

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

---

**“Incorporación del abono bocashi en la recuperación de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas en Rumichaca, Pano, Huánuco - 2023”**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA  
AMBIENTAL**

**AUTORA: Aquino Aquino, Melina**

**ASESOR: Calixto Vargas, Simeón Edmundo**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2023**

# U

**TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:**

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Contaminación Ambiental

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)**

**CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:**

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Biotecnología ambiental

**Disciplina:** Biotecnología ambiental

**DATOS DEL PROGRAMA:**

Nombre del Grado/Título a recibir: Título Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

**DATOS DEL AUTOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 76870428

**DATOS DEL ASESOR:**

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22471306

Grado/Título: Maestro en administración de la educación

Código ORCID: 0000-0002-5114-4114

**DATOS DE LOS JURADOS:**

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Bonifacio Munguía, Jonathan Oscar	Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental	46378040	0000-0002-3013-8532
2	Morales Aquino, Milton Edwin	Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	44342697	0000-0002-2250-3288
3	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405

# D

# H



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:00 horas del día 28 del mes de noviembre del año 2023, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Jonathan Oscar Bonifacio Munguía (Presidente)
- Mg. Milton Edwin Morales Aquino (Secretario)
- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Vocal)

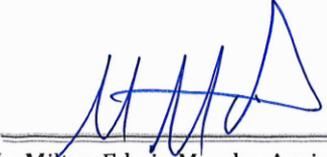
Nombrados mediante la **Resolución N° 2763-2023-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"INCORPORACIÓN DEL ABONO BOCASHI EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR EL USO INDISCRIMINADO DE HERBICIDAS EN RUMICHACA, PANAQ, HUÁNUCO - 2023"**, presentado por el (la) Bach. **AQUINO AQUINO, MELINA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **APROBADA** Por **MELINA** con el calificativo cuantitativo de **11** y cualitativo de **SUFICIENTE** (Art. 47)

Siendo las **18:15** horas del día **28** del mes de **NOVIEMBRE** del año **2023**, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

  
Mg. Jonathan Oscar Bonifacio Munguía  
ORCID: 0000-0002-3013-8532  
Presidente

  
Mg. Milton Edwin Morales Aquino  
ORCID: 0000-0002-2250-3288  
Secretario

  
Mg. Frank Erick Camara Llanos  
ORCID: 0000-0001-9180-7405  
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

### CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, **SIMEÓN EDMUNDO CALIXTO VARGAS**, asesor de la estudiante **MELINA AQUINO AQUINO** la investigación titulada “**INCORPORACION DEL ABONO BOCASHI EN LA RECUPERACION DE SUELOS DEGRADADOS POR EL USO INDISCRIMINADO DE HERBICIDAS EN RUMICHACA, PANAÑO, HUÁNUCO – 2023**”.

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 19% verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con todas las normas de la Universidad de Huánuco.

Se expide la presente, a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Huánuco, 11 de diciembre del 2023

VoB ASESOR(A)  
ING. Simeón E. Calixto Vargas  
DNI N° 22471306  
C.O 0000-0002-5114-4114

## INFORME FINAL POST SUSTENTACION

### ORIGINALITY REPORT

**19%**

SIMILARITY INDEX

**18%**

INTERNET SOURCES

**2%**

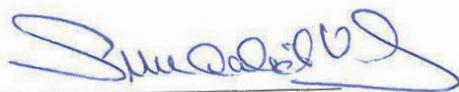
PUBLICATIONS

**8%**

STUDENT PAPERS

### PRIMARY SOURCES

1	<a href="http://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a> Internet Source	4%
2	<a href="http://distancia.udh.edu.pe">distancia.udh.edu.pe</a> Internet Source	1%
3	<a href="http://repositorio.upeu.edu.pe">repositorio.upeu.edu.pe</a> Internet Source	1%
4	<a href="http://repositorio.unas.edu.pe">repositorio.unas.edu.pe</a> Internet Source	1%
5	<a href="http://repositorio.unheval.edu.pe">repositorio.unheval.edu.pe</a> Internet Source	1%
6	Submitted to Universidad Nacional de Huancavelica Student Paper	1%
7	<a href="http://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar">repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar</a> Internet Source	1%
8	<a href="http://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a> Internet Source	1%
9	<a href="http://revistas.unl.edu.ec">revistas.unl.edu.ec</a> Internet Source	1%



