un período determinado (García et al. 2012).

### **2.1.10 Indicadores de sanidad de cultivo**

Los indicadores de salud de los cultivos abarcan la apariencia general del cultivo, la presencia de enfermedades, la capacidad de cultivo para resistir el estrés (como la sequía u otros factores), la cantidad de malezas del desarrollo de cultivo y su sistema de raíces, así como el rendimiento potencial (Altieri y Nicholls 2013).

### **2.1.11 Rizosfera**

Se refiere a la región especial ubicada entre las raíces y el suelo, donde la actividad microbiana es intensa y biomasa aumenta. Esta zona de escala milimétrica es la más dinámica entre las raíces de las plantas y los microorganismos del suelo. Aunque la rizosfera abarca sólo de 3 a 5 cm de la capa del suelo, constituye un área sumamente activa que resulta crucial para comprender los

diversos procesos que ocurren entre el suelo y las raíces de las plantas (Virgen 2012).

### **2.1.12 Manejo integrado de plagas**

El manejo integrado de plagas (MIP) es un sistema completa que combina enfoques biológicos, químicos y mecánicos para alcanzar un control de plagas eficaz y sostenible, evitando al mismo tiempo pérdidas económicas (Cisneros 1992).

### **2.1.13 Pitahaya amarilla y roja (*Hylocereus Megalanthus* y *Selenicereus Undatus*)**

El término “pitahaya” proviene del idioma Taíno, hablado por los indígenas en el Caribe. Se aplica a frutos escamosos de los géneros *Hylocereus* y *Selenicereus*, conocidos como pitahayas o pitayas. Estas plantas pertenecientes a la familia de los cactus producen frutas exóticas. Su cultivo es atractivo debido a la creciente demanda en mercados globales y su potencial para diversificar las opciones de cultivo (Díaz 2005).

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Agricultura**

#### **2.2.1.1 Agricultura orgánica**

Se trata de un enfoque integral para la gestión agrícola y la producción de alimentos que incorpora las prácticas más eficientes en términos ambientales y climáticos, promoviendo una alta biodiversidad y la conservación de los recursos naturales. Este sistema se adhiere a rigurosos estándares de bienestar, animal y producción, además de satisfacer la creciente demanda de los consumidores por productos elaborados mediante procesos y materiales naturales. En resumen, la idea principal es evitar el uso de productos químicos que puedan afectar adversamente al medio ambiente, las especies vivas y sus hábitats (EOS DATA ANALYTICS 2021).

#### **2.2.1.2 Agricultura convencional**

Son métodos tradicionales que han utilizado durante siglos, se centra en la producción masiva de cultivos con el objetivo de incrementar la eficiencia y los rendimientos, empleando productos químicos sintéticos como pesticidas y fertilizantes para potenciar la productividad. Además, la agricultura convencional, también llamada tradicional, recurre a maquinaria pesada para labrar y cosechar los campos (Martínez 2023).

### **2.2.2 Indicadores multiparamétricos**

Se trata de instrumentos empleados para evaluar diversas variables o parámetros en un proceso o sistema específico. Estos indicadores están diseñados para abordar dos o más variables cruciales del proceso, distinguiéndose de los indicadores de parámetros único, los cuales sólo responden a una variable específica (Macías 2013).

### **2.2.3 Muestreo de suelo**

Según MINAM (2014) describe algunos de los tipos de muestreo más comunes:

#### **2.2.3.1 Muestreo de Identificación (MI)**

La finalidad del proceso de muestreo de identificación consiste en verificar la presencia de contaminantes en el suelo mediante la recolección de muestras representativas. Este procedimiento se lleva a cabo para evaluar si el suelo cumple con los criterios de calidad ambiental y/o los valores de referencia establecidos en el Decreto Supremo No. 002-2013-MINAM. Los resultados y las conclusiones derivadas de la investigación histórica y el análisis técnico del sitio determinarán la extensión del muestreo de identificación.

#### **2.2.3.2 Muestreo de Detalle (MD)**

El propósito es obtener muestras representativas de suelo con el fin de identificar el área y volumen (tanto en su distribución horizontal como vertical.) del suelo contaminado en las zonas señaladas. A partir del modelo conceptual rediseñado, el muestreo detallado cuantifica y delimita las áreas afectadas del suelo y las extensiones de contaminación en el agua subterránea, considerando tanto el espacio como el tiempo. Al definir y medir con precisión los focos contaminantes, el muestreo identifica las variables que afectan la liberación, migración y comportamiento de los contaminantes. Por ende, el muestreo detallado debe centrarse en determinar las posibles rutas y vías de exposición, teniendo en cuenta los puntos de exposición potenciales.

#### **2.2.3.3 Muestreo de Nivel de Fondo (MF)**

El propósito de este muestreo es evaluar la concentración de sustancias químicas reguladoras por los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) en suelos de sitios cercanos a áreas contaminadas. Estas sustancias pueden estar presentes en forma natural en el suelo o provenir de fuentes de

origen humano, siendo aplicable a metales y metaloides. En el caso de trabajar en un sitio con historial de sustancias potencialmente tóxicas de origen natural, las muestras deben ser recolectadas fuera del área afectada por el contaminante, pero en lugares con características geográficas similares para determinar los niveles de dichos contaminantes.

#### *2.2.3.4 Muestreo de Comprobación de la Remediación (MC)*

El propósito radica en evidenciar que las acciones de remediación aplicadas en suelos contaminados han logrado concentraciones estadísticamente comprobables, inferiores o iguales a los valores establecidos en los suelos de acuerdo con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) o niveles específicos de remediación, según los estudios de Evaluación de Riesgos para la Salud y el Medio Ambiente (ERSA), conforme a sus respectivas directrices. Los resultados incluirán en el informe de remediación y se presentarán ante la autoridad reguladora ambiental correspondiente.

### **2.2.4 Análisis de suelo**

#### *2.2.4.1 Análisis Físico – Químico*

El análisis físico se enfoca las propiedades estructurales y físicas del suelo (UDEDEC 2007), en contraste, el análisis químico del suelo se dedica a evaluar tanto la composición química como la disponibilidad de nutrientes en el suelo (López et al. 2022), entre los principales componentes que se considera se puede mencionar a:

- **Textura:** Es una característica que está influenciada por la proporción ponderal de arena, limo y arcilla. Los elementos finos poseen un diámetro menor a 2 mm, mientras que los gruesos tienen un diámetro superior a esta medida (LABISER 2014).
- **Porosidad:** La fricción del volumen del suelo que no está ocupada por partículas sólidas se denominan espacio poroso del suelo. La mitad del volumen del suelo está formado por materiales sólidos (45% minerales y 5% materia orgánica), mientras que la otra mitad corresponde al espacio poroso (FAO 2024).
- **Color del suelo:** Facilita la identificación y evaluación del suelo, permitiendo inferir la naturaleza de sus posibles componentes. En resumen, al abrir una calicata para su estudio, las diversas capas horizontales presentan características físicas, químicas y biológicas propias, derivadas de los procesos de formación y manejo. Sin embargo, el color es la primera característica que distingue unas capas de otras (Pérez 2021).
- **Capa arable:** Corresponde a la capa superior del suelo, ubicada entre 10 y 50 cm de

profundidad, que es accesible para la intervención humana, con el propósito de mejorar las condiciones de producción en la agricultura (Amézquita et al. 2017).

- **Densidad aparente:** La densidad aparente se refiere al peso seco del suelo dividido por unidad de volumen del suelo inalterado en su ubicación natural, considerando el espacio poroso (Rubio 2010).
- **Infiltración:** La infiltración es el fenómeno mediante el cual el agua procedente de la superficie terrestre penetra en el suelo. En la disciplina de la ciencia del suelo, la tasa de infiltración indica la velocidad a la que el suelo puede absorber la precipitación o la irrigación, y se expresa en milímetros o pulgadas por hora (Rivera et al. 2018).
- **Retención de humedad:** Expone la conexión entre la humedad del suelo y su potencial matricial. Demostrando la habilidad del suelo para retener agua por acción de su succión. Esta conexión se ve influenciada por aspectos asociados a la proximidad del suelo (Bejar et al. 2020).
- **Erosión:** Se refiere al fenómeno de pérdidas de la capa superior del suelo, la cual suministra la mayor parte de los nutrientes y agua requeridos por las plantas. La productividad del suelo se reduce cuando esta capa fértil se erosiona, resultando en una pérdida significativa para las agriculturas, quienes dependen de este recurso esencial para el cultivo de alimentos (Tarakanov 2022).
- **Conductividad eléctrica:** Evalúa la cantidad de sales solubles presentes en la solución del suelo. Un valor más alto indica una mayor facilidad de movimiento de esta corriente a través del suelo, debido a una concentración más elevada de sales (Intagri 2017).
- **pH:** En los suelos, el pH es una propiedad que señala la capacidad de las partículas del suelo para absorber iones de hidrógeno ( $H^+$ ), indicando así si el suelo está ácido o alcalino (FAO 2024).
- **Materia orgánica:** Corresponde a la capacidad superficial del suelo, formada por residuos de descomposición de organismos vivos como plantas y animales, proporcionando diversos nutrientes a los organismos productos como la vegetación. Los suelos que contienen más materia orgánica tienden a ser más fértiles (Ibáñez 2021).
- **Nutrientes:** La capacidad del suelo para sustentar organismos vivos se determina por la cantidad de nutrientes presentes. Los 16 nutrientes esenciales para el desarrollo de las plantas, se divide en macro y micro nutrientes, dependiendo de sus necesidades. Entre los macronutrientes esenciales se encuentran el carbono, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, entre otros. En contraste los micronutrientes como hierro, zinc, magnesio, boro, cobre, molibdeno y cloro son requeridos en cantidades mínimas y su carencia o exceso puede tener efectos perjudiciales (FAO 2024).
- **Salinización del suelo:** La acumulación excesiva de sales solubles en el agua se denomina salinidad del suelo. Aunque comúnmente se utiliza el cloruro sódico, conocido como sal de mesa, la lista abarca una variedad extensa de compuestos como carbohidratos, bicarbonatos,

sulfatos, cloruros, magnesio, calcio y potasio. Según su contenido, las tierras salinas se suelen clasificar en salinas zodiacales o salino-sódicas (Cherlinka 2023).

- **Análisis microbiológicos:** Esta evaluación posibilita la comprensión de cómo las comunidades funcionales en el suelo desempeñan funciones como la fijación de nitrógeno, la solubilización de fosfato y potasio, la producción de índoles que estimulan el crecimiento de las plantas, y la acción como antagonistas que contribuyen al control de poblaciones de fitopatógeno, es decir, organismos causantes de enfermedades en plantas (Chávez et al. 2023), los principales componentes se mencionan a continuación:
- **Biomasa microbiana:** Se refiere a la acumulación viviente de materia orgánica, sin incluir organismos de tamaño superior a  $5 \times 10^3 \text{ } \mu\text{m}^3$  o las raíces de las plantas (Vidal et al. 1993).
- **Actividad enzimática:** Cumple un papel crucial en la generación de moléculas orgánicas duraderas, las cuales contribuyen a la estabilidad de los ecosistemas del suelo y participan en el ciclo de elementos, tales como el nitrógeno (a través de Ureasas y Proteasas), el fósforo (mediante fosfatasa) y el carbono (a través del B-glucosidasa) (Ideagro 2019).
- **Análisis de sanidad de cultivo:** El análisis implica evaluar la salud y la presencia de enfermedades en las plantas desde las hojas hasta los frutos y la raíz (Villatoro 2022), los principales componentes se mencionan a continuación:
- **Incidencia de enfermedades:** Corresponde al porcentaje de hojas o plantas afectadas por enfermedades en relación con el total de hojas o plantas evaluadas en una área de cultivo específica (Calviño 2023).
- **Incidencia de plagas:** Se refiere al porcentaje de hojas o plantas afectadas por plagas en relación con el número total de hojas o plantas evaluadas en una área de cultivo específica (Villajos 2023).
- **Apariencia:** Hace referencia al conjunto de características visibles como la forma o el color (Valente 2011).
- **Diversidad vegetal:** Hace alusión a la gama de plantas presentes en un área específica. La diversidad se puede evaluar mediante el recuento de especies de plantas y su distribución en dicho lugar (Morales 2023).
- **Rendimiento actual o potencial:** Surge de la interacción de tres elementos definitorios, limitantes y reductores, que influyen en el rendimiento potencial de un cultivo. Los definitorios son los que establecen el “Rendimiento potencial” del cultivo si no hubiera restricciones de nutrientes y agua (Agrodreams 2020).

## CAPÍTULO III

### 3 MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1 Enfoque

De acuerdo con las características de los factores y su fácil manipulación, este estudio utiliza un método de investigación cualitativo y cuantitativo, ya que se miden variables dependientes e independientes, para luego ser procesados y analizados estadísticamente de acuerdo con el diagrama de amebas, el cual es analizado en el laboratorio de los diferentes parámetros especificados. Se utilizó el método cuantitativo porque los parámetros de sanidad de cultivo se evaluaron visualmente, observando las características de las plantas y su estado fitosanitario, mientras que el método cuantitativo se realizó mediante la selección de áreas de cultivos y puntos de muestreos para obtener muestras, que luego se analizaron en el laboratorio para determinar los valores paramétricos establecidos para evaluar la calidad del suelo. De acuerdo con los objetivos planteados, es utilizada para brindar soluciones a los agroecosistemas en la producción de cultivo de dos especies de pitahaya, con la ayuda de la evaluación de parámetros químicos, físicos y biológicos observando las condiciones del suelo. Según el nivel de conocimiento, se utiliza un enfoque descriptivo, analítico, deductivo ya que se utilizan métodos analíticos para caracterizar el objeto de estudio o situación específica, indicando así sus características y propiedades; en combinación con ciertos criterios taxonómico se utiliza para organizar, agrupar o sintetizar los objetos incluidos en el trabajo, puede servir como base para una investigación en profundidad.

#### 3.2 Alcance

El alcance de esta investigación se centra en la evaluación multi paramétrico de la calidad del suelo y sanidad de cultivo de dos especies de pitahaya (*Hylocereus Megalanthus* y *Undatus*) en la localidad de la parroquia Huambi del Cantón Sucúa de la Provincia de Morona Santiago durante el periodo Octubre/Diciembre del año 2023. Se realizó un análisis de laboratorio y campo de los parámetros físicos, químicos, biológicos y sanidad de cultivo, tomando en cuenta la presencia de posibles plagas o enfermedades. También comprende la comparación entre las dos especies para determinar las diferencias en adaptabilidad y requerimientos agronómicos, donde las recomendaciones resultantes se enfocarán en prácticas o medidas sustentables, buscando fomentar la adopción de prácticas responsables y fortalecer la sostenibilidad a largo plazo del cultivo de pitahaya en la región.

### **3.3 Nivel de Investigación**

Conforme a la manipulación de las variables dependientes e independientes es un estudio descriptivo/explicativo, descriptivo porque a través de la recolección de datos multiparamétricos, se busca describir parámetros de la calidad del suelo y la sanidad del cultivo, como la variabilidad en la textura del suelo, los niveles de pH, los contenidos de nutrientes, la presencia de microorganismos, plagas, enfermedades y la salud en general de las plantas que permita la comparación de dos especies de pitahaya. Explicativo porque busca comprender las relaciones de los fenómenos observados como es el caso de la contaminación por las malas prácticas que afectan a la calidad del suelo y la salud de las plantas (fertilización y manejo de plagas), e identificar factores que afectan a la sustentabilidad de la producción agrícola para finalmente diseñar una propuesta de buenas prácticas agrícolas que sean más efectivas y sustentables en la parroquia Huambi.

### **3.4 Métodos, técnicas e instrumentos de investigación empleadas.**

#### ***3.4.1 Metodología de Altieri y Nicholls***

Esta metodología consiste en evaluar la sostenibilidad agrícola mediante indicadores ecológicos, económicos y sociales. Cada indicador se estima en forma separada y se le asigna un valor de 1 a 10, siendo el 1 el valor menos deseable, 5 un valor medio y 10 el valor deseado de acuerdo con las características que presenta el suelo o el cultivo y atributos a evaluar para cada indicador. Este enfoque considera la diversidad de factores que afectan la producción, promoviendo prácticas agrícolas sostenibles (Altieri y Nicholls 2013). Además, evalúa la salud del suelo, la eficiencia de recursos y el bienestar social, proporcionando un marco holístico para la toma de decisiones agrícolas que serán la base para considerar si los sistemas productivos son sostenibles, maximizando los beneficios a largo plazo y minimizando impactos negativos (Altamirano et al. 2023).

#### ***3.4.2 Determinación del área de estudio***

La identificación y delimitación precisa del área de estudio se llevaron a cabo en la provincia de Morona Santiago en la parroquia Huambi, utilizando un dispositivo GARMIN GPSMAP 64sx para recopilar las coordenadas geográficas en el sistema WGS 84. Posteriormente, se empleó el software ArcGIS 10.8.2 para crear mapas detallados de cada zona de cultivo objeto de estudio.

### **3.4.3 *Determinación de puntos de muestreo***

Se seleccionaron trece puntos de muestreo en cada área de cultivo, de los cuales se recolectaron dos muestras representativas de un kilogramo cada una para su análisis en laboratorio. Se empleó cartografía suministrada por el Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica (MAATE), junto con imágenes satelitales obtenidas a través del programa SAS.Planet 211230.10225 Stable, utilizando datos del servicio satelital de Google Maps.

### **3.4.4 *Recolección de muestras***

Se recolectaron un total de 1 kg (13 muestras) de suelo mediante el método de muestreo zigzag para su correspondiente análisis en el laboratorio de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo Sede Morona Santiago, además se seleccionaron al azar 25 plantas del cultivo de pitahaya para su respectivo análisis y evaluación de la sanidad de cultivo.

### **3.4.5 *Evaluación de los parámetros de calidad de suelo***

#### **3.4.5.1 *Evaluación fisicoquímica del suelo.***

Para comprender el análisis del parámetro y las propiedades físicas y químicas del suelo, se realizó según la "Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales" (FAO 2018) tales como:

#### **3.4.5.2 *pH del suelo***

Para ello se realizó por el método de potenciométrica, donde se preparó una suspensión de lodo tal como se recibió o de suelo seco a  $40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $<2\text{ mm}$ , con agua en una proporción muestra: agua de 1:2,5. El valor pH-H<sub>2</sub>O se determina en el sobrenadante utilizando un medidor de pH (Zagal y Sadzawka 2017).

Procedimiento:

- Pesar en un recipiente (2.5): 20 g (exactitud 1 g) de suelo seco a  $40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$  y  $<2\text{ mm}$ .
- Colocar 50 ml de agua a una temperatura de 20 a 25 °C.
- Usando el agitador (2.1), agitar vigorosamente la suspensión durante 5 minutos, deje reposar durante 2 h, pero no más de 24 h.
- Siga las instrucciones del fabricante y calibre el medidor de pH usando dos soluciones

tampones: pH 7,00 y una de las siguientes: pH 4,00 o pH 9,22 dependiendo del rango de pH de las muestras.