VoB ASESOR(A)  
ING. Simeón E. Calixto Vargas  
DNI N° 22471306  
C.O. 0000-0002-5114-4114

## **DEDICATORIA**

La presente investigación se la dedico primeramente a Dios que por su infinita bondad nos brinda sabiduría y nos conduce por el buen camino. A mis padres Edgar Raúl y Valentina, pues sin el apoyo de ellos no podría haberlo logrado.

A mis hermanos que estuvieron a mi lado apoyándome. Gracias a toda mi familia por brindarme el amor incondicional.

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar, agradecer a Dios por permitirme haber llegado hasta donde estoy hoy. Así mismo quiero dar gracias a mis padres y hermanos por apoyarme en toda mi etapa profesional, motivándome cada día para cumplir mis sueños.

También, quiero dar gracias a mi asesor el Mg. Edmundo Calixto Vargas por su conocimiento compartido para el progreso de esta investigación y también por la ayudada brindada durante mi vida académica.

Al mismo tiempo quiero dar gracias al Ing. Heberto Calvo Trujillo, que desde el cielo debe de estar feliz que una de sus alumnas este cumpliendo este sueño, gracias por su concejo de ser buenos profesionales, de no rendirnos, de luchar por nuestros sueños.

Además, agradezco a mis amigas que me brindaron su amistad durante mi etapa académica y personal.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTOS .....	III
ÍNDICE .....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VIII
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....	IX
RESUMEN .....	X
ABSTRACT .....	XI
INTRODUCCIÓN .....	XII
CAPÍTULO I .....	14
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	15
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	15
1.3. OBJETIVOS .....	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	16
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEORICA .....	17
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA .....	17
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA .....	17
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	17
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN .....	18
1.6.1. VIABILIDAD AMBIENTAL .....	18
1.6.2. VIABILIDAD OPERATIVA .....	18
1.6.3. VIABILIDAD TÉCNICA .....	18
1.6.4. VIABILIDAD SOCIAL .....	18
1.6.5. VIABILIDAD ECONÓMICA .....	18
CAPÍTULO II .....	19
MARCO TEÓRICO .....	19

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....	20
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	22
2.2. BASES TEÓRICAS .....	24
2.2.1. BOCASHI .....	24
2.2.2. SUELO .....	27
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	33
2.4. HIPÓTESIS.....	34
2.5. VARIABLES.....	34
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE .....	34
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE.....	34
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	35
CAPÍTULO III.....	36
MARCO METODOLÓGICO.....	36
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	36
3.1.1. ENFOQUE .....	36
3.1.2. ALCANCE O NIVEL .....	36
3.1.3. DISEÑO .....	36
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	37
3.2.1. POBLACIÓN .....	37
3.2.2. MUESTRA.....	38
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	38
3.3.1. TÉCNICA .....	38
3.3.2. INSTRUMENTOS.....	38
3.3.3. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	38
3.3.4. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS.....	45
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN.....	46
CAPÍTULO IV.....	47
RESULTADOS.....	47
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS .....	47
4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS .....	54
CAPÍTULO V.....	57

DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	57
CONCLUSIONES .....	59
RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
ANEXOS.....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Componentes fundamentales del suelo .....	32
Tabla 2 Composición ideal de un suelo franco, para el desarrollo vegetal ..	32
Tabla 3 Ubicación de lugar de estudio.....	37
Tabla 4 Coordenadas de las submuestras .....	41
Tabla 5 Análisis de los parámetros del suelo pre tratamiento.....	47
Tabla 6 Análisis de los parámetros del suelo post tratamiento 1 .....	47
Tabla 7 Análisis de los parámetros del suelo post tratamiento 2 .....	48
Tabla 8 Condiciones del abono bocashi aplicado al suelo.....	48
Tabla 9 Parámetros de la dinámica del suelo .....	50
Tabla 10 Materia orgánica del suelo .....	51
Tabla 11 Complemento de la materia orgánica (macronutrientes) .....	52
Tabla 12 Prueba de normalidad de datos .....	54
Tabla 13 Resumen de contrastes de hipótesis .....	55
Tabla 14 Verificación de los datos e interpretación.....	56