- Si los electrodos no tienen un termo compensador, mida la temperatura de la suspensión y asegúrese de que no difiera más de 1 °C de la temperatura de las soluciones tampones, que deben estar entre 20 a 25 °C.
- Agite la suspensión y coloque los electrodos (2.3).
- Una vez que la lectura se haya estabilizado, leer el pH y escribir el valor con dos decimales.

**Tabla 3-1: Clasificación de los suelos de acuerdo con el pH**

<b>pH de solución del suelo</b>	<b>Categoría</b>
< de 4	Suelo extremadamente ácido
4.5 – 5.0	Suelos muy fuertemente ácidos
5.1 – 5.5	Suelos fuertemente ácidos
5.6 – 6.0	Suelos medianamente ácidos
6.1 – 6.5	Suelos ligeramente ácidos
6.6 – 7.3	Suelos neutros
7.4 – 7.8	Suelos medianamente básicos
7.9 – 8.4	Suelos moderadamente básicos
8.5 – 9.0	Suelos fuertemente básicos
> de 9.1	Suelos muy fuertemente básicos

**Fuente:** (Pereira et al. 2011).

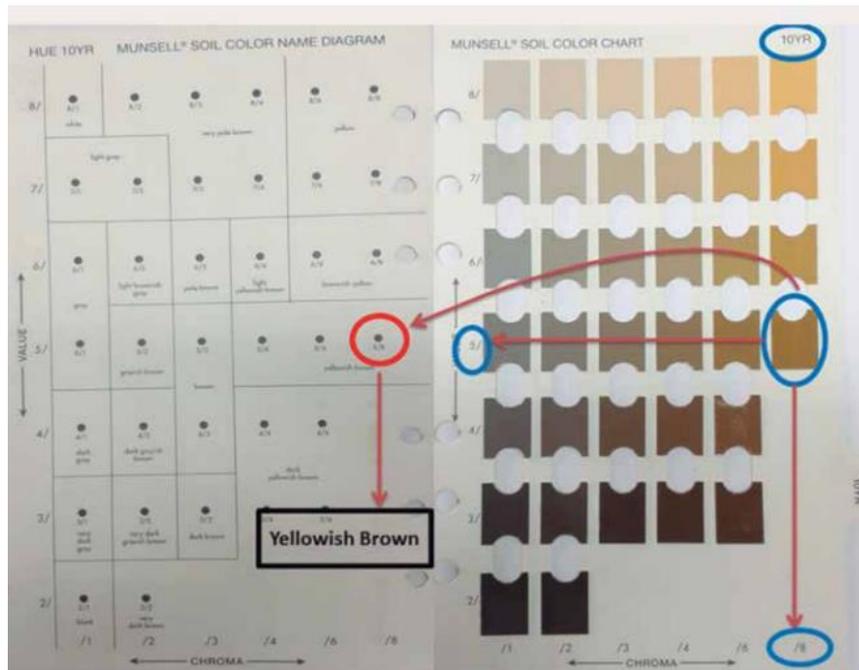
**Realizado por:** Yanchatipán L., 2024.

### 3.4.5.3 Color del suelo

La determinación de color se realizó mediante la tabla de colores Munsell, la tabla está compuesta de hojas que representan un matiz (Hue) específico que se muestra en la parte superior derecha de la página. Cada hoja presenta una serie de plaquitas o “chips”, que representa la claridad (value) y la pureza (Chroma), diferentemente coloreadas y sistemáticamente arregladas en la hoja (Gómez 2013).

**Procedimiento:**

La medición del color se realiza utilizando una muestra en condiciones secas o húmedas para determinar la condición física de la muestra (agregado de suelo separado, friccionado, triturado y aislado). Se utilizan dos parámetros para definir el color: a) el color Munsell y b) la notación Munsell, como, por ejemplo: marrón fuerte [7.5YR 4/8]



**Ilustración 3-1: Tabla de color Munsell**

**Fuente:** (Gómez 2013)

**Realizado por:** Yanchatipán L., 2024.

**Tabla 3-2: Indicador para color del suelo**

Indicador (situación)	Rango (Valoración)
Suelo pálido, muy claro, con mal olor o químico, no se observa la presencia de materia orgánica o humus, color Munsell más claro que 10YR 5/1.	1
Suelo pardo claro o café, con poco olor y con algún grado de materia orgánica o humus, color Munsell 10YR 4/1-5.	5
Suelo de negro, con olor a tierra fresca, se nota presencia abundante de materia orgánica y humus, color Munsell 10YR 2/1, 2/2, 3/1-5.	10

**Fuente:** (Altieri y Nicholls 2013);(Noellemeyer et al. 2021).

**Realizado por:** Yanchatipán L., 2024.

#### 3.4.5.4 Densidad aparente

La masa de una unidad de volumen de suelo seco a 105°C se conoce como densidad aparente del suelo. La densidad aparente refleja la porosidad total del suelo porque este volumen contiene tanto sólidos como poros. Los valores de densidad aparente bajos sugieren que el suelo es poroso. La densidad aparente es un parámetro crucial para describir la calidad del suelo y la función del ecosistema. Los altos valores de densidad aparente indican un ambiente inadecuado para el crecimiento de raíces, una menor cantidad de aire y cambios indeseables en la función hidrológica, como una disminución en la velocidad de infiltración del agua.

Pasos para realizar la metodología definida:

- Tomar una muestra de suelo.
- Colocar la muestra en una cápsula de humedad
- Calcular el peso del suelo más el recipiente.
- Por 24 h mantenga la muestra de suelo a 105°C.
- Tomar el peso del suelo seco más la cápsula
- Calcule el peso de la cápsula sola y realice las siguientes correcciones.

Para su cálculo puede utilizar las siguientes formulas:

$$Vol. cilindro = \pi . r^2 . h$$

$$Da = \frac{Peso\ del\ suelo\ seco\ 105^{\circ}C}{Vol.\ del\ cilindro}$$

**Tabla 3-3: Indicador para la densidad aparente**

<b>Indicador (situación)</b>	<b>Rango (Valoración)</b>
Son suelos donde tienden a retener más agua y pueden tener una mayor compactación, su valor es mayor de 1,4 g/cm <sup>3</sup> .	1
Son suelos con una equilibrada retención de agua, su valor esta entre 1,0 g/cm <sup>3</sup> y 1,4 g/cm <sup>3</sup> .	5
Son suelos donde tienden a tener una baja retención de agua y su valor es menor de 1,0 g/cm <sup>3</sup> .	10

**Fuente:** (Avilés 2002).

**Realizado por:** Yanchatipán L., 2024.

#### 3.4.5.5 Textura del suelo

Para determinar la textura se realizado mediante el método de Bouyoucos, utiliza un hidrómetro (densímetro) para medir la densidad de la solución en intervalo de tiempo y determinar el tamaño de solidos en suspensión. La temperatura de la suspensión corrige las lecturas, a medida que las partículas sedimentan, la densidad de la solución disminuye (Ortega y Martínez 2022).

Pasos para realizar la metodología definida:

- Determinar la humedad gravimétrica y sobre la base del suelo seco pesar 50 g tamizado a 2 mm.
- Pasar el suelo a la copa de dispersión y agregar 10 ml de agente dispersante y agua de la llave hasta que este un poco por encima de la mitad de la copa y dejar en reposo durante unos minutos o toda la noche.
- Someter el suelo a dispersión por 10 0 15 min si tiene una textura fina.
- Colocar el contenido de la copa en una probeta de 1000 ml y aforar con agua de la llave.
- Agitar 10 veces verticalmente con el embolo.
- Colocar el cronometro y el hidrómetro en la suspensión tan pronto como termine la agitación.
- A los 40 segundos de haber detenido la agitación, anote la lectura del hidrómetro en la suspensión.
- Restire el hidrómetro y mida la temperatura.
- Dejar reposar por dos horas y luego realizar una lectura con el hidrómetro y la temperatura.

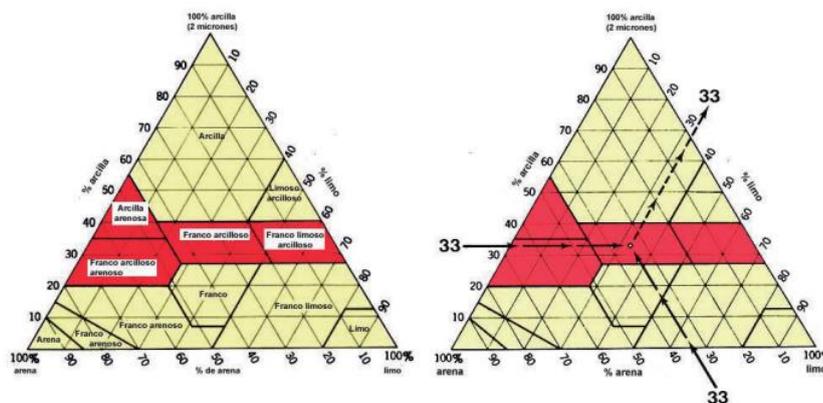
Para su cálculo puede utilizar las siguientes formulas:

$$\%Arena = 100 - \frac{\text{lectura corregida a los 40 seg}}{\text{peso de la muestra (g) a } 105^{\circ}C} \times 100$$

$$\%Arcilla = \frac{\text{lectura corregida a las 2 h}}{\text{peso de la muestra (g) a } 105^{\circ}C} \times 100$$

$$\%Limo = 100 - (\%Arcilla + \%Arena)$$

Triangulo textural para obtener la textura del suelo:



*Ilustración 3-2: Triangulo de textura*

Fuente: (Ortega y Martínez 2022)

Realizado por: Yanchatipán L., 2024.

**Tabla 3-4:** Indicador para la textura del suelo.

<b>Indicador (situación)</b>	<b>Rango (Valoración)</b>
Suelo polvoso, sin gránulos visibles, este tipo de suelo se asemeja a un suelo: Arcillo limoso; Arcilloso; Arcillo arenoso.	1
Suelo suelto con pocos gránulos que se rompen al aplicar presión suave, este tipo de suelo se asemeja a un suelo: Franco arcilloso; Fr. arcillo arenoso; Fr. Arenoso.	5
Suelo friable y granular, los agregados, mantienen la forma después de aplicar presión suave, aún humedecidos, este tipo de suelo se asemeja a un suelo Franco.	10

Fuente: (Altieri y Nicholls 2013); (Noellemeier et al. 2021).

Realizado por: Yanchatipán L., 2024.

#### 3.4.5.6 *Materia Orgánica*

El método analítico planteado para la validación es el método de Walkley - Black, donde este método implica la oxidación incompleta del carbono orgánico a través de la reacción de una cantidad conocida de dicromato de potasio, que actúa como oxidante, en medio de un exceso concentrado de ácido sulfúrico. La mezcla sulfocrómica produce una temperatura adecuada para que el carbono orgánico presente en la muestra de suelo se óxido. Luego se utiliza una solución de hexahidratado de sulfato ferroso amónico para medir el exceso de dicromato. Se considera que el dicromato reducido en la reacción equivale al carbono orgánico presente en la muestra. Debido a la combustión incompleta del carbono, el resultado se debe multiplicar por un factor de corrección para expresarlo en porcentaje de materia orgánica (Guamán 2018).

**Tabla 3-5:** Indicador para la materia Orgánica

<b>Indicador (situación)</b>	<b>Rango (Valoración)</b>
Suelo pálido, con mal olor o químico, y no se observa la presencia de materia orgánica o humus, de manera que por debajo del 1% se considera baja.	1
Suelo pardo claro o café, con poco olor y con algún grado de materia orgánica o humus, de manera que entre 1% y 2% se considera moderada.	5
Suelo de negro, con olor a tierra fresca, se nota presencia abundante de materia orgánica y humus, de manera que por encima del 3% se considera altos.	10

Fuente: (Altieri y Nicholls 2013);(Agrodiario 2020).

Realizado por: Yanchatipán L., 2024.

### 3.4.5.7 Compactación del suelo

Para determinar este parámetro se realizó mediante una evaluación visual del suelo, para medirlo, se examina la parte inferior de la cobertura y se contrasta con la parte superior. Esto puede hacerse en el sitio de muestra quitando una rodaja suelo con la pala justa en la orilla del agujero de 20 cm, luego comparar con las tres fotografías (Valdivia et al. 2019).



*Ilustración 3-3: Compactación del suelo*

Fuente: (Valdivia et al. 2019).

Realizado por: Yanchatipán L., 2024.

**Tabla 3-6:** Indicador para la compactación del suelo

Indicador (situación)	Rango (Valoración)
Compactación muy desarrollada en parte inferior del suelo, no hay Microporos, suelo muy compacto y macizo, no se observan canales de lombrices y presencia de raíces nuevas y viejas.	1
Empieza a notarse compactación en la parte inferior del suelo, estructuras con pocos poros, de fácil fractura. Poca presencia de canales de lombrices y presencia de raíces nuevas y viejas.	5
No hay compactación, estructura y poros muy visibles claramente. Hay canales de lombrices y presencia de raíces nuevas y viejas.	10

Fuente: (Valdivia et al. 2019).

Realizado por: Yanchatipán L., 2024.

### 3.4.5.8 Infiltración

La infiltración se llevó a cabo mediante el método conocido en literatura francesa como método de porchet, que consiste en excavar un agujero cilíndrico a una profundidad constante en el suelo a estudiar y medir el descenso del nivel del agua dentro del pozo a lo largo del tiempo (González et al. 2020).

Pasos para realizar la metodología establecida:

- Construir un agujero de 15 cm de diámetro y 25 cm de profundidad.
- Colocar una regla de 30 cm.
- Agregar agua hasta 25 cm en el agujero.
- Tomar la altura de agua inicial.
- Medir el descenso cada minuto hasta que la filtración sea constante.
- Si la filtración no es constante y el volumen de agua es muy bajo, se recargará el agua y seguirá el proceso.

Fórmula para el cálculo:

$$Kfs = \frac{R}{2x(t2 - t1)} \times \ln \frac{2xh1 + R}{2xh2 + R}$$

Donde:

R= radio

h1= altura del agua del pozo en el instante t1

h2= altura de agua en el pozo en el instante t2

**Tabla 3-7:** Indicador para Infiltración

<b>Indicador (situación)</b>	<b>Rango (Valoración)</b>
Compacto, se anega y su valor es > 3 cm/hr	1
Presencia de capa compacta delgada, el agua se infiltra lentamente y su valor está dentro de 3 – 0.5 cm/hr	5
Suelo no compacto, el agua se infiltra fácilmente y su valor es < 0.5 cm/hr	10

**Fuente:** (Altieri y Nicholls 2013);(Pereira et al. 2011)

**Realizado por:** Yanchatipán L., 2024.

### 3.4.5.9 Estado de los residuos

Para ello se llevó a cabo una evaluación visual del suelo para proceder con el procedimiento de este parámetro, se evaluó el grado comparando la superficie de la tierra con las tres fotografías propuestas a continuación (ASA 2020).



**Ilustración 3-4:** Estado de residuos

**Fuente:** (ASA 2020).

**Realizado por:** Yanchatipán L., 2024.

**Tabla 3-8:** Indicador para estado de residuos

<b>Indicador (situación)</b>	<b>Rango (Valoración)</b>
Presencia de residuos orgánicos que no se descomponen o lo hacen muy lentamente.	1
Se mantienen residuos del año anterior, en proceso de descomposición	5
Residuos en varios estados de descomposición, residuos viejos bien descompuestos	10

**Fuente:** (Altieri y Nicholls 2013).

**Realizado por:** Yanchatipán L., 2024.

### 3.4.5.10 Cobertura del suelo.

La cobertura consiste en conservar una superficie vegetal sobre el suelo los 365 días del año. Para proceder con el procedimiento de este parámetro, se evaluó de manera visual, comparando la superficie de la tierra con las tres fotografías propuestas a continuación (Valdivia et al. 2019).



**Ilustración 3-5:** Cobertura del suelo

**Fuente:** (Valdivia et al. 2019).

**Realizado por:** Yanchatipán L., 2024.

**Tabla 3-9:** Indicador para cobertura del suelo

Indicador (situación)	Rango (Valoración)
100% de la superficie descubierta de rastrojos vegetales, suelo desnudo.	1
Del 30 a 50 % de la superficie del suelo cubierto por residuos, hojarasca o cubierta viva.	5
100% de la superficie del suelo cubierta completamente por cobertura viva o muerta.	10

**Fuente:** (Altieri y Nicholls 2013); (Valdivia et al. 2019).

**Realizado por:** Yanchatipán L., 2024.

#### 3.4.5.11 Profundidad de Capa Arable

Para determinar este parámetro se realizó una evaluación visual del suelo, en la que se excavo un perfil alrededor de 30 cm y se examinó el color del suelo en el horizonte A, también conocido como capa arable, un color oscuro puede indicar una mayor materia orgánica, mientras que colores más claros pueden sugerir menos materia orgánica (Zagal y Sadzawka 2017).

**Tabla 3-10:** Indicador para la profundidad de Capa Arable.

Indicador (situación)	Rango (Valoración)
Subsuelo casi expuesto 10 cm	1
Suelo superficial delgado, con menos de 20 cm	5
Suelo superficial más profundo, con más de 30 cm	10

**Fuente:** (Altieri y Nicholls 2013).

**Realizado por:** Yanchatipán L., 2024.

### 3.4.5.12 Profundidad de las raíces

Para realizar este parámetro se realizó de una manera visual, donde se excavo un perfil en el suelo cerca de la planta (aproximadamente 10-30 cm de la base del tallo, acercándose paulatinamente a está siendo necesario). Para exponer las raíces "intactas", retire delicadamente el suelo de la superficie y los lados de las raíces. El perfil o trinchera mostrará el desarrollo de las raíces en la profundidad del suelo y el desarrollo lateral (PennState 2024).

**Tabla 3-11:** Indicador para la profundidad de raíces

Indicador (situación)	Rango (Valoración)
Raíces poco desarrolladas, enfermas y cortas, es decir menor a 20 cm de profundidad.	1
Raíces con crecimiento limitado, se observan algunas raíces finas, alrededor de 20 y 30 cm de profundidad.	5
Raíces con buen crecimiento, saludables y profundas, con abundante presencia de raíces finas, es decir mayor a 30 cm de profundidad.	10

**Fuente:** (Altieri y Nicholls 2013); Crespo 2016).

**Realizado por:** Yanchatipán L., 2024.

### 3.4.5.13 Determinación de retención de humedad

Se determino mediante el método gravimétrico, donde la humedad del suelo varía significativamente en función del clima, la vegetación, la profundidad del suelo y las características físicas y físicas del perfil. La humedad del suelo se define como la proporción entre la masa de agua presente en una muestra y la masa de la muestra después de secarse hasta un peso constante (Gómez 2013).