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de la determinación de textura del suelo .....	33
Figura 2 Abono bocashi recién preparado .....	40
Figura 3 Toma de muestras del área de estudio.....	41
Figura 4 Monitoreo del experimento .....	42
Figura 5 Medición del tamaño de la planta y raíz.....	43
Figura 6 Muestra etiquetada .....	44
Figura 7 Traslado de las muestras.....	45
Figura 8 Triangulo textural de suelo.....	49
Figura 9 Parámetro pH comportamiento .....	50
Figura 10 Parámetro CE comportamiento .....	51
Figura 11 Parámetro materia orgánica comportamiento .....	52
Figura 12 Parámetro nitrógeno comportamiento.....	53
Figura 13 Parámetro fósforo comportamiento .....	53
Figura 14 Parámetro potasio comportamiento .....	53

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Reconocimiento del área en estudio.....	74
Fotografía 2 Selección de la parcela para la toma de muestras .....	74
Fotografía 3 Instalación del vivero para el experimento.....	75
Fotografía 4 Muestras del suelo degradado .....	75
Fotografía 5 Siembra del indicador (alfalfa) .....	76
Fotografía 6 Entrevista con los pobladores de Rumichaca.....	76
Fotografía 7 Visita del asesor del proyecto de investigación .....	77
Fotografía 8 Muestras finales del proyecto .....	77
Fotografía 9 Inspección final del proyecto .....	78
Fotografía 10 Muestras finales etiquetadas y rotuladas.....	78

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Incorporación del abono bocashi en la recuperación de suelos degradados por el uso indiscriminado de los herbicidas en Rumichaca, Panao, Huánuco – 2023”, tuvo como objetivo evaluar la eficiencia de la incorporación del abono Bocashi en la recuperación de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas en Rumichaca. La metodología de tipo experimental consistió en la siguiente: se preparó el abono bocashi, y se usó en dos dosis distintas. Por cada 4 Kg de tierra se aplicó 1 Kg de abono bocashi y el segundo tratamiento por cada 4Kg de tierra se aplicó 2 Kg de abono bocashi. Los resultados indican que el pH inicial de 5,21 (moderadamente ácido) pasa a con el grupo 1 =6.77 (neutro), con el grupo 2=7.09, la C.E. pasó de 0.17 (bajo de salinidad) hacia 0.91 y 0.98 en cada grupo respectivamente (media de salinidad), la materia orgánica inicial con 1.57 (bajo) pasó a 3.46 (medio) con el primer grupo y a 5.03 (alto), el nitrógeno pasó de 0.08 (bajo) hasta 0.17 y 0.31 respectivamente (alto) el fósforo (P) inicial de 9.46 (medio) pasó a 79.65 y 110.21 en ambos casos alto y el potasio (K) inicial de 62.72 (bajo) pasó a 311.97 y 356.79 respectivamente. Concluyendo que la incorporación del abono bocashi tiene efectos favorables en la recuperación de suelos degradados por el uso indiscriminado, su composición ecológica no solo es sostenible, sino que ayuda a estabilizar el pH, la cantidad de materia orgánica y sin alterar el tipo textural.