#### **Procedimiento:**

- Secar una muestra de suelo a 105 °C por 24 h
- Pesar 30 g de suelo.
- Colocar el suelo en el tubo de percolación.
- Luego colocar una probeta en la parte inferior del tubo de percolación para verificar la cantidad de agua que se filtra.
- Saturar el suelo con 25 ml de agua y esperamos aproximadamente 20 min.
- Medir la cantidad de agua que se infiltró.

### Fórmula:

% Retención de humedad (ml/g) = volumen de agua retenida/ peso de la muestra seca \* 100

% Retención de humedad = peso de la muestra sin secar- peso de la muestra seca/ peso de la muestra seca \*100

Tabla 3-12: *Indicador para la Retención de Humedad*

Indicador (situación)	Rango (Valoración)
Suelo se seca, la capacidad de retención de agua es menor del 25%	1
Suelo permanece semihúmedo, la capacidad de retención de agua está entre el 25% y el 50%.	5
Suelo mantiene humedad, la capacidad de retención de agua es mayor al 50%.	10

Fuente:(Altieri y Nicholls 2013;PROAIN 2020).

Realizado por: Yanchatipán L., 2024.

### 3.4.5.14 Erosión

Para la evaluación de la erosión del suelo se realizó basándose en la evidencia visual, donde se toma en cuenta la erosión eólica e hídrica, la cual se pueden observar pequeñas nubes de polvo y surcos causados por el viento o el agua como lo establece (Noellemeyer et al. 2021).

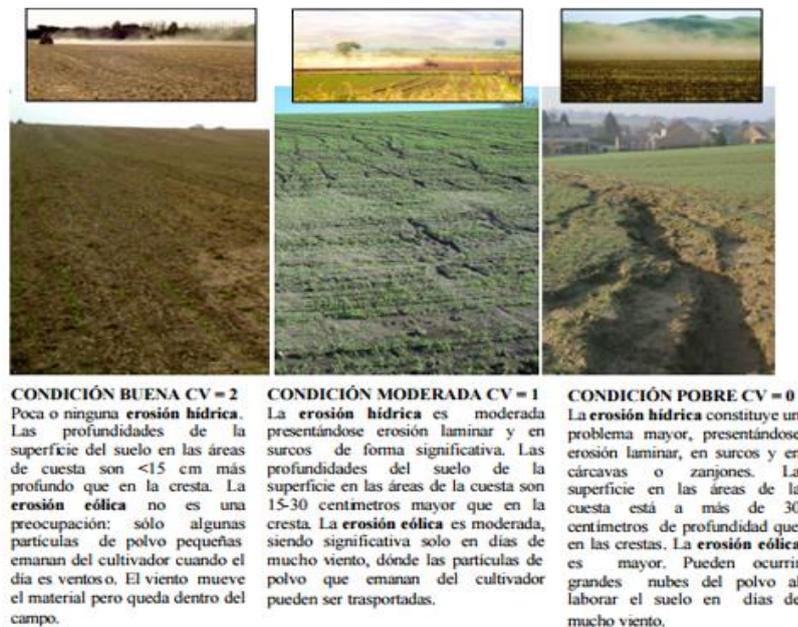


Ilustración 3-6: *Erosión del suelo*

Fuente: (Crespo 2016).

Realizado por: Yanchatipán L., 2024.

**Tabla 3-13: Indicador para Erosión del suelo**

<b>Indicador (situación)</b>	<b>Rango (Valoración)</b>
Se observan surcos profundos y largos, en las pendientes más fuertes hay cárcavas. El suelo emite mucho polvillo sin que pase ningún tipo de maquinaria. Se observan acumulaciones de sedimentos en alambrados o plantas.	1
Presencia de erosión laminar y en surcos no profundos. Se observan evidencias de erosión eólica en la superficie del suelo. Hay nubes de polvillo en días ventosos, sin que pase algún tipo de maquinaria.	5
Ninguna evidencia de erosión hídrica. El suelo emite poco polvillo, y solamente en días muy ventosos en los momentos de las labranzas.	10

**Fuente:** (Noellemeyer et al. 2021).

**Realizado por:** Yanchatipán L., 2024.

#### 3.4.5.15 Contenido de Amonio (NH<sub>4</sub>)

Para ello se utilizó el método colorimetría, donde utiliza el fenol y el hipoclorito, así como el dicloroisocianurato de sodio y el salicilato de sodio. Estas soluciones son menos peligrosas y permanecen estables. El complejo producido por la reacción se llena de un color verde azul que se puede medir manual o automáticamente con una longitud de onda de 660 nm. Esta técnica utiliza un autoanalizador para automatizar el proceso (McKean 1993).

Pasos para realizar la metodología establecida:

- La descripción utiliza el sistema de skalar instruments.
- Bajo los siguientes ajustes, la duración de la muestra es de 60 segundos.
- La duración de lavado es de 60 segundos.
- Tiempo de aire es de 1 segundo.
- Registrador de 200 mv.
- 15 minutos para estabilizar
- Tomar en cuenta que el patrón más concentrado (10 ppm N) tiene una sensibilidad de 500 unidades de absorción.

Tabla 3-14: *Indicador para Amonio (NH4)*

Rango en ppm	Rango en Kg/ha	Ponderación	Valoración
< 20	< 41.6	Bajo	1
20 – 40	41.6 - 83.2	Moderado	5
> 40	> 83.2	Bueno	10

Fuente: (Cañola y Rodríguez 2015)

Realizado por: Yanchatipán L., 2024.

#### 3.4.5.16 Fosforo (P)

Para determinar el fosforo se realizó mediante el método de colorimetría Olsen, este método puede extraer fosforo de todos los tipos de suelo ya sea suelos ácidos y alcalinos. El pH de esta extracción es de 8.5 de bicarbonato de sodio. Los iones de bicarbonato precipitan en los suelos alcalinos, reduciendo la actividad del calcio en la solución, esto hace más fácil extraer los fosfatos de calcio más solubles. Los iones de bicarbonato reemplazan a los fosfatos de hierro y aluminio en los suelos más ácidos. El aumento del pH de la solución facilita la extracción de fosfato de superficie con carga dependiente del pH (McKean 1993).

Pasos para realizar la metodología establecida:

- Colocar 2.5 g de suelo en un tubo con tapa (50 ml) y luego agregue 30 ml de NaHCO<sub>3</sub> 0.5 M (pH 8.5)
- Agitar durante 30 min.
- Colocar tubos de ensayo para filtrar las muestras, después de 5 min. Detenga la filtración.
- Usando una pipeta automática, tome 5 ml de la solución filtrada de patrón y agregue 1 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (2.5 M), agitar bien para quitar las burbujas.
- Usar una pipeta para agregar 10 ml de la solución de trabajo para el desarrollo de color y espere 15 min.
- Utilizar la concentración o la absorbancia para calibrar el espectrofotómetro con patrones a una longitud de onda de 660 nm.
- Leer las muestras y determinar la concentración de fosforo.

**Tabla 3-15: Indicador para el Fosforo (P)**

Rango en ppm	Rango en Kg/ha	Ponderación	Valoración
< 10	< 20.8	Bajo	1
10 – 20	20.8 – 41.6	Moderado	5
> 20	> 41.6	Bueno	10

**Fuente:**(Cañola y Rodríguez 2015)

**Realizado por:** Yanchatipán L., 2024.

### 3.4.5.17 Contenido de Boro (B).

Para analizar el contenido de boro se utilizó el método de colorimetría, donde se usa azometina-H para determinar la cantidad de boro presente en el extracto mediante colorimetría. Este método es simple, rápido y no causa muchos problemas, el pH extracto debe estar entre 4.9 y 5.1 después de agregar la sal disódica de Etilendiamina Tetra Acético Acido (EDTA) y la solución tampón de acetato de amonio para eliminar las interferencias. Debido a la presencia de boro y azometina en la solución, se forma un complejo amarillo en este rango de pH (Arbeláez et al. 2021).

Pasos para realizar la metodología establecida:

- Para llevar a cabo esta práctica se deben utilizar muestra de suelo previamente secadas a una temperatura no superior a los 40 °C y tamizadas con una abertura de 2 mm.
- Luego se debe colocar 10 g de suelo en tubos de 50 ml de plástico con tapa roscad.
- Colocar 20 ml de agua desionizada y cerrar los tubos.
- Colocar los tubos en baño María durante 15 min a 100 °C luego enfriar y filtrar.
- Colocar alícuotas de 2 ml de extractos y estándares en tubos plásticos.
- Agregar 4 ml de solución buffer y 2 ml de reactivo de color.
- Agitar durante 15 min y dejar reposar durante 45 min.
- Configurar el espectrofotómetro a 430 nm.
- Leer las muestras y calcular el contenido de Boro.

**Tabla 3-16: Indicador para el Boro (B)**

Rango en ppm	Rango en kg/ha	Ponderación	Valoración
< 0.5	< 1	Bajo	1
0.5 – 1	1 – 2.1	Moderado	5
>1	> 2.1	Bueno	10

**Fuente:** (Cañola y Rodríguez 2015).

**Realizado por:** Yanchatipán L., 2024.

3.4.5.18 *Contenido de Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Hierro (Fe), Manganeso (Mn).*

Para ello se realizó mediante el método de Absorción atómica, se basa en identificar los elementos que absorben energía en un rango de 180 nanómetros a 789 nanómetros en el espectro electromagnético. La calibración del equipo se realiza preparando una serie de soluciones con concentraciones conocidas del elemento a analizar y registrando su absorbancia correspondiente. Esta curva de calibración se utilizará como patrón de referencia del equipo, que mediante la interpolación de los datos nos permitirá conocer la concentración de nuestra muestra problemática (Gómez 2013).

Pasos para realizar la metodología establecida:

### **Extracción**

- Pesarse 5 g de suelo seco, poner en un recipiente de vidrio y agregar 25 ml de NH<sub>4</sub>OAc 1M Ph7 con la ayuda del dispensador y poner en agitación por 10 minutos.
- Tomar una pieza de papel filtro y doblar por la mitad en dos veces, después abrir por uno de los lados y colocar en un embudo analítico.
- Pasar la solución de suelo a través del papel filtro y leer en el espectrofotómetro de absorción atómica.

### **Preparación de las curvas**

- Tomar 10 ml del patrón primario de 1000 ppm, llevar a un balón de 100 ml y aforar este será nuestro patrón secundario.
- A partir de este patrón secundario programar el volumen deseado en la micropipeta y tomar las alícuotas para la elaboración de la curva.

*Tabla 3-17: Indicador de los diferentes elementos químicos en el suelo*

Elemento	Rango		Ponderación	Valoración
	En meq/100 ml	En kg/ha		
Potasio (K)	< 0.2	-	Bajo	1
	0.2 – 0.4	-	Moderado	5
	> 0.4	-	Bueno	10
Calcio (Ca)	< 4	-	Bajo	1
	4 – 8	-	Moderado	5

	> 8	-	Bueno	10
Magnesio (Mg)	< 1	-	Bajo	1
	1 – 2	-	Moderado	5
	> 2	-	Bueno	10
Elemento	Rango		Ponderación	Valoración
	En ppm	En kg/ha		
Zinc (Zn)	< 2	< 4.2	Bajo	1
	2 – 7	4.2 – 14.6	Moderado	5
	>7	> 14.6	Bueno	10
Cobre (Cu)	< 1	< 2.1	Bajo	1
	1 – 4	2.1 – 8.3	Moderado	5
	> 4	> 8.3	Bueno	10
Hierro (Fe)	< 20	< 41.6	Bajo	1
	20 – 40	41.6 - 83.2	Moderado	5
	> 40	> 83.2	Bueno	10
Manganeso (Mn)	< 5	< 10.4	Bajo	1
	5 – 15	10.4 - 31.2	Moderado	5
	> 15	> 31.2	Bueno	10

Fuente: Cañola y Rodríguez (2015);Amores (1992).

Realizado por: Yanchatipán L., 2024.

#### 3.4.5.19 Contenido de Azufre (S)

Para calcular la cantidad de sulfato extraído, se ha utilizado el método de turbidimetría. La turbidimetría es un índice de la pérdida de luz transmitida causada por las partículas suspendidas en la solución. La baja solubilidad del sulfato de bario sustenta la técnica. Los cristales de cloruro de bario se agregan a la solución filtrada para comenzar la formación de cristales de sulfato de bario. La gelatina se usa también para suspender el precipitado, lo que permite el sulfato por turbidimetría (McKean 1993).

Pasos para realizar la metodología establecida:

- Colocar 10 g de suelo en un recipiente de 125 ml.
- Agregar 50 ml de fosfato de calcio (0.08 M) y agitar por 30 min.
- Filtrar la suspensión por gravedad en un tubo de ensayo con papel filtro doble.
- Tomar una alícuota de 10 ml de los patrones de trabajo y de las muestras.
- Agregar 2 ml de solución semilla.
- Añadir 4 ml de gelatina y mezclar suavemente.

- Dejar reposar por 45 min.
- Utilice la concentración o la absorbancia para calibrar el espectrofotómetro con patrones a una longitud de onda de 420 nm.
- Agitar la turbidimetría de las muestras antes de leer.
- Calcular la concentración de azufre en  $\mu\text{g S } g^{-1}$  suelo.

*Tabla 3-18: Indicador para Azufre*

Rango en ppm	Rango en kg/ha	Ponderación	Valoración
<10	<20.8	Bajo	1
10 – 20	20.8 – 41.6	Moderado	5
>20	>41.6	Bueno	10

**Fuente:**(Cañola y Rodríguez 2015)

**Realizado por:** Yanchatipán L., 2024.

#### 3.4.520 Evaluación para la determinación de la actividad Biológica

Para realizar este parámetro se realizó con el método TSBF (Tropical Soil Biology and Fertility; Anderson e Ingram, 1993), lo cual consiste en cavar 5 cuadrantes de suelo de 25x25 cm hasta una profundidad de 20 cm, luego se sustrae la tierra por cada cuadrante y se coloca en bandejas plásticas, para revisar en el campo y recolectar todos los organismos visibles con la utilización de pinceles y pinzas pequeñas. Poner la macrofauna extraída en recipientes de plástico o vidrio con alcohol etílico del 70 % cantidad suficiente que cubra los organismos recolectados y taparlas. Marcar con etiquetas pequeñas sus respectivos datos: tipo de cultivo, numero de cuadrante, fecha de recolección etc. Para obtener los resultados se efectuó mediante el conteo de un mayor número de individuos de organismos detritívoros o en particular de lombrices de tierra (numeradores en las relaciones) contra un menor número de individuos de organismos no detritívoros o en particular de hormigas (denominadores en las relaciones) y los resultados se obtendrá mediante la división como planteada (Cabrera y Dávila 2014).

#### **Formula:**

Detritívoros / No Detritívoros (Omnívoros+Herbívoros+Depredadores)

**Tabla 3-19: Indicadores**

<b>Indicador (situación)</b>	<b>Rango (Valoración)</b>
Sin signos de actividad biológica, sistemas con baja calidad del suelo, valores < 1	1
Se observan macroinvertebrados, meso invertebrados, sistemas moderados de calidad de suelo, con valor de 1	5
Presencia de Macroinvertebrados, meso nutrientes y micro invertebrados, sistemas con alta calidad del suelo, con valores >1	10

**Fuente:** (Altieri y Nicholls 2013;Cabrera y Dávila 2014).

**Realizado por:** Yanchatipán L., 2024.

### 3.5 Evaluación de parámetros de Sanidad de cultivo

La metodología utilizada para evaluar la sanidad vegetal es el fitosanitario o diagnóstico de salud vegetal. Este procedimiento consiste en elaborar una tabla para cada método a estudiar, se evaluara visualmente para identificar la presencia o ausencia de los síntomas producidos por factores bióticos o abióticos que se presentan en las plantas y determinar si están afectadas por enfermedades, plagas u otros factores que puedan perjudicar su bienestar(García y Tovar 2019).

**Tabla 3-20: Rango de acuerdo con la sanidad de cultivo**

<b>Sanidad de cultivo</b>			
<b>Parámetros</b>	<b>Código</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Valoración</b>
Apariencia	SC-1	Cultivo clorótico o descolorido, con signos severos de deficiencia de nutrimentos.	1
		Cultivo verde claro, con algunas decoloraciones.	5
		Follaje verde intenso, sin signos de deficiencia	10
Incidencia de enfermedades y plagas	SC-2	Susceptible a enfermedades, más del 50 % de plantas con síntomas.	1
		Entre 20-45% de plantas con síntomas de leves a severos.	5
		Resistentes, menos del 20% de plantas con síntomas leves	10
Competencia por malezas	SC-3	Cultivos estresados dominados por malezas	1
		Presencia media de malezas, cultivo sufre competencia	5
		Cultivo vigoroso, se sobrepone a malezas, o malezas chapeadas no causan problemas	10
	SC-4	Susceptibles, no se recuperan bien después de un estrés.	1

Resistencia o tolerancia al estrés		Sufren en época seca o muy lluviosa, se recuperan lentamente.	5
		Soportan lluvias intensas.	10
Rendimiento actual o potencial	SC-5	Bajo con relación al promedio de la zona	1
		Medio, aceptable con relación al promedio de la zona	5
		Bueno o alto, con relación al promedio de la zona	10
Sistema agrosilvopastoril	SC-6	Presencia de Agricultura, ganadería y Forestal	1
		Presencia de Agricultura y ganadería	5
		Presencia de Agricultura	10
Diversidad vegetal	SC-7	Monocultivo sin sombra	1
		Con solo una especie de sombra	5
		Con más de dos especies de sombra, e incluso otros cultivos o malezas dominantes	10
Crecimiento del cultivo	SC-8	Cultivo poco denso, de crecimiento pobre, tallos y ramas cortas y quebradizas. Muy poco crecimiento de nuevo follaje	1
		Cultivo más denso, pero no uniforme con crecimiento nuevo con ramas y tallos aun delgados.	5
		Cultivo denso uniforme buen crecimiento, con ramas y tallos gruesos y firmes.	10
Sistema de manejo	SC-9	Monocultivo convencional, manejado con agroquímicos	1
		En transición a orgánico, con sustitución de insumos	5
		Orgánico diversificado, con poco uso de insumos orgánicos o biológicos	10
Diversidad natural circundante	SC-10	Rodeado por otros cultivos, campos baldíos o carretera	1
		Rodeado al menos en un lado por vegetación natural	5
		Rodeado al menos en un 50 % de sus bordes por vegetación natural	10

**Fuente:** (Altieri y Nicholls 2013)

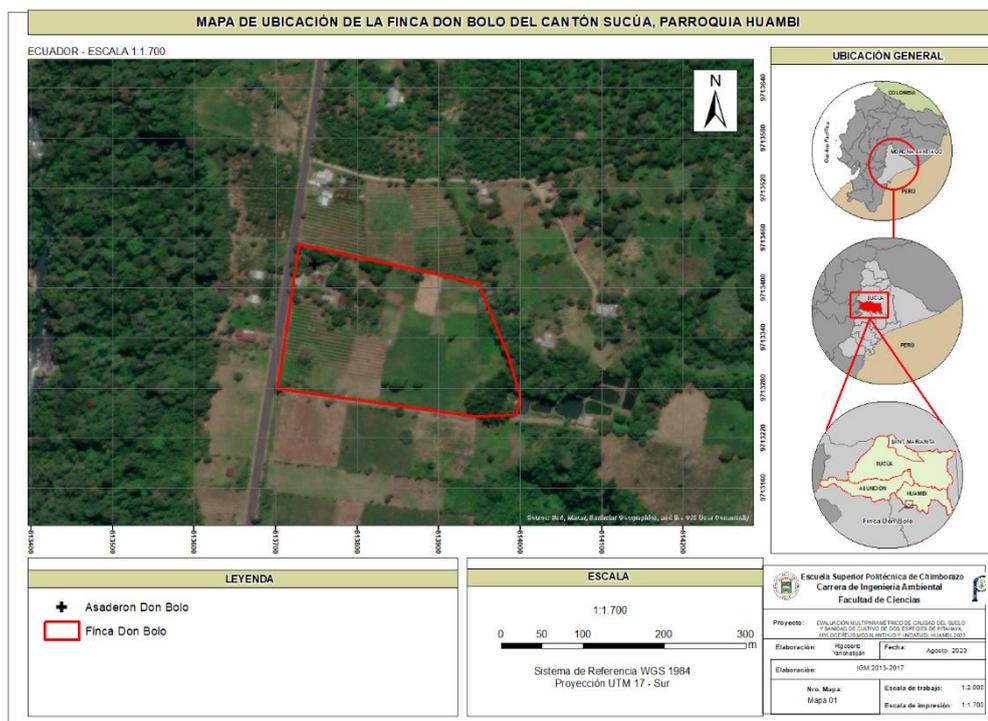
**Realizado por:** Yanchatipán L., 2024.