**Palabras claves:** Incorporación, abono, bocashi, recuperación, suelos.

## ABSTRACT

The present research work entitled "Incorporation of bocashi fertilizer in the recovery of soils degraded by the indiscriminate use of herbicides in Rumichaca, Panao, Huánuco – 2023", aimed to evaluate the efficiency of the incorporation of Bocashi fertilizer in the recovery of soils degraded by the indiscriminate use of herbicides in Rumichaca. The experimental methodology consisted of the following: bocashi fertilizer was prepared, and used in two different doses. For every 4 Kg of soil, 1 Kg of bocashi fertilizer was applied and the second treatment for every 4Kg of soil was applied 2 Kg of bocashi fertilizer. The results indicate that the initial pH of 5.21 (moderately acidic) passes with group 1 = 6.77 (neutral), with group 2 = 7.09, the E.C. went from 0.17 (low salinity) to 0.91 and 0.98 in each group respectively (mean salinity), the initial organic matter with 1.57 (low) went to 3.46 (medium) with the first group and 5.03 (high), nitrogen went from 0.08 (low) to 0.17 and 0.31 respectively (high) the initial phosphorus (P) of 9.46 (medium) went to 79.65 and 110.21 in both cases high and potassium (K) initial of 62.72 (low) went to 311.97 and 356.79 respectively. Concluding that the incorporation of bocashifertilizer has favorable effects on the recovery of soils degraded by indiscriminate use, its ecological composition is not only sustainable, but also helps stabilize the pH, the amount of organic matter and without altering the textural type.

**Keywords:** Incorporation, fertilizer, bocashi, recovery, soils.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el planeta está pasando por uno de sus crisis ambientales más notorios, entre ellos está la degradación de suelos. El principal factor sería el crecimiento poblacional, ya que se necesitan mayores extensiones de terrenos para poder construir sus viviendas, al mismo tiempo se necesitan producir más alimentos. Cada año la agricultura debe producir mayores cantidades de alimentos para poder sostener a toda la población, provocando así que cada vez se valla disminuyendo la superficie de terrenos agrícolas y que los agricultores usen en mayores cantidades los productos químicos como los herbicidas que les va ayudar a eliminar la maleza que se encuentra en la superficie de los terrenos agrícolas. El uso continuo de los herbicidas va a provocar que el suelo pierda su fertilidad, disminuyendo sus nutrientes y alterando su pH, generando así una disminución en la producción o el desarrollo de las plantas.

El abono bocashi viene siendo una alternativa ecológica para recuperar el suelo, esto debido a que por su alto contenido de nutrientes es crítico para el mejoramiento de suelos degradados por el uso continuo de los herbicidas. El abono bocashi está formado principalmente por estiércol de animal (gallina, ganado, oveja y cuy), la levadura que va ayudar a la fermentación del abono, melaza que es una fuente primordial de energía de los microorganismos, cascarilla de arroz, cal agrícola o ceniza que va ayudar a controlar la acidez del suelo, carbón molido y la tierra común. Los insumos que se va utilizar para la preparación del abono son fáciles de conseguir lo que le convierte en un abono más rentable y de fácil acceso, ya que el tiempo de preparación más la fermentación se puede usar en 30 días a diferencia de otros abonos que tarda más. El abono bocashi va ayudar a mejorar la fertilidad de la tierra como incrementando la materia orgánica, asimismo, va ayudar a controlar su nivel de acidez y va a conservar la humedad de la tierra favoreciendo a la infiltración de los nutrientes.

La localidad de Rumichaca se encuentra ubicado aproximadamente a 10 Km del Distrito de Panao Provincia de Pachitea, Huánuco, tiene una altitud de 3351 m.s.n.m. tiene un área territorial de 3005.2 ha y su área agrícola viene

siendo de 1454.3 ha (MINAGRI, 2018). Cuentan con una población de 365 Hab (INEI, 2020). La agricultura viene siendo su principal fuente económico, se podría decir que el suelo es su principal herramienta de trabajo. La actividad agrícola principal es el sembrío de papa principalmente Yungay y Canchan.

El proyecto de investigación tuvo como objetivo principal de evaluar la eficiencia de la incorporación del abono bocashi en la recuperación de suelos degradados por el uso indiscriminado de los herbicidas en la localidad de Rumichaca, para poder cumplir con nuestro objetivo se trabajó con dos tratamientos con dosificaciones distintas, para el primer tratamiento se trabajó en una relación de 4:1 es decir por cada cuatro Kg de muestra 1 Kg de abono bocashi y para el segundo tratamiento se trabajó en una relación de 4:2 es decir por cada 4Kg de muestra se aplicaba 1 Kg de abono bocashi. Los resultados indicaron que el segundo tratamiento era mejor ya que el suelo mejoro sus características como materia orgánica, pH, nitrógeno, fosforo y potasio, asimismo el indicador (alfalfa) mostro un mejor desarrollo en las raíces y altura de las plantas.

Esta investigación contribuirá para futuras investigaciones en cuanto a la recuperación de suelos degradados por el uso excesivo de los herbicidas y como el abono bocashi ayuda a recuperar sus propiedades.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La humanidad requiere en forma ascendente alimentos saludables y variados, con una producción responsable tanto en la calidad e inocuidad, asimismo, en el cuidado del medio ambiente. Sin embargo, la agricultura tradicional actualmente se apoya en el uso de agroquímicos como los herbicidas con consecuencias que perjudican los suelos, hasta degradarlos (Dibella et al., 2021). El suelo es un recurso natural no renovable y por su contenido de materia orgánica es esencial para el equilibrio de los procesos de degradación como (la erosión o la pérdida de la fertilidad del suelo) y las prácticas de conservación como la rotación de los cultivos o la utilización de abonos orgánicos. Si bien la materia orgánica forma una pequeña proporción de los elementos del suelo, la influencia que tiene en su calidad (propiedades físicas, químicas y biológicas), es primordial para la sostenibilidad del sistema suelo-planta (Hernández et al., 2014).

En gran parte del mundo las distintas fuentes de contaminación agrícola incluyen principalmente productos agroquímicos, como los fertilizantes, estiércol de animal y plaguicidas. La superabundancia de nitrógeno y metales pesados no sólo son una fuente de contaminación de la tierra, sino que además suponen un peligro para la salud alimentaria, la calidad del agua y a la salud de las personas cuando ingresan en la cadena alimenticia, además, son los principales causantes de los problemas ambientales asociados a la agricultura. El uso exagerado de los fertilizantes puede conllevar a la degradación de los suelos, siendo una fuente de contaminación ambiental y una amenaza hacia la salud de las personas (Rodríguez et al., 2019).

Según informes en el 2018, el Perú evaluó un total de 22 248 100 ha de áreas degradadas en todo el Perú, correspondiendo al 17.5% de la superficie terrestre del país. Teniendo como base a esto se determinó como una meta para el 2030 mantener o reducir este valor. Además, la desertificación

interviene en la salud alimentaria y en la carencia de las zonas afectadas por esta problemática. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), estimó para 2050, se requerirán más de 500 millones de hectáreas de tierra agrícola adicional, con la finalidad de mantener la demanda alimentaria (MINAM, 2020).

Huánuco se encuentra entre las 7 regiones que requieren acciones prioritarias para la disminución de la degradación de los suelos agrícolas, puesto que se mantiene la agricultura tradicional. La población de la localidad de Rumichaca en Panao, tienen como principal actividad económica a la agricultura de manera tradicional, donde el principal cultivo es la papa. Este tipo de cultivo por la alta demanda de producción conlleva el uso y aplicación de diversos agroquímicos (herbicidas, fungicidas, fertilizantes, etc.) muchas veces de manera incontrolada, que al final terminan degradando los suelos y causando impactos graves al ambiente y su preservación.

Por lo descrito anteriormente en la presente investigación se pretende dar la alternativa que permitan tomar conciencia para poder conservar la calidad de los suelos y en general el medio ambiente mediante, es por ello que con la aplicación del Bocashi una enmienda orgánica que ayudará a mejorar y estimular la diversidad microbiana y cantidad de materia orgánica que el suelo necesita para poder seguir brindando servicios ecosistémicos.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es el efecto que tiene la incorporación del abono Bocashi en la recuperación de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas en Rumichaca, Panao, Huánuco – 2023?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

- ¿Cuál es el efecto del abono Bocashi sobre los parámetros físicos de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas?
- ¿Cuál es el efecto del abono Bocashi sobre los parámetros químicos de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas?

- ¿Cuál será la mejor dosis del abono Bocashi para recuperar suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas?

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar la eficiencia de la incorporación del abono Bocashi en la recuperación de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas en Rumichaca, Panao, Huánuco – 2023.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Evaluar el efecto del abono Bocashi sobre los parámetros físicos de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas.
- Evaluar el efecto del abono Bocashi sobre los parámetros químicos de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas.
- Determinar la mejor dosis de del abono Bocashi para recuperar suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La alta demanda de la producción agrícola en la actualidad hace que muchos suelos sean sometidos a presión, con agregados químicos (herbicidas) para acelerar la producción, esto solo conlleva a la degradación de los suelos, puesto que se dejan de lado los abonos orgánicos y naturales, por su tiempo más extenso en hacer efectos favorables sobre el suelo.