## CAPÍTULO IV

### 4 MARCO DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Identificación de la zona de estudio

El trabajo de investigación se llevó a cabo en la finca Don Bolo, ubicada a 6 km de la Parroquia de Huambi, Provincia de Morona Santiago, en la vía principal que conduce al Cantón Logroño. Geográficamente se encuentra situada en las coordenadas de 2°35'22.7" latitud Sur 78°10'43.2" longitud Oeste, mientras que su altitud está comprendida entre los 570-2130 m.s.n.m.



*Ilustración 4-1: Ubicación de la finca "DON BOLO"*

Realizado por: Yanchatipán L., 2024.

## 4.2 Determinación de las áreas de estudio

### 4.2.1 Puntos de muestreo de la pitahaya amarilla y roja

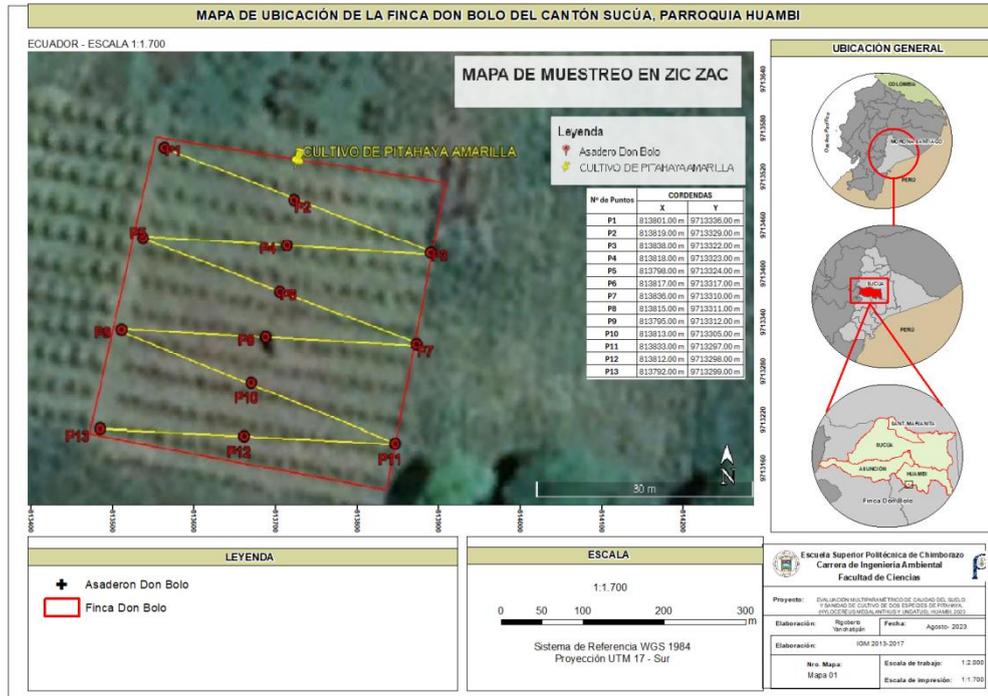


Ilustración 4-2: Mapa de puntos de muestreo del cultivo de pitahaya amarilla

Realizado por: Yanchatipán L., 2024.

Los puntos de muestreo para las dos especies de pitahaya se distribuyeron en un patrón de zigzag, con un total de trece puntos, donde se recogieron las muestras de suelo. Para el análisis de la sanidad vegetal se llevó a cabo de manera aleatoria a 25 plantas de cada especie.

## 4.3 Procesamiento, análisis e interpretación de resultados

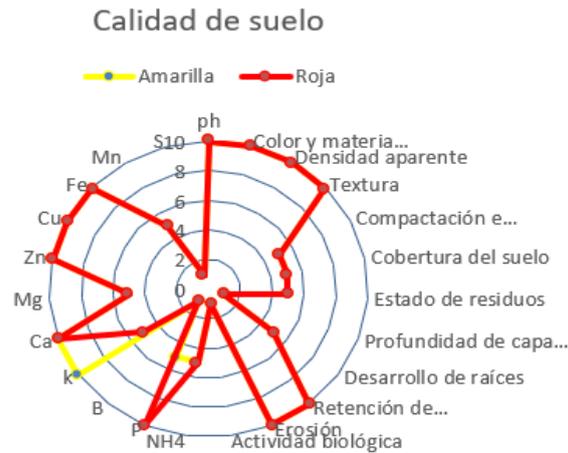
### 4.3.1 Evaluación de Calidad del suelo.

Para poder comparar el resultado final para la calidad del suelo y sanidad vegetal, se tomará en cuenta los siguientes rangos; los valores de 1 a 3.9 (será igual a 1 con un valor o ponderación baja o pobre), de 4 a 6.9 (será igual a 5 con un valor o ponderación moderado) y de 7 a 9.9 (será igual a 10 con un valor o ponderación Bueno). De la misma manera para poder comparar la valoración de los macro y micronutrientes de las dos especies de pitahaya se tomará en cuenta los datos iniciales con sus respectivas unidades, es decir los resultados en ppm y meq/100mL.

**Tabla 4-1:** Resultados de la Pitahaya Amarilla y Roja

Parámetros	Pitahaya Amarilla					Pitahaya Roja				
	Características	Resultados	Unidad	Valoración	Ponderación	Características	Resultados	Unidad	Valoración	Ponderación
pH	Medianamente ácido	5.88	Adim.	10	Bueno	Medianamente ácido	5.99	Adim.	10	Bueno
Color del suelo	Amarillo pardusco Marrón obscuro	10 YR 6/8 – Seco 10 YR 3/3 – Húmedo	Adim.	10	Bueno	Pardo amarillento Marrón obscuro	10YR 5/6 – Seco 10YR 3/3 - Húmedo	Adim.	10	Bueno
Densidad aparente	-	0.83	g/cm <sup>3</sup>	10	Bueno	-	0.88	g/cm <sup>3</sup>	10	Bueno
Textura del suelo	Arena 47 % Limo 35% Arcilla 18%	Franco	Adim.	10	Bueno	Arena 51 % Limo 25% Arcilla 24%	Franco-Arenoso-Arcilloso	Adim.	10	Bueno
Materia orgánica	-	12	%	10	Bueno	-	10.84	%	10	Bueno
Compactación	-	Estructura con pocos poros	Adim.	5	Moderado	-	Estructura con pocos poros	Adim.	5	Moderado
Cobertura del suelo	-	30	%	5	Moderado	-	30	%	5	moderado
Estado de los residuos	-	En proceso de descomposición	Adim.	5	Moderado	-	En proceso de descomposición	Adim.	5	Moderado
Infiltración	-	0.95	cm/hr	5	Moderado	-	1.08	cm/hr	5	Moderado
Profundidad de capa arable	-	9	cm	1	Bajo	-	10	cm	1	Bajo
Profundidad de las raíces	-	20	cm	5	Moderado	-	20	cm	5	Moderado
Determinación de la retención de humedad	-	78	%	10	Bueno	-	58	%	10	Bueno
Erosión	-	No existe presencia de erosión hidráulica	Adim.	10	Bueno	-	No existe presencia de erosión hidráulica	Adim.	10	Bueno
Actividad biológica	-	0.5	Adim.	1	Bajo	-	0.65	Adim.	1	Bajo
Contenido de amonio (Nh <sub>4</sub> )	Ppm a kg/ha	39.1	ppm	5	Moderado	Ppm a kg/ha	28.2	ppm	5	Moderado
		64.9	Kg/ha				70.5	Kg/ha		
Contenido de Fosforo (P)	“	16.3	ppm	5	Moderado	“	22.6	ppm	10	Bueno
		27.1	Kg/ha				56.5	Kg/ha		
Contenido de Boro (B)	“	0.33	ppm	1	Bajo	“	0.29	ppm	1	Bajo
		0.5	Kg/ha				0.7	Kg/ha		
Contenido de Potasio (K)	Meq/100mL a kg/ha	0.84	meq/100mL	10	Bueno	Meq/100mL a kg/ha	0.34	meq/100mL	5	Moderado
			Kg/ha					Kg/ha		
Contenido de Calcio (Ca)	“	15.59	meq/100mL	10	Bueno	“	15.73	meq/100mL	10	Bueno
			Kg/ha					Kg/ha		

Realizado por: Yanchatipán L., 2024.



*Ilustración 4-3: Calidad del suelo*

**Realizado por:** Yanchatipán L., 2024.

#### **4.3.2 Interpretación de resultados para calidad de suelo de las dos especies de Pitahaya**

Según los resultados de la tabla 21, los valores de pH para la pitahaya amarilla es 5.88 y 5.99 para la pitahaya roja, los dos están dentro de la misma categoría, medianamente ácido, por lo que no hay diferencias en las condiciones que puedan afectar negativamente el suelo y el crecimiento de las plantas, lo que concuerda con lo expuesto por Rodríguez (2023), donde el suelo analizado en su estudio tiene un valor de 5.75 medianamente ácido referente al suelo.

Como menciona Mora (2011), el pH óptimo para cultivo de pitaya esta entre 5.5 y 6.5, por lo que los dos cultivos se encuentran dentro del rango adecuado, para un buen crecimiento, desarrollo y producción.

Para evaluar el parámetro color del suelo, en estado seco, la pitahaya amarilla obtuvo un pardusco y en la roja un pardo amarillento, característico de la presencia de materia orgánica en el suelo, lo que es positivo para la calidad del suelo y sanidad de cultivo. Mientras que el análisis del color del suelo húmedo, tanto en la pitahaya amarilla y la roja muestran una tonalidad marrón oscuro lo cual es positivo ya que indica una buena retención de agua, presencia de humus y nutrientes. La tonalidad del suelo analizados concuerda con lo reportado por Palma (2021), donde estudios realizados en nuestro país, región amazónica el color del suelo es marrón obscuro.

El tono amarillo o pardo amarillento sugiere la presencia minerales ricos en hierro (Eraso et al. 2011), donde la variación en el color del suelo seco se debe a diferencias en la composición mineral o la cantidad de materia orgánica presente en el mismo.

El suelo del cultivo de pitahaya amarilla tiene una densidad aparente de 0.83 g/cm<sup>3</sup> mientras que el suelo de la pitahaya roja tiene una densidad de 0,88 g/cm<sup>3</sup>, no existiendo una diferencia significativa para este valor, considerándose adecuadas para el desarrollo del cultivo. Estos valores se asemejan con el estudio de Verón y Ulcuango (2019), donde el suelo analizado tiene un valor de 0.65g/cm<sup>3</sup> referente a la densidad aparente, esto se debe a su distribución de tamaños de poros y la conductividad hidráulica , que puede variar de acuerdo al tipo de uso del suelo, localidad y profundidad. Lo que indica que los valores obtenidos están dentro de los rangos establecido.

Con lo que concuerda con lo expuesto por Antúnez et al. (2007), donde valores por debajo de 1.1 g/cm<sup>3</sup> se estiman apropiados para una densidad aparente, una menor densidad, como en la pitahaya amarilla, suele indicar una mejor porosidad, penetración de raíces y nutrientes para las plantas, dado que los valores de densidad aparente son menores con los rangos de evaluación se espera un buen desarrollo radicular y estado nutricional de las dos especies de pitaya.

En cuanto a la textura la pitahaya amarilla se puede observar un porcentaje de arena de 47%, limo 35% y arcilla 18% clasificándose como un suelo franco, mientras que la pitahaya tiene un porcentaje de arena de 51%, limo 25% y arcilla 24% clasificándose como un suelo franco-arenoso-arcilloso. Lo que concuerda con Dioses y Bermeo (2020), dado que los cultivos de pitahaya prefiere al grupo de suelos francos y franco-arenoso-arcilloso por tener un buen drenaje y una buena disponibilidad de humedad.

Los dos suelos tienen un contenido relativamente alto de arena, lo cual contribuye a una buena aireación y drenaje, así mismo la pitahaya amarilla tiene un mayor contenido de limo, lo cual influye en la capacidad de retención de agua, concluyendo que los dos tipos de suelo tienen una textura buena, lo cual es beneficioso para el crecimiento y desarrollo del cultivo.

La pitahaya amarilla (12%) tiene un nivel ligeramente más alto de materia orgánica en comparación con la pitahaya roja 10.84 %. Lo que concuerda con lo expuesto por González et al. (2019), donde la materia orgánica analizado fue de 12.1%, lo cual se debe fundamentalmente a las condiciones edafoclimáticas, acumulación de residuos animales y vegetales propios de la Amazonía.

Al tener una diferencia mínima, el suelo de la pitahaya amarilla tendrá una leve ventaja por su mayor contenido de materia orgánica disponible frente al suelo del cultivo de pitahaya roja, lo que indica que el contenido de materia orgánica es beneficioso para la fertilidad de los suelos, mejorando la retención de agua y disponibilidad de nutrientes.

La compactación e infiltración de agua en los dos suelos son moderados, la pitahaya roja tiene una tasa de infiltración ligeramente superior (1.08 cm/hr frente a 0.95 cm/hr). Por lo que concuerda con Choca (2017), donde los valores obtenidos en su estudio son moderados.

Al tener una diferencia gradual en los valores dentro del rango de compactación moderada, la pitahaya roja tendrá una leve ventaja por la mayor velocidad de infiltración que se da en el suelo permitiendo una penetración de agua por capilaridad más rápida y eficiente

La cobertura del suelo en los dos tipos de cultivos de pitahaya es moderada, con un valor del 30%, lo que no se diferencia entre las condiciones de los suelos para desarrollar las variedades de pitahaya. Con lo que concuerda con Raffo (2021), en su estudio de evaluación y sustentabilidad en fincas de producción de pitahaya con manejo orgánico y convencional.

La cobertura del suelo es esencial para ayudar a reducir la erosión, mantener la humedad y mantener una temperatura constante en el suelo, de acuerdo con las recomendaciones técnicas se estima que la cobertura del suelo ideal es 50%, lo cual es beneficioso para el desarrollo de las raíces y la actividad microbiana.

Para los dos sistemas de producción el valor del estado de residuos es moderado, siendo equivalentes en los dos procesos, ya que la actividad de microorganismos y proceso de degradación de los residuos generan ventajas comparativas en el desarrollo del cultivo. Lo que concuerda con las recomendaciones de Raffo (2021), en una evaluación y sustentabilidad en fincas de producción de pitahaya con manejo orgánico y convencional.

Al tener el mismo estado de residuos moderados en los dos tipos de cultivos indica igual actividad microbiana y disponibilidad de nutrientes, teniendo en cuenta la influencia de las condiciones climáticas y el origen de los materiales en la velocidad de descomposición de los residuos en las fincas.

Para la pitahaya amarilla, la profundidad de la capa arable del suelo es de 9 cm, por lo que se clasificó como rango bajo, la profundidad de la capa arable de la pitahaya roja fue ligeramente mayor, 10 cm, clasificada en nivel bajo. En concordancia con Dioses y Bermeo (2020), donde los valores obtenidos en su estudio son de 10 cm, contando con un horizontes superficiales o llamada también capa arable, para el desarrollo del cultivo.

Los dos sistemas de producción cuentan con una capa arable relativamente delgada, por debajo de un valor ideal, lo cual limita el crecimiento de raíces y la disponibilidad de nutrientes para las plantas, siendo una desventaja equivalente para el anclaje, desarrollo de las raíces y desarrollo de los cultivos.

Para los suelos de las dos especies de cultivo, el desarrollo de las raíces fue clasificado como moderado con una longitud de 20 cm, lo cual no existe diferencia significativa. Con lo que sus valores se asemeja con Morocho (2021), donde la longitud de las raíces tienen de 5 a 25 cm y su área de expansión aproximadamente es de 30 cm.

Al no tener una diferencia significativa el desarrollo de las raíces en los dos tipos de pitahaya, indica que ninguno de los dos tipos de suelo alcanzo el nivel óptimo, pero tampoco fueron deficientes, en consecuencia, las raíces de ambas variedades están teniendo un crecimiento regulado por el tamaño de la capa arable.

En el parámetro retención de humedad el suelo del cultivo de pitahaya amarilla presenta una retención de humedad del 78% clasificado como buena, mientras que, en el cultivo de pitahaya roja, la retención de humedad del suelo es de 58%, también clasificada como buena. Con lo que se asemeja a los valores expuesto por Medina (2022), donde la humedad del suelo es de 70% catalogadas como buenos.

La pitahaya amarilla muestra una mayor retención de humedad en comparación con la pitahaya roja, esto se debe a diferencias en la textura y estructura de los suelos, con mayor contenido de arcilla y materia orgánica en el suelo de la pitahaya amarilla, al no tener una diferencia significativa es beneficioso para el cultivo, asegurando un buen proceso de conservación y manejo sostenible de suelo.