Es de conocimiento además el uso indiscriminado de herbicidas en la localidad de Rumichaca, Panao, en la producción de papá, puesto que su potencial económico, logra ser una oportunidad de producción sustancial para los pobladores. La investigación está motivada a las mejoraras de la forma en cómo se sostienen los nutrientes del suelo, conservándolas, con lo que se espera un mayores y mejores crecimientos en producción lo cual dará una consecuencia de obtención de ingresos económicos, y manteniendo la calidad de los suelos y sus servicios ecosistémicos. Además, controlar el

indiscriminado uso de herbicidas, preservar la cobertura vegetal de a los alrededores de las áreas de cultivo. Con lo que se sigue la línea de investigación de biotecnología es decir el uso de sistemas vivos (macro y microorganismos) para el progreso de productos de interés ambiental.

#### **1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEORICA**

La justificación teórica de la investigación contempla, la aplicación de la teoría y los conceptos básicos de los suelos, sus usos, y sus propiedades lo cual determina su calidad. Esto permitirá dar contraste los diversos conceptos del comportamiento de los suelos y como poder preservarlos.

#### **1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA**

La justificación practica de la investigación está basado en la necesidad de reincorporar las técnicas naturales como el bocashi, para fertilización de los suelos, sin causar impactos graves al ambiente. Por lo que con los resultados obtenidos de la investigación va permitir la elaboración de estrategias concretas que mejores dicha técnica.

#### **1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA**

La justificación metodológica se basa en el logro de los objetivos que se propusieron, por lo que se recurrirá a la experimentación, y los análisis para comparar los sucesos iniciales y finales.

### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

- La investigación se limita al uso del abono bocashi, puesto que existen diferentes formas de obtención de abonos.
- Se limita el experimento en un área geográfico de serranía, lo cual puede varias según su distribución geográfica.
- Los costos de los análisis de laboratorio fueron costosos y se tienen que recurrir a laboratorios de otras ciudades.

## **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

Las consideraciones de viabilidad en la presente investigación se muestran a continuación:

### **1.6.1. VIABILIDAD AMBIENTAL**

El uso indiscriminado de los agroquímicos (herbicidas) altera al suelo y su calidad lo que repercute en el medio ambiente y la salud, lo que da lugar al desarrollo de una técnica de restauración además de la opción de solución al problema.

### **1.6.2. VIABILIDAD OPERATIVA**

Constatando los recursos prescindibles para el progreso de la investigación como, movilidad, operadores de campo, disposición de un área para la investigación y materiales, la investigación tiene viabilidad operativa.

### **1.6.3. VIABILIDAD TÉCNICA**

El trabajo de investigación presenta viabilidad técnica puesto que se cuenta con el apoyo y asesoramiento de docentes de nuestra facultad expertos y especialistas en el tema.

### **1.6.4. VIABILIDAD SOCIAL**

En el desarrollo de la investigación se da prioridad a la población que se benefician directa e indirectamente con el área de trabajo, sin generar daños, y brindando conocimientos sobre el estudio realizado.

### **1.6.5. VIABILIDAD ECONÓMICA**

El trabajo de investigación tiene viabilidad económica, puesto que durante su desarrollo se contó con los recursos imprescindibles que los asumió la investigadora.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Moneva (2020) en su tesis con título; *“Análisis y evaluación actual del abono tipo bocashi como alternativa ecológica ante los agroquímicos”*. Universidad Miguel Hernández de Elche – España. Tuvo por **objetivo** revisión y análisis del papel de los agroquímicos en la contaminación de los recursos naturales. **Metodología**; se realizó, una revisión de antecedentes bibliográficos de las propiedades y características precisas, así como de la eficiencia del uso y utilización del abono bocashi en sembríos ecológicos. Gracias a las publicaciones emitidas por las comunidades científicas teniendo como una base sólida sobre los conocimientos científicos relacionados al abono bocashi, se muestran los **resultados** del bocashi, destacando su uso como un producto eficiente que puede ser usado en la agricultura ecológica en cualquier parte, reduciendo el uso de compuestos sintéticos, conservación del suelo además de reducir la acidificación de los mismos. **Concluyendo** que el abono bocashi se muestra como una solución segura que ayudara a adoptar medidas más agroecológicas y sostenibles para la agricultura