El parámetro erosión, al comparar los resultados, no se da el proceso de erosión, catalogado en el rango de bueno. Con lo que concuerda con Noellemeyer et al. (2021), donde indica que en el suelo se movilizan partículas pequeñas, en días con presencia de viento o en momentos de labranzas, catalogada como una erosión baja.

La erosión es un problema que puede afectar la fertilidad y estructura del suelo, lo que se busca en cultivo de pitaya es evitar la erosión para mantener las condiciones físicas y químicas del suelo. Dado que en los dos tipos de cultivo de pitahaya la erosión ha sido catalogada como baja, implica que no se presentó este problema de forma significativa en ningunos de los dos suelos evaluados.

Según los datos presentados, tanto en el cultivo de pitahaya amarilla y la pitahaya roja, la actividad biológica del suelo ha sido clasificada como bajo. Lo que concuerda con lo analizado por Pinos (2022), en su investigación respecto a calidad de suelo a partir de indicadores físicos y químicos aplicado a tres usos de suelo, en lo cual demuestra que la actividad microbiana es baja por el exceso de agroquímicos y su acumulación en el suelo.

La baja actividad biológica indica una limitada presencia de organismos beneficiosos para el suelo, provocando deficiencias nutricionales y reducción del crecimiento del cultivo. Esto se debe a diversos factores, uno de ellos es el uso excesivo de fertilizantes químicos y pesticidas, que impactan negativamente la actividad de microorganismos beneficiosos.

De acuerdo con los datos obtenidos de contenido de amonio en los suelos, en el cultivo de pitahaya amarilla presenta 64.9 kg/ha de amonio, rango moderado, y para el cultivo de pitahaya roja contiene 70.5 kg/ha de amonio, encontrándose en el mismo rango moderado, este elemento puede ser asimilado por los vegetales de manera directa. Lo que concuerda con lo analizado por Silva, Pohlen y Centeno (2004), en su investigación respecto a efectos agrobiológicos de coberturas verdes en el cultivo de pitahaya, en lo cual demuestra que el rango moderado disminuye el contenido de materia orgánica, haciendo que los nutrientes sean menos accesibles.

El moderado contenido de amonio se debe a una mineralización moderada de la materia orgánica o a las aplicaciones localizadas de fertilizantes nitrogenados en el cultivo.

Según los datos obtenidos, el contenido de fósforo en los suelos de cultivo de pitahaya amarilla presenta un nivel de 27.1 kg/ha, catalogado como moderado, mientras que la pitahaya roja tiene un mayor contenido con 56.5 kg/ha, clasificado como bueno, existiendo una diferencia significativa en cantidad de este elemento. Con lo que se asocia con lo analizado por Mejía y Montes (2006), en su investigación respecto a efectos de tres especies de leguminosas sobre la dinámica poblacional, abundancia, diversidad de malezas y su aporte de (NPK) a partir de la materia orgánica al suelo en el cultivo de pitahaya, donde indica que una bajo contenido de fosforo puede asociarse a la presencia de las alófanas arcillas de origen volcánico que fija de forma irreversible al fosfato.

El bajo contenido de fósforo en la pitahaya roja también atribuye a la sequía, fenómeno que afecta al proceso de mineralización de los diferentes compuestos orgánicos por lo que no permitió cuantificar una cantidad disponible de fósforo en comparación con la pitahaya amarilla.

Según los datos proporcionados, el contenido de boro para la pitahaya amarilla el valor es de 0.5

kg/ha y la pitahaya roja tiene un valor de 0.7 kg/ha, es decir que los dos tipos de suelo presentan un contenido de boro clasificado como bajo, indicando niveles insuficientes de este micronutriente esencial para el cultivo de pitahaya. Lo que concuerda con lo expuesto por Cañola y Rodríguez (2015), donde en su investigación sobre la variabilidad entre los suelos de uso forestal y ganadero, indica que los valores de boro no están dentro de los rangos establecidos.

La carencia de boro limita el desarrollo y productividad de los cultivos, generando problemas fisiológicos y de crecimiento de frutos, debido a que el boro es necesario para para el cuajado de frutos y el desarrollo de semillas.

Según los datos presentados, se observan diferencias en los niveles de contenido de potasio en el suelo de dos tipos de cultivo de pitahaya, para pitahaya amarilla está catalogada como bueno, a diferencia de la pitahaya roja es catalogado como moderado, esto indica que los niveles de este nutriente son bajos en el cultivo de pitahaya roja. Lo que concuerda con lo expuesto por Cañola y Rodríguez (2015), donde en su investigación sobre la variedad entre suelos de uso forestal y ganadero, indica que los valores de potasio no están dentro de los rangos establecidos.

En el caso de la pitahaya roja el contenido de potasio es moderado, esto se debe varios factores como materia orgánica, pH, textura, etc, que afectan la retención de potasio en el suelo, pero, aunque no sean óptimos, aun son suficientes para respaldar un crecimiento aceptable de las plantas.

Según los datos obtenidos, el contenido de calcio en el suelo para las dos variedades de pitahaya es catalogado como bueno, se observa con una pequeña diferencia significativas, siendo el suelo de pitahaya roja superior en contenido de calcio, pero su diferencia es mínima. Con lo que concuerda con lo expuesto por Cañola y Rodríguez (2015), donde en su investigación indica que los valores de calcio están dentro de los rangos establecidos.

El calcio es un nutriente importante para el desarrollo de la pitahaya, interviene en la división y estabilidad de las paredes celulares y crecimiento de la fruta. Considerando que los dos suelos se encuentran en un buen rango de calcio, se espera que este elemento no sea limitante para un buen desarrollo productivo y calidad de la fruta en ninguno de las dos especies de cultivo.

Según los datos establecidos, el contenido de magnesio en el suelo para las dos variedades de pitahaya es catalogado como moderado para el cultivo. Lo que concuerda con lo expuesto por Cañola y Rodríguez (2015), donde en su investigación indica que los valores de magnesio están dentro de los rangos establecidos.

El magnesio cumple funciones importantes en la planta como activación enzimática, constituyente a la clorofila, transporte de fosforo. Al ser catalogados como moderado en contenido de magnesio en los dos tipos de cultivo pueden estar afectando estos procesos fisiológicos.

Según los datos obtenidos, la pitahaya amarilla tiene un valor de 17.8 kg/ha, mientras que la pitahaya roja tiene un valor de 19.2 kg/ha, es decir que el contenido de zinc en el suelo para las dos variedades de pitahaya se clasifica como bueno con una pequeña diferencia significativa. Lo que concuerda con lo expuesto por Cañola y Rodríguez (2015), donde en su investigación sobre la variabilidad entre los suelos de uso forestal y ganadero, indica que los valores de zinc están dentro de los rangos establecidos.

El zinc participa en la formación de auxinas que estimulan el crecimiento, dado que los contenidos de zinc tienen un nivel bueno en los dos cultivos, los frutos tendrán un tamaño y formas uniformes, mayor resistencia a las enfermedades en estos cultivos.

Según los datos de cobre disponible en los suelos, el cultivo de pitahaya amarilla presenta 36.5 kg/ha de cobre, catalogado como bueno, y el cultivo de pitahaya roja tiene 50.1 kg/ha de cobre, igualmente clasificado como bueno. Indicando niveles adecuados de este micronutriente para el cultivo de pitahaya. Lo que concuerda con lo expuesto por Cañola y Rodríguez (2015), donde en su investigación sobre la variabilidad entre los suelos de uso forestal y ganadero, indica que los valores de cobre están dentro de los rangos establecidos.

El buen nivel de cobre beneficia a las dos especies de cultivo de pitahaya, ya que el cobre estimula el crecimiento, mejora la polinización y fertilización e interviene en la síntesis de azúcares y vitamina C y su rendimiento serán altos por hectárea, gracias al buen estado nutricional de cobre.

De acuerdo con los datos de contenido de hierro en los suelos de cultivo de pitahaya, en el suelo de pitahaya amarilla el contenido de hierro es de 213.6 kg/ha, clasificado como bueno; para el suelo de pitahaya roja tiene un nivel mayor de hierro es de 268.5 kg/ha, también catalogado como bueno. Lo que concuerda con Díaz (2022), en su investigación de prospección y análisis de las plantaciones de cultivo de pitahaya o fruta de dragón, donde indica que la pitahaya es rica en hierro y que sus valores están dentro de los rangos establecidos.

Se evidencia que los dos suelos son adecuados en cuanto al contenido de hierro, donde este nutriente participa en la formación de clorofila y mejora la viabilidad del polen, por lo tanto, los frutos tendrán una buena calidad, forma, color y tamaño, tomando en cuenta que al ser ligeramente superior en el caso del cultivo de pitahaya roja tendrá una ventaja mínima, pero su diferencia es

significativa.

Según los datos de manganeso disponible en los suelos, el cultivo de pitahaya amarilla presenta 17.8 kg/ha de manganeso, catalogado como moderado, y el cultivo de pitahaya roja tiene 19.2 kg/ha de manganeso, igualmente clasificado como moderado. Los contenidos son similares en ambos casos, con una pequeña diferencia a favor del suelo de pitahaya roja. Lo que concuerda con lo expuesto por Cañola y Rodríguez (2015), donde en su investigación sobre la variabilidad entre los suelos de uso forestal, indican que los valores de manganeso son moderados de acuerdo a los rangos establecidos.

Debido a que los niveles son catalogados como moderados, podrían llegar a ser limitantes para el adecuado desarrollo y productividad del cultivo, el rendimiento por planta tendrá una disminución leve pero notable en comparación con niveles adecuados de manganeso.

Para el contenido de azufre según los datos, indica que en el suelo de cultivo de pitahaya amarilla tiene 11.7 kg/ha, considerado pobre y para el suelo de pitahaya roja registra 8.3 kg/ha, también clasificado como pobre. Lo que concuerda con lo expuesto por Cañola y Rodríguez (2015), donde en su investigación sobre la variabilidad entre los suelos de uso forestal, indica que los valores de azufre no están dentro de los rangos establecidos.

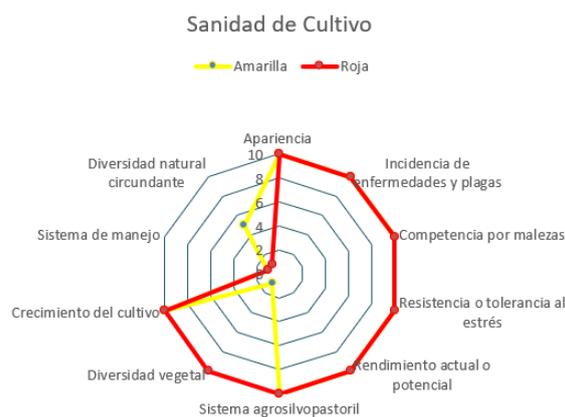
La deficiencia de azufre puede afectar negativamente el rendimiento y calidad de los dos cultivos, con crecimiento limitado, menor número de flores, viabilidad de polen disminuida y provocando caídas de frutas.

#### 4.3.3 Evaluación de Sanidad de cultivo

**Tabla 4-2: Resultados de Pitahaya Amarilla y Roja**

Parámetros	Código	Pitahaya Amarilla		Pitahaya Roja	
		Valoración	Ponderación	Valoración	ponderación
Apariencia	SC-1	10	Bueno	10	Bueno
Incidencia de enfermedades y plagas	SC-2	10	Bueno	10	Bueno
Competencia por malezas	SC-3	10	Bueno	10	Bueno
Resistencia o tolerancia al estrés	SC-4	10	Bueno	10	Bueno
Rendimiento actual o potencial	SC-5	10	Bueno	10	Bueno
Sistema agrosilvopastoril	SC-6	10	Bueno	10	Bueno
Diversidad vegetal	SC-7	1	Bajo	10	Bueno
Crecimiento del cultivo	SC-8	10	Bueno	10	Bueno
Sistema de manejo	SC-9	1	Bajo	1	Bajo
Diversidad natural circundante	SC-10	5	Moderado	1	Bajo
Total		7.7		8.2	

Realizado por: Yanchatipán L., 2024.



*Ilustración 4-4: Sanidad del suelo*

Realizado por: Yanchatipán L., 2024.

#### 4.3.4 Interpretación de resultados para sanidad de cultivo de las dos especies de Pitahaya.

De acuerdo con los resultados de la tabla 22, tanto el suelo de cultivo de Pitahaya Amarilla como el de Pitahaya Roja tienen una apariencia calificada con un valor de 10 es decir con un follaje verde intenso, sin signos de deficiencia como indica los rangos de la tabla 20. Lo que concuerda con lo analizado por Vargas et al. (2020), respecto a un manual de cultivo de pitahaya para la Amazonia Ecuatoriana.

El suelo en ambos casos presenta condiciones favorables para el cultivo de pitahayas en lo que respecta a su salud, la buena apariencia del suelo puede estar asociada con factores como una adecuada aireación del suelo, niveles apropiados de humedad, materia orgánica y presencia de nutrientes esenciales.

Según los datos presentados, para la incidencia de enfermedades y plagas, tanto el cultivo de pitahaya amarilla como el de pitahaya roja son calificadas con un valor de 10, de acuerdo con los rangos establecidos en la tabla 20, donde muestran una incidencia de enfermedades y plagas menos al 20%, con sólo síntomas leves en algunas plantas, esta situación es catalogada como resistente en las especies de cultivos. Lo que concuerda con lo analizado por (Raffo 2021), en su investigación respecto a evaluación y sustentabilidad en fincas de producción de pitahayas con manejo orgánico y convencional.

La presencia de enfermedades y plagas puede afectar significativamente la producción y la calidad de fruta en el cultivo de pitaya y al tener una baja incidencia es positiva. Dado que en los dos cultivos la incidencia de enfermedades y plagas se catalogó como buena, significa que no hubo problemas serios que afecten el normal desarrollo y productividad de las plantas, por tanto, los

dos cultivos no tienen una diferencia significativa y presentan condiciones favorables, esto debiéndose a prácticas de manejo adecuadas, monitoreo regular, control biológico o uso de prácticas agrícolas sustentables.

Según los datos obtenidos, sobre competencia por malezas en los dos sistemas de cultivos de pitahaya son calificados con un valor de 10, de acuerdo con los rangos de la tabla 20, muestran un cultivo vigoroso que se sobrepone a las malezas, y las malezas chapeadas no causan problemas. Lo que concuerda con lo analizado por Raffo (2021), en su investigación respecto a evaluación y sustentabilidad en fincas de producción de pitahayas con manejo orgánico y convencional.

Dado que en los dos tipos de cultivo la competencia por malezas se catalogó como buena, significa que no hubo problemas importantes de interferencia que afectaran el desarrollo de las plantas, señalando un buen control de malezas y un vigor saludable en las plantas de pitahaya. Esto indica que las condiciones respecto al control de malezas fueron equivalentes y adecuados en los dos tipos de suelos evaluados sin generar competencia perjudicial en ninguno de los dos casos.

La evaluación de la resistencia o tolerancia al estrés en las dos especies de cultivo pitahaya, son calificados con un valor de 10, de acuerdo con los rangos de la tabla 20, soportan lluvias intensas. Lo que concuerda con lo analizado por Dumroese y Haase (2012), en su investigación respecto a evaluación y calidad de la planta.

Dado que en los dos tipos de cultivo la resistencia o tolerancia al estrés se catalogó como buena, indica que las plantas son capaces de sobrellevar condiciones climáticas adversas, lo cual es crucial para mantener la salud y el rendimiento del cultivo, sin generar competencia perjudicial en ninguno de ellos dos casos.

De acuerdo con los datos de la evaluación sobre el rendimiento actual o potencial en las dos especies de cultivo de pitahaya, tienen un valor de 10, catalogadas como bueno en comparación al promedio de la zona donde se ubica el cultivo como indica los rangos de la tabla 20. Lo que concuerda con lo analizado por Dumroese y Haase (2012), en su investigación respecto a evaluación y calidad de la planta.

Dado que en los dos tipos de cultivo el rendimiento actual o potencial se catalogó como buena, señala que la presencia de nutrientes esenciales en el suelo puede estar contribuyendo al buen desarrollo y rendimiento de los cultivos de pitahaya, sin generar competencia perjudicial en ninguno de ellos dos casos.

La evaluación del sistema agrosilvopastoril en las dos especies de cultivo de pitahaya es asignada con un valor de 10, de acuerdo con los rangos de la tabla 20, catalogadas como bueno es decir los dos tipos de suelos están con presencia de agricultura, lo cual es positivo. Lo que concuerda con lo analizado por Silva-Olaya et al. (2022), en su investigación respecto a los sistemas silvopastoriles mejoran la salud del suelo en la Amazonia.

Dado que en los dos tipos de cultivo el sistema agrosilvopastoril catalogado como bueno, no existe diferencia significativa. Un sistema agrosilvopastoril implica la integración de árboles, cultivos y pastoreo en la misma área, proporcionando beneficios múltiples como diversificación, conservación del suelo y sostenibilidad. La presencia de agricultura en un sistema agrosilvopastoril es una estrategia que puede generar beneficios tanto para el medio ambiente como para la productividad agrícola.

Según los datos provistos sobre diversidad vegetal, de acuerdo con los rangos de la tabla 20, la pitahaya amarilla: tiene un valor de 1 catalogada como bajo, que corresponde a un monocultivo sin presencia de sombra, en comparación con la pitahaya roja: donde tiene un valor de 10 catalogada como bueno, donde señala que existen más de 2 especies de sombra, además de otros cultivos o malezas dominantes. Se interpreta que el cultivo de pitahaya roja tiene una mayor diversidad de especies vegetales en comparación al monocultivo de pitahaya amarilla. Lo que concuerda con lo analizado por Raffo (2021), en su investigación respecto a evaluación y sustentabilidad en fincas de producción de pitahayas con manejo orgánico y convencional.

Dado que la pitahaya amarilla presento baja diversidad vegetal, puede verse afectada en los aspectos de regulación microbiana. A diferencia de la pitahaya roja, la diversidad catalogada como buena tiene ventaja de mejor condición para el crecimiento, además la presencia de sombra, especialmente de otras especies vegetales, puede proporcionar beneficios como la conservación del suelo, regulación de la temperatura y hábitats para fauna benéfica.

La evaluación sobre el crecimiento del cultivo, en las dos especies de cultivos de pitahaya es asignada con un valor de 10 catalogadas como bueno, de acuerdo con los rangos de la tabla 20, es decir, cultivo es denso uniforme, buen crecimiento, con ramas y tallos gruesos y firmes, muestra que ambos sistemas tienen un crecimiento excelente y uniforme. Lo que concuerda con lo analizado por Dumroese y Haase (2012), en su investigación respecto a evaluación y calidad de la planta.

Dado que en las dos especies de cultivo el crecimiento fue catalogado como bueno, significa que las plantas presentaron un desarrollo vegetativo dentro de los parámetros normales para las

especies en esta etapa de cultivo, el crecimiento adecuado está relacionado con el desarrollo de la planta, expresada en altura, diámetro del tallo etc. Donde además indica que las condiciones de crecimiento fueron equivalentes y favorables en los dos suelos evaluados.