Serri et al. (2019) en su investigación con título; *“Efecto de la aplicación de bocashi sobre la diversidad microbiana del suelo en el cultivo agroecológico de frutilla”* Universidad Nacional de Córdoba – Argentina. Tuvo como **objetivo** determinar el efecto de la aplicación de bocashi sobre la diversidad microbiana del suelo. **Metodología**; El ensayo comprendió de cuatro aplicaciones de 200gr bocashi/planta (B) durante la etapa de producción del cultivo, a las que se contrasto con plantas control (C) y suelo primitivo (P). Los análisis del suelo que se hicieron en la postcosecha (enero, 2018) y pre trasplante (septiembre, 2018). Los parámetros que se determinaron fueron: carbono de la

biomasa (CBM), respiración microbiana (RM), actividad enzimática (FDA) y recuento de hongos totales (HT). **Resultados;** Las variables estimadas, en respuesta a la incorporación del abono bocashi, no mostraron diferencias relevantes respecto del control. La etapa de post cosecha mostro un incremento de poblaciones microbianas y el desarrollo de su actividad a respecto del momento de pretrasplante. Con respecto a la producción del cultivo de la fresa, la rentabilidad alcanzada a inicio del periodo un máximo rendimiento siendo mayor en B (7,88 vs 6,33kg/mes de C), con una tendencia a equilibrarse hacia el final de los resultados. **Concluyendo** que la producción de frutilla fue mayor con la incorporación de bocashi en el suelo.

Vásquez et al. (2018) en la investigación con título; *“Evaluación química de bocashi con aplicación de EM en el cantón Saraguro provincia de Loja”* Universidad Nacional de Loja – Ecuador. Tuvo como **objetivo** cooperar a la recuperación de la fertilidad del suelo mediante el uso del abono bocashi producido con restos orgánicos de las UPAs. **Metodología;** se estableció un experimento de bloques al azar con tres repeticiones, 3 dosis de EM-artesanal, 3 dosis de EM-comercial y un testigo, en la comunidad La Matara del cantón Saraguro de la provincia de Loja. **Resultados;** Con 0,75 L/m<sup>3</sup> de EM-artesanal se consiguió 0,65 % de nitrógeno total (TN), 0,52 % de P, 1,67 % de K, 35 % de MO y relación C/N de 32; el rango de pH de las pilas de bocashi fue de 5,4 a 7,2. En **conclusión**, es evidente el efecto positivo de los EM en las propiedades químicas del bocashi.

### 2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Calvo y Sencia (2022) en su tesis titulado *“Eficiencia del bocashi compost de residuos orgánicos para la recuperación de suelo contaminado por fertilizantes químicos: Revisión sistemática, 2022”*. De la Universidad Cesar Vallejo. Plantearon como **objetivo** general evaluar la eficiencia del abono bocashi preparado con restos orgánicos para la mejoría del suelo contaminado proveniente del uso de fertilizantes químicos. **Metodología;** para ello realizaron un estudio bibliométrico de

artículos y revistas reconocidas a nivel mundial como la editorial Taylor y Francis o como la plataforma virtual ScienceDirect. Los resultados indicaron las características del abono bocashi como N (12.18 mg/kg), P (9.66 mg/kg), K (6.89 mg/kg), M.O. (15.14%), asimismo, determinaron la dosis adecuada para el tratamiento del suelo contaminado que iban entre 70 a 200 mg/kg y de 300 a 400 mg/kg. Además, se determinó las características fisicoquímicas después del tratamiento obteniendo un suelo mejorado con pH de 7.5, M.O. 25.47%, P 4 mg/Kg. Los investigadores concluyeron que el abono bocashi si mejora la fertilidad del suelo.