De acuerdo con los resultados establecidos sobre el sistema de manejo, en las dos especies de cultivos de pitahaya es asignada con un valor de 1 catalogadas como bajo, de acuerdo con los rangos de la tabla 20, es decir, es un monocultivo convencional, manejado con agroquímicos. Lo que concuerda con lo analizado por Vargas et al. (2020), respecto a un manual de cultivo de pitahaya para la Amazonia Ecuatoriana.

El sistema de manejo hace referencia al conjunto de prácticas y labores implementadas en el cultivo, como podas, preparación del suelo, riego, control de plagas, etc., Dado que en los dos tipos de cultivo de pitahaya el sistema de manejo fue catalogado como bajo, significa que las labores y practicas llevadas a cabo son insuficientes o inadecuados en los dos cultivos, esto revela que ambos sistemas se gestionan de manera convencional y dependen de agroquímicos.

Según los datos provistos sobre diversidad natural circundante, de acuerdo con los rangos de la tabla 20, la pitahaya amarilla tiene un valor de 5 catalogada como moderada, donde señala que está rodeado al menos en un lado por vegetación natural, en comparación con la pitahaya roja, donde tiene un valor de 1 catalogada como bajo, señala que está rodeado por otros cultivos, campos baldíos o carretera. Lo que concuerda con lo analizado por Raffo (2021), en su investigación respecto a evaluación y sustentabilidad en fincas de producción de pitahayas con manejo orgánico y convencional.

La variedad natural circundante se refiere a la variedad de plantas y animales presentes en los alrededores del cultivo. Dado que los cultivos de pitahaya amarilla presento diversidad natural moderada, tiene ciertas ventajas respecto al control biológico de plagas y sustentabilidad del sistema productivo a comparación con la pitahaya roja, cuya diversidad circundante es cataloga como baja.

**4.3.5 Evaluación de la Sustentabilidad para las dos especies de cultivo de Pitahaya.**

**Tabla 4-3: Resultados de la sustentabilidad de los dos cultivos de pitahaya**

Rangos	Ponderación	Pitahaya Amarilla		Pitahaya Roja	
		Calidad de suelo	Sanidad de cultivo	Calidad de suelo	Sanidad de cultivo
7.1 - 10	Sustentable		X		X
4.1 - 7	Moderadamente Sustentable	X		X	
1 - 4	No Sustentable				

Realizado por: Yanchatipán L., 2024.

**4.3.6 Análisis de la hipótesis**

Al comparar los dos sistemas de producción convencional del cultivo de pitahaya variedad roja y amarilla presentan diferencias significativas en relación con los parámetros de calidad de suelo y sanidad de cultivo, por tanto, se rechaza la hipótesis nula.

## CAPÍTULO V

### 5 MARCO PROPOSITIVO

#### 5.1 Propuesta

**Tabla 4-4:** Propuestas y alternativas de algunos autores para el suelo y sistemas productivos

<b>Problema</b>	<b>Propuestas y alternativas para el suelo y sistemas productivos de las dos especies de pitahaya.</b>	<b>Citas autores</b>
Compactación e infiltración, calificada como moderna (5), en las dos especies de cultivo de pitahaya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de abonos verdes y cubiertas vegetales.</li> <li>• Aplicación de enmiendas orgánicas como compost, humus o biosólidos.</li> <li>• Utilización de cultivos de cobertura</li> </ul>	(Uvidia 2023)
Cobertura del suelo, calificada como moderada (5), en las dos especies de cultivo de pitahaya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar mantillo o mulch orgánico como hojas secas, bagazo de caña o rastrojos de cultivos, esto protege el suelo y retiene humedad.</li> <li>• No quemar los residuos de poda o cosecha, usarlos como mulch protector del suelo.</li> <li>• Utilizar residuos orgánicos como pulpa de café, bagazo o cascarilla de arroz como coberturas.</li> </ul>	(González 2012)
Desarrollo de las raíces, calificada como moderada (5), en las dos especies de cultivo de pitahaya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar compost o vermicompost como fuentes de nutrientes y de materia orgánica para las raíces.</li> <li>• Uso de biofertilizantes con hongos micorrízicos arbusculares.</li> <li>• Aplicación de riego por goteo subsurface para promover el crecimiento de las raíces laterales.</li> <li>• Realizar podas de raíces para estimular el desarrollo de nuevas raicillas.</li> </ul>	(Villegas y Laines 2017)
Capa arable, calificada como bajo (1), en las dos especies de cultivo de pitahaya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de abonos verdes y cubiertas vegetales para proteger y enriquecer el suelo superficial.</li> <li>• Realizar una labranza de conservación con laboreo mínimo para preservar la estructura del suelo.</li> <li>• Aplicación de compost y abonos orgánicos.</li> </ul>	(Michel y Grand 2020)
Actividad Biológica, calificada como bajo (1), en las dos especies de cultivo de pitahaya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar regularmente bocashi, compost, humus o abonos orgánicos para estimular la biota del suelo.</li> </ul>	(Noguera-Talavera et al. 2017)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar biofertilizantes con microorganismos benéficos como micorrizas, <i>azospirillum</i> o <i>trichoderma</i>.</li> <li>• Limitar el uso de agroquímicos, pesticidas y fertilizantes de síntesis.</li> <li>• Permitir la diversificación vegetal con malezas inocuas para atraer más biodiversidad.</li> </ul>	
Contenido de Amonio, calificada moderado (5), en las dos especies de cultivo de pitahaya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de biofertilizantes con <i>azospirillum</i>, bacteria fijadora de nitrógeno que incrementa compuestos nitrogenados en el suelo.</li> <li>• Realizar fertirriego con estiércoles o purines fertirrigados que liberan amonio al descomponerse.</li> <li>• Colocación de extractos de algas marinas que contienen aminoácidos y compuestos nitrogenados biodisponibles.</li> <li>• Utilización de abonos verdes para fijar nitrógeno atmosférico</li> </ul>	(Orús et al. 2011)
Contenido fosforo, calificada como moderada (5), en las dos especies de cultivo de pitahaya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Usar biofertilizantes con hongos micorrícicos, que mejoran la absorción de nutrientes como el fosforo.</li> <li>• Usar bacterias solubilizadoras de fosforo como: <i>pseudomonas striata</i> aplicación de dosis (1x10<sup>8</sup> bacterias viables/kg de suelo), <i>bacillus megaterium</i> aplicación de dosis (1x10<sup>8</sup> a 1 x10<sup>10</sup> bacterias viables/kg de suelo), <i>burkholderia cepacia</i> aplicación de dosis (1x10<sup>10</sup> bacterias viables/kg de suelo).</li> <li>• Aplicación de <i>trichoderma</i> para la solubilización de fosforo.</li> <li>• Aplicación de BIOL, concentrado de fosforo a manera de Drench</li> <li>• Aplicación de ácidos húmicos y fúlvicos extraídos de proceso de compost</li> </ul>	(Bonifaz y Rubio 2023); (Monge-Pérez et al. 2022)
Contenido de Potasio, calificada como moderado (5), en el	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de residuos de cosechas ricas en potasio, tal como: cascara de plátano, rastrojos de avena, arroz, frijol, pulpa de café.</li> </ul>	(Cabrera et al. 2018)

cultivo de la pitahaya roja.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar compost o abono orgánico rico en potasio como estiércol, gallinaza, humus de lombriz y otros desechos vegetales.</li> <li>• Aplicación de biofertilizantes enriquecidos en potasio como purinas, Purín y Biol.</li> </ul>	
Contenido de magnesio, calificada como moderada (5), en las dos especies de cultivo de pitahaya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de bacterias solubilizadoras de magnesio como: <i>Azospirillum</i>, <i>Bacillus</i>, <i>Pseudomonas</i>, aplicación de dosis (1x10<sup>11</sup> – 1x10<sup>13</sup> células bacterianas/ha).</li> <li>• Usar biofertilizantes con hongos micorrícicos, que mejoran la absorción de nutrientes de magnesio.</li> <li>• Aplicación de BIOL, concentrado de magnesio a manera de Drench.</li> </ul>	(Monge-Pérez et al. 2022)
Contenido de manganeso, calificada como moderada (5), en las dos especies de cultivo de pitahaya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicación de BIOL, concentrado de manganeso a manera de Drench.</li> <li>• Usar biofertilizantes con hongos micorrícicos, que mejoran la absorción de nutrientes como de manganeso.</li> <li>• Aplicación de bacterias solubilizadoras de manganeso como: <i>Burkholderia</i>, <i>Pseudomonas</i>, <i>Bacillus</i>, aplicación de dosis (1x10<sup>11</sup> – 1x10<sup>13</sup> células bacterianas/ha).</li> <li>• Aplicación de manganeso.</li> </ul>	(Monge-Pérez et al. 2022)
Contenido de Boro, calificada como bajo (1), en las dos especies de cultivo de pitahaya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incorporar al suelo materia orgánica como compost, humus o estiércol, que liberan el boro lentamente.</li> <li>• Usar turba enriquecida con boro.</li> <li>• Aplicación de Biofertilizantes de Caimito (<i>chrysophyllum cainito</i>).</li> </ul>	(Borreno 2003)
Contenido de Azufre, calificada como bajo (1), en las dos especies de cultivo de pitahaya.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar residuos orgánicos ricos en azufre, como estiércol de aves, plumas, lana y sangre seca manejados mediante compostaje.</li> <li>• Aplicación de bacterias solubilizadoras de azufre como: <i>Thiobacillus spp</i>, <i>Bacillus</i>, <i>Pseudomonas</i>, aplicación de dosis (1x10<sup>11</sup> – 1x10<sup>13</sup> células bacterianas/ha)</li> <li>• Aplicación de Biofertilizantes de</li> </ul>	(Rofner, Levano y Trigo 2021)

	<p>quebrabarrigo (<i>Trichanthera gigantea</i>).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aplicar caldo bordelés, dosis: uso profesional al aire libre de (3.75-5 kg/ha).</li> <li>• Rociar con extractos de ajo de monte, cebolla que contienen azufre</li> </ul>	
<p>Diversidad Vegetal, calificada como bajo (1), en el cultivo de pitahaya amarilla.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La pitahaya necesita la luz indirecta para mejora la diversidad vegetal. Por ello, lo óptimo para la zona subtropical es instalar una semisombra de al menos 30 - 40%, como guaba, zapote, guanábana.</li> <li>• Evitar el uso de plaguicidas y fertilizantes químicos que perjudican la biodiversidad.</li> <li>• En algunos modelos de producción también se valora la iluminación artificial (paneles solares), forzando la floración de la pitahaya al aumentar el número de horas de luz.</li> </ul>	<p>(Ruiz et al. 2020)</p>
<p>Diversidad natural circundante, calificada como moderada (5) en el cultivo de pitahaya Amarilla y bajo (1) en cultivo de pitahaya Roja.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conservar y restaurar zonas de vegetación nativa como bosques, matorrales o humedales dentro o alrededor de la finca.</li> <li>• Establecer corredores biológicos como cercas vivas, filas de árboles o franjas de vegetación que conecten parches de hábitat natural.</li> <li>• Crear barreos de vegetación con especies nativas para controlar erosión y dar refugio a depredadores de plagas.</li> <li>• Evitar la contaminación de fuentes de agua cercanas y manejar bien efluentes orgánicos</li> <li>• No usar agroquímicos que perjudiquen la biodiversidad en zonas aledañas</li> </ul>	<p>(Diaz 2023)</p>

Realizado por: Yanchatipán L., 2024.

## CAPÍTULO VI

### 6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1 Conclusiones

Se diagnosticó el cultivo de las dos especies de pitahaya (*Hylocereus Megalanthus* y *Undatus*), mediante indicadores de calidad de suelo y sanidad de cultivo, donde en el laboratorio de ESPOCH SEDE MORONA SANTIAGO permitió recopilar los datos para conocer que parámetros se ven afectados y mejorarlos para una producción sustentable. Las propiedades físico-químico del suelo en el cultivo de pitahaya amarilla (*Hylocereus*) en la finca Don “BOLO” presentó contenidos moderados en amonio, fosforo, magnesio, manganeso y contenidos bajos en boro y azufre, el resto de los nutrientes se encontraron en concentraciones adecuadas para la nutrición vegetal, dado que este suelo tiene una textura franca, presento una densidad aparente de 0.83 g/cm<sup>3</sup> y un pH de 5.88 medianamente acido, indican condiciones no compactadas, propicias para el suelo. Para el cultivo de pitahaya roja (*Undatus*) presentó contenidos moderados en amonio, potasio, magnesio, manganeso y contenidos bajos en boro y azufre, su textura es franco-arenoso-arcilloso, presentó una densidad aparente de 0.88g/cm<sup>3</sup> y un pH de 5.99 medianamente acido. Con respecto a la actividad microbiana en el cultivo de las dos especies de pitahaya existió poca presencia de invertebrados, esto se debe al uso excesivo de fertilizantes químicos y pesticidas, que pueden impactar negativamente la actividad de microorganismos beneficiosos.

Para sanidad vegetal del cultivo, en la pitahaya amarilla se reflejó un nivel pobre (bajo) en diversidad vegetal, sistema de manejo y un nivel moderado en diversidad natural circundante, mientras que para el cultivo de la pitahaya roja se obtuvo un nivel pobre (bajo) en sistema de manejo y en diversidad natural circundante, lo que conlleva a la perdida de nutrientes, vulnerabilidad y desequilibrio de la actividad biológica, comprometiendo la sustentabilidad y productividad a largo plazo del cultivo.

Se analizó el sistema de producción convencional de las dos especies de pitahaya (*Hylocereus Megalanthus* y *Undatus*) mediante indicadores, asignando ponderaciones de “Pobre o Bajo” (1), “Moderado” (5) y “Bueno” (10) con relación a los niveles apropiados para cada parámetro relacionado con el cultivo de dos especies de pitahaya. Para conocer el desarrollo sustentable se basó en los rangos establecidos “Mala” (1-4), “Moderada” (4.1-7) y “Buena” (7.1-10), corroborando con la información obtenida, indica que para tanto el cultivo de pitahaya amarilla (*Hylocereus Megalanthus*) y pitahaya roja (*Undatus*) al tener valores iguales de 6.7 su calidad de suelo es moderadamente sustentable, en cuanto a sanidad vegetal la pitahaya amarilla tiene un

valor de 7.7, a diferencia que la pitahaya roja que posee un valor de 8.2, pero al estar en el mismo rango las dos especies de pitahaya es calificada como una sustentabilidad buena.

Se diseñó una propuesta sustentable de manejo de diseño del suelo-planta de las dos especies de pitahaya, considerando los parámetros calificados como moderados y bajos, tanto en la calidad de suelo y sanidad vegetal, tomando de referencia los resultados que se obtuvo en un diagrama de amebas, para la pitahaya amarilla su propuesta sustentable fue con relación a: diversidad vegetal a diferencia de la pitahaya roja la propuesta fue con relación a: contenido de potasio, mientras que para el cultivo de las dos especies fue respecto a: compactación e infiltración, cobertura del suelo, desarrollo de las raíces, capara arable, activación biológica, contenido de amonio, contenido de fosforo, contenido de magnesio, contenido de manganeso, contenido de boro, contenido de boro y diversidad vegetal.

## **6.2 Recomendaciones**

- Es importante emplear adecuadamente los materiales en el campo, para recolectar, empacar y transportar las muestras de manera que no se modifiquen antes de analizarlos, ser cuidados en el laboratorio con las muestras del suelo al realizar los respectivos análisis para obtener mejores resultados.
- Diseñar sistemas de producción agrícola que reduzcan la dependencia de insumos externos, impulsando las prácticas agrícolas sustentables, contando con el apoyo y participación de la sociedad civil y sector privado para lograr que el cultivo de la pitahaya sea exitoso, cuidando el medio ambiente y a las comunidades locales.
- Establecer indicadores universales, no predeterminados, que puedan ser utilizados para evaluar agroecosistemas, teniendo en cuenta las características locales y los objetivos específicos de cada análisis.
- Realizar más estudios similares que generen información relevante sobre el estado actual de los suelos donde se cultiva la pitahaya de dos especies principales en este cantón y en el resto de las zonas productoras del país. Este tipo de investigación aportaran datos importantes para entender la condición de los suelos, sus contenidos de macro y micro nutrientes claves en los cultivos de pitahaya, toda esta información permitirá diseñar mejores estrategias para manejar la fertilidad del suelo y la sustentabilidad de estos cultivos a nivel nacional.

## BIBLIOGRAFÍA

1. **ABAWI, G.S. & WIDMER, T.L.** "Impact of soil health management practices on soilborne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops". *Applied Soil Ecology* [en línea], 2000, (United State of America), vol. 15 (1), págs 234-255. [Consulta: 20 julio 2023]. ISSN 0929-1393. Disponible en: 10.1016/S0929-1393(00)00070-6.
2. **AFANADOR BARAJAS, L.N; et al.** "Evaluación de la calidad de suelos en agroecosistemas de Colombia a través de la selección de un conjunto mínimo de datos". *Colombia Forestal* [en línea], 2020, (United State of America), vol. 23(1), págs. 34-37. [Consulta: 17 enero 2024]. ISSN 05629-1393. Disponible en: 10.1018/S0929-1393(07)2145070-6.
3. **AGRODIARIO.** *Estos son los parámetros de análisis de suelo agrícola que debes considerar* [blog]. México: Agrodinario, 2020. [consulta: 17 febrero 2024]. Disponible en: <https://www.agrodiario.com/texto-diario/mostrar/1963189/estos-parametros-analisis-suelo-agricola-debes-considerar>.
4. **AGRODREAMS.** *Agricultura de Precisión.* [blog]. Colombia: Agrodreams, 2020. [consulta: 10 enero 2024]. Disponible en: <https://www.agrodreams.com/blog/agricultura-de-precision/#introducci%C3%B3n>.
5. **ALTAMIRANO, J.P; et al.** "Evaluation of family agriculture production systems through thresholds for the construction of sustainable proposals, Penipe Canton", *Caspian Journal of Environment Sciences* [en línea], 2023, (United State of America), vol. 22(1), págs. 34-37. [Consulta: 17 enero 2024]. ISSN 1735-3033. Disponible en: 10.22124/CJES.2024.7512
6. **ALTIERI, M. & NICHOLLS, C.** *Sistema agroecológico rápido de evaluación de calidad de suelo y salud de cultivos en el agroecosistema de café.* [blog]. Colombia: Agroeco, 2013. [consulta: 21 agosto 2023]. Disponible en: <http://www.agroeco.org/doc/SistAgroEvalSuelo2.htm>.
7. **AMORES, F.** *Clima, suelos, nutrición y fertilización de cultivos en el litoral ecuatoriano.* [blog], Quito: INIAP, 2013. [consulta: 21 agosto 2023]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/1631/1/Manual%20T%C3%A9cnico%20No.%2026.pdf>.
8. **ANTÚNEZ, A; et al.** *Propiedades Físico-Hídricas del Suelo en el Cultivo del Maíz Grano* [blog], Madrid: SECTAC, 2013. [consulta: 27 agosto 2023]. Disponible en: [https://serctac.org.ec/bitstream/41000/1631/1/Propiedades\\_fisicoquimicas del agua/00075456\\_bitescreem1213](https://serctac.org.ec/bitstream/41000/1631/1/Propiedades_fisicoquimicas_del_agua/00075456_bitescreem1213)
9. **ARBELÁEZ, E; et al.** *Manual de Prácticas de Laboratorio de Tratamiento y Gestión del Suelo.* [blog]. Colombia: Universidad de la Costa, 2021. [consulta: 12 septiembre 2023].

- Disponible en: [https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/8879/LIBRO-%20Manual\\_practicas\\_de\\_laboratorio\\_de\\_tratamiento\\_y\\_gestion](https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/8879/LIBRO-%20Manual_practicas_de_laboratorio_de_tratamiento_y_gestion)
10. **AVILÉS, R.** *Introducción a la ciencia del suelo*. [en línea], México: AcademiaEdu, 2002. [consulta: 16 febrero 2024]. Disponible en: [https://www.academia.edu/11371547/INTRODUCCI%C3%93N\\_A\\_LA\\_CIENCIA\\_DEL\\_SUELO](https://www.academia.edu/11371547/INTRODUCCI%C3%93N_A_LA_CIENCIA_DEL_SUELO).
  11. **BALENDRES, M.A. & BENGOA, J.C.** "Diseases of dragon fruit (*Hylocereus* species): Etiology and current management options". *Crop Protection* [en línea], 2029, (México), vol. 126 (2), págs 234-267. [consulta: 16 febrero 2024]. ISSN 0261-2194. Disponible en: 10.1016/j.cropro.2019.104920.
  12. **BEJAR, S.J; et al.** "Curvas de retención de humedad y modelos de pedotransferencia en un Andosol bajo distintos usos de suelo". *Revista mexicana de ciencias forestales* [en línea], 2020, (Perú), vol. 11(59), págs. 34-56. [consulta: 16 febrero 2024]. ISSN 2007-1132. Disponible en: 10.29298/rmcf.v11i59.666.
  13. **BENÍTEZ, V.E.** LOS Productores agropecuarios de morona organizados bajo una estrategia de red. 9ª ed. Madrid-España: Antares, 2011, págs. 49-70.
  14. **BONIFAZ, P. & RUBIO, T.** Producción de metabolitos secundarios mediante fermentación líquida a partir de *Trichoderma* y *Bacillus* para el control de hongos aislados de pitahaya roja (*Hylocereus Undatus*). [en línea], (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad Politécnica Salesiana, Quito-Ecuador. 2018. págs. 234-255. . [Consulta: 2023-03-24]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/26262/1/UPS-GT004714.pdf>.
  15. **BONILLA, N; et al.** "Enhancing Soil Quality and Plant Health Through Suppressive Organic Amendments". *Diversity*, [en línea], 2012. (Perú), vol. 4(4), [consulta: 16 febrero 2024]. Disponible en: 10.3390/d4040475.
  16. **BORRENO, C.** *Abonos orgánicos*. [blog]. Quito: Infoagro, 2003. [consulta: 28 febrero 2024]. Disponible en: [https://www.infoagro.com/documentos/abonos\\_organicos.asp](https://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp).
  17. **CABIDO, M.** *Impacto de la agricultura sobre la extensión, distribución y biodiversidad de ecosistemas naturales*. [blog]. Medellín: Maxagro, 2013. [consulta: 12 febrero 2024]. Disponible en: [https://www.maxagro.com/documentos/distribucion\\_de\\_la\\_biodiversidad.asp/8687612\\_extención\\_distribucion\\_ecosisistemas\\_naturales](https://www.maxagro.com/documentos/distribucion_de_la_biodiversidad.asp/8687612_extención_distribucion_ecosisistemas_naturales).
  18. **CABRERA, A. & DÁVILA, G.** *Manual práctico sobre la macrofauna edáfica como indicador biológico de la calidad del suelo, según resultados en Cuba* [blog]. United State of America: Amazonaws, 2014. [consulta: 12 febrero 2024]. Disponible en: [https://ruffordorg.s3.amazonaws.com/media/project\\_reports/Manual%20Pr%C3%A1ctico%20Sobre%20la%20Macrofauna%20del%20Suelo.pdf](https://ruffordorg.s3.amazonaws.com/media/project_reports/Manual%20Pr%C3%A1ctico%20Sobre%20la%20Macrofauna%20del%20Suelo.pdf).

19. **CABRERA, C; et al.** "Evaluación de dos abonos orgánicos líquidos en la producción del cultivo de pitahaya (*hylocereus undatus*) en el litoral ecuatoriana". *Journal of Organic Nature*. [en línea], 2020, (United State of America), vol. 127 (2), págs. 199-205. [Consulta: 20 agosto 2009]. ISSN 1090-7807. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1006/jmre.1997.1203>
20. **CALVIÑO, F.** *Incidencia y Severidad en Cultivos: Claves para Estimar Pérdidas de Rendimiento - Cultiva*. [blog]. Argentina: SIMA, 2023. [consulta: 10 enero 2024]. Disponible en: <https://blog.sima.ag/2023/incidencia-y-severidad-en-cultivos/>.
21. **CAÑOLA, D.J. & RODRÍGUEZ, J.W.** Variabilidad entre los suelos de uso forestal y ganadero del sitio zapote, cantón bolívar, provincia de Manabí. [blog], Manabí: ESPAM, 2023. [consulta: 13 enero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.espam.edu.ec/bitstream/42000/230/1/TMA77.pdf>.
22. **CARRERA, E.** Efectos de microorganismos eficientes (EM) en el enraizamiento y desarrollo vegetativo de cladodios *de pitahaya (Hylocereus undatus)*, [En línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Universidad Científica del Sur, Manizales. Bogotá-Colombia. 2023. págs. 50-73. [Consulta: 2023-03-25]. Disponible en: <https://repositorio.cientifica.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12805/3139/TL-Carrera%20E-Ext.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
23. **CEDEÑO, L.** Respuesta de las varetas de Pitahaya (*Hylocereus undatus*) a tres bioestimulantes y tres dosis a nivel de vivero. [en línea], (Trabajo de titulación) (Grado). Universidad Estatal del Sur de Manabí, Manabí-Ecuador. 2023. págs. 50-73. [Consulta: 2023-03-25]. Disponible en: <https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/5745/1/Cede%c3%b1o%20Acu%c3%b1a%20Luis%20An%c3%adb1.pdf>.
24. **CHÁVEZ, I; et al.** Análisis físico - químicos y microbiológicos del suelo. *gob.mx* [blog]. México: INIFAP, 2023. [consulta: 13 diciembre 2023]. Disponible en: <http://www.gob.mx/inifap/articulos/analisis-fisico-quimicos-y-microbiologicos-del-suelo?idiom=es>.
25. **CHERLINKA, V.** *Salinidad Del Suelo: Causas, Señales Y Efectos De La Salinización*. [blog]. United State of America: EOS, 2023. [consulta: 10 enero 2024]. Disponible en: <https://eos.com/es/blog/salinidad-del-suelo/>.
26. **CHOCA, J.** Propuesta de índice de calidad de suelos para la reserva de producción faunística de Chimborazo [en línea], (Trabajo de titulación) (Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2017. págs. 50-73. [Consulta: 2023-03-25]. Disponible en: <http://dspace.esoch.edu.ec/bitstream/123456789/8532/1/236T0316.pdf>.
27. **CISNEROS, F.** *El manejo integrado de plagas*. Madrid-España: LAGOS, 1992, pág. 16

28. **CÓRDOVA, H.** Manejo agronómico del cultivo de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en el Ecuador [en línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo-Ecuador. 2022. págs. 70-73. [Consulta: 2023-03-25]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/11372/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000388.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
29. **CRESPO, C.** *Guía técnica de campo para la evaluación visual de los suelos*. [blog]. Argentina: PortalFruticola.com, 2016. [consulta: 20 abril 2024]. Disponible en: <https://www.portalfruticola.com/noticias/2016/12/14/guia-tecnica-de-campo-para-la-evaluacion-visual-de-los-suelos/>.
30. **CRISTACHE, S.E; et al.** "Organic versus Conventional Farming—A Paradigm for the Sustainable Development of the European Countries". *Sustainability* [en línea], 2018, (United State of America), vol. 10 (11), págs. 199-205. [Consulta: 20 agosto 2009]. Disponible en: 10.3390/su10114279.
31. **DE LA ROSA, D. & SOBRAL, R.** "Soil Quality and Methods for its Assessment", *Land Use and Soil Resources* [en línea]. 2008. (United State of America), vol. 14 (23), págs. 167-200. [consulta: 18 noviembre 2023]. ISBN 978-1-4020-6778-5. Disponible en: [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6778-5\\_9](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6778-5_9).
32. **DÍAZ, E.** Prospección y análisis de la pitahaya en España. [en línea], 2022, (España), vol. 13 (10), págs. 9-20. [Consulta: 20 agosto 2023]. Disponible en [en línea], Disponible en: <https://ceigram.upm.es/wp-content/uploads/2022/10/TFG-Enrique-Diaz.pdf>.
33. **DIAZ, E.** Evolución de la sostenibilidad del cultivo de pitahaya en el distrito de Churuja [en línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Universidad Nacional Toribio Rodríguez, Chachapoyas-Perú. 2023. págs. 70-73. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/3218/Diaz%20Bacalla%20Edwar%20Javier.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
34. **DÍAZ, J.** "Biología y manejo postcosecha de pitahaya roja y amarilla (*Hylocereus* spp y *Selenicereus* spp)", *La Calera* [en línea]. 2005. (Perú), vol. 5 (6), págs. 167-200. [consulta: 18 noviembre 2023]. ISBN 978-1-4020-6778-5.
35. **DIOSES, D. & BERMEO, T.** 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. [en línea], Disponible en: <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/606/1/T.AGROP.B.UEA.1126>.
36. **DORAN, J.W.** *Determinantes de la calidad y salud del suelo. Calidad del suelo y erosión del suelo* [blog]. Argentina: CalidadINFO, 1999. [consulta: 20 abril 2024]. Disponible en: <https://www.CalidadINFO.com/2/14/guia-tecnica-de-campo-para-la-evaluacion-visual-de-los-suelos/>.
37. **DORAN, J.W. & ZEISS, M.R.** "Soil health and sustainability: managing the biotic

- component of soil quality". *Applied Soil Ecology* [en línea]. 2000. (Colombia), vol. 15 (1), págs. 167-200. [consulta: 18 noviembre 2023]. ISSN 0929-1393. Disponible en: 10.1016/S0929-1393(00)00067-6.
38. **DUMROESE, K. & HAASE, D.** *Evaluación de la calidad de la planta* [blog]. Argentina: Fontagro, 2012. [consulta: 18 noviembre 2023]. Disponible en: [https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/16111\\_-\\_Producto\\_9.pdf](https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/16111_-_Producto_9.pdf)
  39. **EOS DATA ANALYTICS.** *Agricultura Orgánica: El Modelo Agrícola Y Sus Principios.* [blog]. España: EOS, 2021. [consulta: 11 julio 2023]. Disponible en: <https://eos.com/es/blog/agricultura-organica/>.
  40. **ERASO, D; et al.** *Ante los efectos de la variabilidad climática desde la finca del productor.* [blog]. Colombia: SAC, 2011. [consulta: 11 julio 2023]. Disponible en: <https://sac.org.co/wp-content/uploads/2013/05/Cartilla-Suelos.pdf>.
  41. **ETCHEVERRY, M.C.** Aprovechamiento sustentable de los recursos hídricos para riego complementario de cultivos extensivos en la cuenca del río Arrecifes, provincia de Buenos Aires [en línea]. (Trabajo de titulación) (Maestría). Universidad Nacional de La Plata., La Plata-Argentina. 2014. págs. 70-73. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/34474>.
  42. **FAO.** *Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales* [blog]. United State of America: FAO, 2018. [consulta: 11 julio 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i8864es/I8864ES.pdf>.
  43. **FAO.** *The State of Food and Agriculture. Publications* [blog]. United State of America: FAO, 2023 [consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/publications/home/fao-flagship-publications/the-state-of-food-and-agriculture/en>.
  44. **FAO.** *Propiedades Físicas, Portal de Suelos de la FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.* [blog]. United State of America: FAO, 2024 [consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.fao.org/soils-portal/soil-survey/propiedades-del-suelo/propiedades-fisicas/es/>.
  45. **GARCÍA, J.** Consideraciones básicas sobre la agricultura sostenible. *Acta Académica*, vol. 44, no. Mayo, ISSN 2215-583X.
  46. **GARCÍA, S. & TOVAR, D.** *Metodología de diagnóstico de plagas en viveros forestales.* Madrid-España: Métodos, 2019, pág. 34.
  47. **GARCÍA, Y; et al.** Indicadores de la calidad de los suelos: una nueva manera de evaluar este recurso. *Pastos y Forrajes* [en línea], 2012, (México), vol. 35 (2), págs. 29-55. [Consulta: 12 enero 2024]., vol. 35, no. 2, ISSN 0864-0394. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/2691/269125071001.pdf>
  48. **GÓMEZ, J.** *Manual de Prácticas de Campo y del Laboratorio de Suelos.* Madrid-España:

- Franskelker, 2013, pág. 245-256.
49. **GOMIERO, T.** "Soil and crop management to save food and enhance food security. En: C.M. GALANAKIS", *Saving Food* [en línea], 2019, (United State of America), vol. 368 (4), págs. 29-55. [Consulta: 12 enero 2024]. ISBN 978-0-12-815357-4. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012815357400002X>.
  50. **GOMIERO, T; et al.** Energy and Environmental Issues in Organic and Conventional Agriculture. *Critical Reviews in Plant Sciences* [en línea], 2008, (Chile), vol. 27 (4), págs. 29-55. [Consulta: 12 enero 2024]. ISSN 0735-2689. Disponible en: 10.1080/07352680802225456.
  51. **GONZÁLEZ, C; et al.** "Estudios de infiltración y determinación de la constante de permeabilidad en los suelos de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Talca". *Science press*, [en línea], 2020, (Chile), vol. 27 (4), págs. 29-55. [Consulta: 12 enero 2024]. ISSN 0735-2689. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/343004923\\_Estudios\\_de\\_infiltracion\\_y\\_determinacion\\_de\\_la\\_constante\\_de\\_permeabilidad\\_en\\_los\\_suelos\\_de\\_la\\_Facultad\\_de\\_Ingenieria\\_a\\_Universidad\\_de\\_Talca](https://www.researchgate.net/publication/343004923_Estudios_de_infiltracion_y_determinacion_de_la_constante_de_permeabilidad_en_los_suelos_de_la_Facultad_de_Ingenieria_a_Universidad_de_Talca)
  52. **GONZÁLEZ, G.** *Mulch (acolchado, mantillo)*. [blog]. México: Permacultura México, 2012 [consulta: 14 abril 2024]. Disponible en: <https://www.permacultura.org.mx/es/reporte/mulch-acolchado-mantillo/>.
  53. **GONZÁLEZ, V; et al.** "Evaluación de la calidad de los suelos en cultivares de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en la parroquia Fátima provincia de Pastaza". *Ciencia y Tecnología* [en línea], 2019, (Chile), vol. 12 (2), págs. 29-55. [Consulta: 12 enero 2024]. ISSN 1390-4043. Disponible en: 10.18779/cyt.v12i2.322.
  54. **GUAMÁN, C.** *Validación del método para determinar materia orgánica en el suelo por la técnica de Walkley And Black*. La Plata-Argentina: Westernbooks, 2018, pág. 578.
  55. **HUERA LUCERO, T; et al.** A Framework to Incorporate Biological Soil Quality Indicators into Assessing the Sustainability of Territories in the Ecuadorian Amazon. *Sustainability* [en línea], 2020, (Chile), vol. 12 (7), págs. 29-55. [Consulta: 12 enero 2024]. ISSN 2071-1050. Disponible en: 10.3390/su12073007.
  56. **IBÁÑEZ, J.** *La materia orgánica del suelo: componente imprescindible del planeta - Un Universo invisible bajo nuestros pies*. [blog]. Perú: Madrimas, 2021. [consulta: 14 abril 2024]. Disponible en: <https://www.madrimas.org/blogs/universo/2021/04/12/151806>.
  57. **IDEAGRO.** *La importancia de la actividad enzimática en el suelo para la agricultura - Ideagro*. [blog]. Perú: Ideagro, 2019. [consulta: 14 abril 2024]. Disponible en: <https://ideagro.es/la-importancia-de-la-actividad-enzimatica-en-el-suelo-para-la-agricultura/>.
  58. **INFOAGRÓNOMO.** *Técnicas de muestreo de Suelos* [blog]. Perú: InfoAgronomo, 2019.

- [consulta: 14 abril 2024]. Disponible en: <https://infoagronomo.net/tecnicas-de-muestreo-de-suelos-pdf/>.
59. **INTAGRI**. La Conductividad Eléctrica del Suelo en el Desarrollo de los Cultivos | Intagri S.C. [en línea]. [consulta: 10 enero 2024]. Disponible en: <https://www.intagri.com/articulos/suelos/la-conductividad-electrica-del-suelo-en-el-desarrollo-de-los-cultivos>.
  60. **JERONIMO, M.C; et al.** "Nutritional pharmacological and toxicological characteristics of pitaya (*Hylocereus undatus*): A review of the literature". *African Journal of Pharmacy and Pharmacology* [en línea], 2017, (Chile), vol. 11 (27), págs. 29-55. [Consulta: 12 enero 2024]. ISSN 1996-0816. Disponible en: 10.5897/AJPP2016.4582.
  61. **JIMÉNEZ CUMBICUS, G.M.** Evaluación de la calidad del suelo utilizado para la siembra de maíz en la parroquia nuevo paraíso del cantón Francisco de Orellana. ,
  62. **JIMÉNEZ, R.** *Introducción a la contaminación de suelos*. Madrid-España: Ediciones Mundi-Prensa, 2017, págs 34-37.
  63. **LABISER**. *Texturas del Suelo* [blog]. España: Laboratorio LABISER, 2014 [consulta: 14 abril 2024]. Disponible en: <https://labiser.es/textura-del-suelo/>.
  64. **LÓPEZ, M.** Principales factores de producción en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus* spp.) en el Ecuador [en línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo-Ecuador. 2023. págs. 170-273. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13873/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000489.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
  65. **LÓPEZ, R; et al.** *Manual de análisis químicos de suelos*. [en línea]. 4ª ed. Manabí-Ecuador: Gutenberg, 2022. [Consulta: 20 agosto 2023]. Disponible en: <http://www.gutenberg.org/files/2587/245687>.
  66. **MACÍAS, M.C.** Indicadores de calidad del suelo: un reto necesario para mantener adecuadamente el suelo y proteger nuestra salud. Madrid-España: Prensa Escrita EOS, 2013, pág. 56.
  67. **MAICELO, C.** Factores productivos en la competitividad de pitahaya amarilla (*hylocereus megalanthus*) en Bongara, Región Amazonas, 2021, [en línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Universidad Nacional Toribio Rodríguez, Mendoza-Argentina. 2023. págs. 170-273. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: <https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/3397/Carmen%20Eufemia%20Maicelo%20Quintana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
  68. **MAINVILLE, N; et al.** "Decrease of soil fertility and release of mercury following deforestation in the Andean Amazon, Napo River Valley, Ecuador". *Science of The Total Environment* [en línea], 2006, (Chile), vol. 368 (4), págs. 29-55. [Consulta: 12 enero 2024]. ISSN 0048-9697. Disponible en:10.1016/j.scitotenv.2005.09.064.

69. **MARTÍNEZ, A.L.** *Las diferencias entre agricultura orgánica y convencional: un análisis comparativo*. [blog]. Perú: Agroecology SL, 2023. [consulta: 14 abril 2024]. Disponible en: <https://agroecologysl.com/agricultura-convencional-y-organica/>.
70. **MCKEAN, S.** *Manual de análisis de suelos y tejido vegetal*. 1993. S.l.: s.n.
71. **MEDINA, L.** *Sistema inteligente de monitoreo y vigilancia para plantaciones agrícolas de pitahaya en el Cantón Palora basado en tecnologías IOT y LORA*. [en línea]. S.l.: s.n. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/36501/1/t2101ec.pdf>.
72. **MEJIA, L. & MONTES, C.** *Sistema de gestión del suelo agrícola y cultivos* [en línea]. 1° ed. Madrid-España:UNADE\_Editorial, 2006. [consulta: 13 febrero 2024]. Disponible en: <https://repositorio.una.edu.ni/1976/1/tnf40m516e.pdf>.
73. **MINAM.** *Guía para muestreos de suelos*. [blog]. Perú: MINAM, 2014 [consulta: 14 abril 2024]. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2013/10/GUIA-PARA-EL-MUESTREO-DE-SUELOS-final.pdf>.
74. **MONGE PÉREZ, J.E; et al.** "Efecto de un biol sobre las características del suelo y la producción de brotes en pitahaya (*Hylocereus sp.*)". *Cuadernos de Investigación UNED* [en línea], 2022, (España), vol. 14 (1), págs. 29-55. [Consulta: 12 enero 2024]. ISSN 1659-4266. [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_abstract&pid=S1659-42662022000100012&lng=en&nrm=iso&tlng=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1659-42662022000100012&lng=en&nrm=iso&tlng=es).
75. **MONSERRATE, J.** Plan de gestión estratégico para el manejo agronómico del cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*) en Ecuador [en línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo-Ecuador. 2022. págs. 170-273. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13318/E-UTB-FACIAG-AGRON-000029.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
76. **MORA, D.** *El cultivo de la pitahaya en temporada invernal* [blog]. Colombia: ICA.gob, 2011. [consulta: 14 abril 2024]. Disponible en: <https://www.ica.gov.co/getattachment/bff8ee09-c032-404b-8fcb-8c5f7d72d532/El-cultivo-de-Pitahaya-en-temporada-invernal.aspx>.
77. **MORALES, S.** *Qué es diversidad de vegetación*. [blog]. España: Sociedad Universal, 2023 [consulta: 14 abril 2024]. Disponible en: <https://sociedaduniversal.com/biodiversidad/que-es-diversidad-de-vegetacion/>.
78. **MOROCHO, F.** Caracterización nutricional y de tratamientos postcosecha del tipo de pitahaya (*Hylocereus Undatus*). [en línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2021. págs. 170-273. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/15519/1/27T00471.pdf>.
79. **NOELLEMEYER, E; et al.** *Guía para la evaluación visual de la calidad del suelo* [blog]. Argentina: UNLPAM, 2021. [consulta: 14 abril 2024]. Disponible en:

- <https://www.unlpam.edu.ar/images/extension/edunlpam/Gu%C3%ADa%20para%20la%20evaluaci%C3%B3n%20visual%20de%20la%20calidad%20del%20suelo.pdf>.
80. **NOGUERA TALAVERA, Á; et al.** Macrofauna edáfica como indicador de conversión agroecológica de un sistema productivo de *Moringa oleifera* Lam. en Nicaragua. *Pastos y Forrajes* [en línea], 2017, (España), vol. 40 (4), págs. 29-55. [Consulta: 12 enero 2024]. ISSN 0864-0394. Disponible en: [https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-03942017000400002](https://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942017000400002)
  81. **ORTEGA, R. & MARTÍNEZ, M.** *Qué nos indica la textura de un suelo y cómo determinarla* [blog]. España: Mundoagro. 2022 [consulta: 14 abril 2024]. Disponible en: <https://mundoagro.cl/que-nos-indica-la-textura-de-un-suelo-y-como-determinarla/>.
  82. **ORÚS, F; et al.** *Fertilización con subproductos orgánicos (hacia una gestión sostenible de los nutrientes en la agricultura)* [en línea]. 4° ed. Madrid-España: Digitalpress, 2011. [consulta: 14 abril 2024]. Disponible en: [https://digital.csic.es/bitstream/10261/49631/1/LopezMV\\_InfTecn\\_2011.pdf](https://digital.csic.es/bitstream/10261/49631/1/LopezMV_InfTecn_2011.pdf).
  83. **PALMA, J.** Efectos de la labranza convencional sobre la calidad de los suelos en la estación experimental Tunshi-Espoch. [en línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba-Ecuador. 2021. págs. 170-273. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: <http://dspace.espoch.edu.ec/bitstream/123456789/16549/1/13T00981.pdf>.
  84. **PATIL, S; et al.** "Comparing conventional and organic agriculture in Karnataka, India: Where and when can organic farming be sustainable?" *Land Use Policy* [en línea], 2014, (España), vol. 37 (1), págs. 29-55. [Consulta: 12 enero 2024]. ISSN 0264-8377. Disponible en: 10.1016/j.landusepol.2012.01.006.
  85. **PENNSSTATE.** *Observar el desarrollo de las raíces del cultivo.* [blog]. España: Plant Science, 2010 [consulta: 14 abril 2024]. Disponible en: <https://plantscience.psu.edu/research/labs/roots/methods/metodologia-de-investigacion/muestreo-y-analisis-de-las-raices-de-la-corona-de-cultivos/observar-el-desarrollo-de-las-raices-del-cultivo>.
  86. **PEREIRA, C; et al.** España: Edafología 1, 2011. [consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www.uaeh.edu.mx/investigacion/productos/4776/edafologia.pdf>.
  87. **PÉREZ, C.** *¿Qué nos dice el color del suelo?* [blog]. España: The Conversation Digitalnews, 2021. [consulta: 12 enero 2024]. Disponible en: <http://theconversation.com/que-nos-dice-el-color-del-suelo-158575>.
  88. **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. [en línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Universidad Politécnica Salesiana, Quito-Ecuador. 2022.

- págs. 170-273. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/21860/1/UPS-CT009562.pdf>.
89. **PONCE CLAVIJO, N.L.** Evaluación de la calidad del suelo, en el sistema productivo orgánico la estancia, 2012. Utilizando indicadores de Calidad de Suelos. [en línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Pontificia Universidad Javeriana, Madrid-España. 2012. págs. 170-273. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/8990>
  90. **PROAIN.** *La humedad del suelo en la agricultura.* [blog]. España: ProainShop, 2020. [consulta: 29 diciembre 2023]. Disponible en: <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/la-humedad-del-suelo-en-la-agricultura>.
  91. **QUIMIS-GÓMEZ, A.J; et al.** Calidad del suelo empleado con fines agrícolas en el Valle de Joa, Cantón Jipijapa. *Polo del Conocimiento* [en línea], 2018, (España), vol. 3 (5), págs. 29-55. [Consulta: 12 enero 2024]. Disponible en: [10.23857/pc.v3i5.477](https://doi.org/10.23857/pc.v3i5.477).
  92. **RIVERA, J.S; et al.** La infiltración del agua en los suelos y componentes artificiales y materia orgánica que se utilizan en ellos para la agricultura. *Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático* [en línea], 2018, (España), vol. 4 (7), págs. 29-55. [Consulta: 12 enero 2024]. Disponible en: <https://doi.org/10.5377/ribcc.v4i7.6299>
  93. **RODRÍGUEZ, E; et al.** *La contaminación del suelo: una realidad oculta.*, [blog]. España: Digitalnews, 2010 [consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/57951/1/La%20densidad%20aparente%20en%20suelos%20forestales%20.pdf>.
  94. **ROFNER, N; et al.** *Plumas y residuos locales, una alternativa para mejorar la calidad del compost y suelos en el Trópico Peruano* [en línea]. 1° ed. Bogotá-Colombia: Editorialeidec, 2021.[Consulta: 20 febrero 2024]. Disponible en: <https://editorialeidec.com/wp-content/uploads/2021/07/PLUMAS-Y-RESIDUOS-LOCALES-UNA-ALTERNATIVA-PARA-MEJORAR-LA-CALIDAD-DEL-COMPOST-Y-SUELOS-EN-EL-TROPICO-PERUANO.pdf>.
  95. **RUBIO, A.** *Densidad aparente en suelos* [blog]. España: Digitalnews, 2010 [consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: <https://digital.csic.es/bitstream/10261/57951/1/La%20densidad%20aparente%20en%20suelos%20forestales%20.pdf>.
  96. **RUIZ, J; et al.** *Requerimientos agroecológicos de cultivos.* Madrid-España: Ecoediciones, 2020, págs. 45-47.
  97. **RURAL, S.** *El reto: una agricultura sustentable, productiva e inclusiva.* gob.mx [blog]. México: GOB.MX, 2023 [consulta: 24 mayo 2024]. Disponible en: <http://www.gob.mx/agricultura/articulos/agricultura-sustentable-una-buena-practica-social>.

98. **SÁNCHEZ, J.** Malezas Asociadas al cultivo de Pitahaya (*Selenicereus* spp) en el Ecuador [en línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Universidad Técnica de Babahoyo, Babahoyo-Ecuador. 2023. págs. 170-273. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/14845/E-UTB-FACIAG-AGRON-000076.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
99. **SCHLOTTER, M; et al.** "Indicators for evaluating soil quality". *Agriculture, Ecosystems & Environment* [en línea], 2003, (España), vol. 98 (1), págs. 29-55. [Consulta: 12 enero 2024]. ISSN 0167-8809. Disponible en: 10.1016/S0167-8809(03)00085-9.
100. **SELA, G.** *El análisis de suelo y su interpretación* [blog]. España: Cropaia, 2019 [consulta: 9 abril 2024]. Disponible en: <https://cropaia.com/es/blog/el-analisis-de-suelo/>.
101. **SILVA, A; et al.** "Agro-biological effects of green covers in Pitahaya cropping systems (*Hylocereus undatus* Britton & Rose) in Nicaragua". *Tropenlandwirt* [en línea], 2004, (Nicaragua), vol. 105 (4), págs. 99-105. [Consulta: 12 enero 2024]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/291430109\\_Agro-biological\\_effects\\_of\\_green\\_covers\\_in\\_Pitahaya\\_cropping\\_systems\\_Hylocereus\\_undatus\\_Britton\\_Rose\\_in\\_Nicaragua](https://www.researchgate.net/publication/291430109_Agro-biological_effects_of_green_covers_in_Pitahaya_cropping_systems_Hylocereus_undatus_Britton_Rose_in_Nicaragua)
102. **SILVA-OLAYA, A.M; et al.** "Systems Enhance Soil Health in the Amazon Region". *Sustainability* [en línea], 2022, (United State of America), vol. 14 (1), págs. 234-237. [Consulta: 12 enero 2024] ISSN 2071-1050. Disponible en: 10.3390/su14010320.
103. **ŚREDNICKA-TOBER, D; et al.** "Environmental impact of organic vs. conventional agriculture-a review". *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* [en línea], 2016, (United State of America), vol. 61 (4), págs. 99-105. [Consulta: 12 enero 2024]. ISSN 1090-7807. Disponible en: <https://bibliotekanauki.pl/articles/950528>
104. **TARAKANOV, V.** *¿Qué es la erosión del suelo? ¿Cómo se puede estudiar y mitigar con técnicas nucleares?* [blog]. España: IAEA, 2022 [consulta: 9 febrero 2024]. Disponible en: <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-erosion-del-suelo>.
105. **TORO, J.A; et al.** Evaluación de dos variedades de Pitahaya bajo manejo integrado usando biocarbón y microorganismos eficientes. *Revista Científica Agroecosistemas*, vol. 11, no. 1, ISSN 2415-2862.
106. **TRUJILLO, M.** *Diagnóstico de la agricultura orgánica y convencional en el caserío simón bolívar, distrito de Hermilio Valdizán*, [blog]. Ecuador: MAGAP, 2015 [consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: [https://www.magap.gob.ec/agricultura\\_organica](https://www.magap.gob.ec/agricultura_organica)
107. **UDEC.** *Análisis de suelo*. [blog]. Chile: UDEC, 2007 [consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: <https://www2.udec.cl/~rmatta/Suelos/index.html>.
108. **UVIDIA, C.** *Efectos de la compactación por el laboreo intensivo de los suelos en Ecuador, asistida por la inteligencia artificial*. [blog]. Ecuador: UTB, 2023 [consulta: 19 diciembre 2023]. Disponible en: <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13899/E-UTB->

FACIAG-%20AGROP-000029.pdf?sequence=1&isAllowed=y.

109. **VALDIVIA, R; et al.** *Evaluación Visual de Suelos* [blog]. España: ASA, 2019 [consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: [https://asa.crs.org/wp-content/uploads/2020/05/Instructivo-2-Evaluacio%CC%81n-Visual-de-Suelos\\_c.pdf](https://asa.crs.org/wp-content/uploads/2020/05/Instructivo-2-Evaluacio%CC%81n-Visual-de-Suelos_c.pdf).
110. **VALENTE, M.** *La apariencia en las plantas de interior.* [blog]. Colombia: Dejardineria, 2011 [consulta: 15 abril 2024]. Disponible en: <https://www.dejardineria.com/la-apariencia-en-las-plantas-de-interior/>.
111. **VARGAS, Y; et al.** *Manual de cultivo de Pitahaya para la Amazonia Ecuatoriana* [blog]. Ecuador: INIAP, 2020 [consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5551/1/INIAPMANUAL117-2020.pdf>.
112. **VERÓN, J. & ULCUANGO, J.** Evaluación de la calidad físico química del suelo bajo uso con bosque primario y secundario en la microcuenca del Río Puyo, Provincia de Pastaza". [en línea]. (Trabajo de titulación) (Grado). Universidad Estatal Amazónica, Puyo-Ecuador. 2019. págs. 70-73. [Consulta: 2023-05-15]. Disponible en: <https://repositorio.uea.edu.ec/bitstream/123456789/548/1/T.AMB.B.UEA.3233>.
113. **VIDAL, I; et al.** *Biomasa Microbiana en el suelo sometido a diferentes manejos de labranza y rotación.* [blog]. España: Fischer, 1993 [consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: <https://Fischer.com/es/biomasa-microbiana/suelo/>.
114. **VILLAJOS, S.O.** *Enfermedades de las Plantas.* [blog]. United State of America: Borgan, 2023 [consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: <https://borgan.com/es/proteccion-suelos/rizosfera/>.
115. **VILLATORO, A.** *¿En qué consiste un análisis fitosanitario y cuándo considerarlo en tu finca?* [blog]. United State of America: Perfect Daily Grind Español, 2022 [consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: <https://perfectdailygrind.com/es/2022/03/24/en-que-consiste-analisis-fitosanitario-cuando-considerarlo/>.
116. **VILLEGAS, V. & LAINES, J.** "Vermicompostaje: II avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos". *Revista mexicana de ciencias agrícolas* [en línea], 2017, (México), vol. 8 (2), págs. 199-205. [Consulta: 20 agosto 2023]. ISSN 1090-7807. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-09342017000200407](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342017000200407)
117. **VIRGEN, G.** *¿Cómo preservar la rizosfera? | Protección de suelos* [blog]. España: Symborg 2023 [consulta: 19 diciembre 2023]. Disponible en: <https://symborg.com/es/proteccion-suelos/rizosfera/>.
118. **ZAGAL, E. & SADZAWKA, A.** *Protocolo de métodos de análisis para suelos y todos* [blog]. Chile: SAG, 2017 [consulta: 9 diciembre 2023]. Disponible en: [https://www.sag.cl/sites/default/files/METODOS\\_LODOS\\_SUELOS.pdf](https://www.sag.cl/sites/default/files/METODOS_LODOS_SUELOS.pdf).



## **ANEXOS**

### **ANEXO A: RECOLECCIÓN DE MUESTRA**



### **ANEXO B: PROCESO PARA ANALIZAR LA INFILTRACIÓN**



**ANEXO C: EVALUACIÓN DE SANIDAD VEGETAL**



**ANEXO D: PESAJE DEL SUELO PARA EL ANÁLISIS**



**ANEXO E: DETERMINACIÓN DE LA DENSIDAD APARENTE**



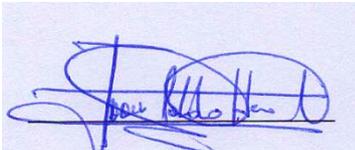
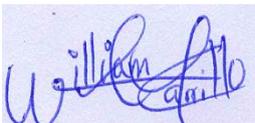
**ANEXO F: EVALUACIÓN PARA DETERMINAR EL COLOR DEL SUELO**





**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO**  
**CERTIFICADO DE CUMPLIMIENTO DE LA GUÍA PARA**  
**NORMALIZACIÓN DE TRABAJOS DE FIN DE GRADO**

**Fecha de entrega:** 16/ 07 / 2024

<b>INFORMACIÓN DEL AUTOR</b>
<b>Nombres – Apellidos:</b> Luis Rigoberto Yanchatipán Sánchez
<b>INFORMACIÓN INSTITUCIONAL</b>
<b>Facultad:</b> Ciencias
<b>Carrera:</b> Ingeniería Ambiental
<b>Título a optar:</b> Ingeniero Ambiental
 Ing. Juan Pablo Haro Altamirano, PhD. <b>Director del Trabajo de Integración Curricular</b>
 Ing. William Estuardo Carrillo Barahona, Mgs. <b>Asesor del Trabajo de Integración Curricular</b>