Berrios y Villegas (2020) en su tesis con título; *“Eficiencia del uso de Bocashi para la nutrición del suelo agrícola en una parcela unifamiliar en Ilo, Moquegua”*. Universidad Peruana Unión. Tuvo por **objetivo** determinar la eficiencia del Bocashi producido por los autores, con la finalidad de reducir el uso de fertilizantes químicos. **Metodología**; para ello realizaron un análisis fisicoquímico del suelo un pre y post análisis, de un terreno agrícola familiar. Para la preparación del abono Bocashi, se empleó 25 kg de carbón molido, 15 kg de cascarilla de arroz, 40 kg de gallinaza, 25 kg de tierra común, 01 litro de melaza, 500 gr de levadura de pan, 05 kg de cal agrícola y 40L de agua, y se obtuvo 50 kilos de abono bocashi. La elaboración del abono Bocashi tuvo una duro 25 días, se tardó 15 días para la recolección de los ingredientes y acondicionamiento de la parcela. **Resultados**; El uso permanente incrementa los niveles de pH (7,75), CE (1,32), carbonatos (3,10), MO (4,05), K (175) y P (9,84) exactamente, de esta manera se regeneraron sus características fisicoquímicas e integraron al suelo agrícola de nutrientes. Por lo que se **concluye** que se consiguió disminuir considerablemente los restos orgánicos utilizados en la realización del presente estudio, ya que la mayoría de residuos hubieran terminado en la etapa de disposición final; esto fortalece la conducta ambiental de poner en práctica la regla de las 3 erres de reducción, reutilización y reciclaje de los residuos sólidos tanto orgánicos e inorgánicos.

Puchoc y Quintana (2019) en su tesis con título; “*Comparación de dos tipos de abonos (bocashi y fertilizante mineral) en la calidad del suelo para el cultivo de lechuga (Lactuca sativa), vivero*” Universidad César Vallejo – Lima. Tuvo como **objetivo** valorar la eficiencia de dos tipos de abonos orgánicos (bocashi y fertilizante mineral) en la calidad de suelo para el sembrío de lechuga. **Metodología**; Se elaboró el bocashi en el vivero de El Agustino, usando restos de poda con la finalidad de valorizar. El estudio conto con 4 procedimientos con 5 repeticiones, T1 sin abono, T2 con abono bocashi, T3 con fertilizante foliar nitrogenado, T4 con abono bocashi bocashi (50%) y fertilizante foliar nitrogenado (50%). Los **resultados** logrados con el abono bocashi fue de un pH 7,3, K 1,31%, P 1,19%, N 2,97%, materia orgánica 33,23%, relación carbono/nitrógeno 2,97%. Por otra parte, según los estudios estadísticos el T2 fue más eficaz según los indicios del tamaño de la raíz, tamaño de las hojas, tamaño de la planta, peso de la planta y en el número de las hojas fueron el T2 y T4; con respecto a la calidad de suelo el tratamiento más estable fue el T2 en todas las características. En **conclusión**, la aplicación del abono bocashi (T2) es más eficaz en la calidad de suelo, crecimiento y desarrollo de la planta (lechuga) a diferencia del fertilizante foliar nitrogenado.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Augusto (2020) en su Tesis con título; “*Efectos del bocashi en la producción de plantas de Calathea lutea Schult (bijao) bajo condiciones de vivero*” Universidad Agraria de la Selva - Tingo María. Tuvo por **objetivo** evaluar el crecimiento de *Calathea lutea Schult* (bijao), por medio de una técnica de propagación y una mejor dosificación del bocashi para la producción de plantas de *Calathea lutea Schult* (bijao), así mismo mejorar sus propiedades físicas como la textura y químicas como el nitrógeno, fosforo, potasio, materia orgánica y capacidad de intercambio catiónico de los sustratos en etapa de vivero y desarrollar el estudio de rentabilidad y la relación Costo/beneficio de los tratamientos en la investigación. El estudio se llevó a cabo en el vivero agroforestal

Las Heliconias, **Metodología**; los tratamientos fueron repartidos bajo el Diseño Completamente al Azar. Los **Resultados**, mostraron que en el T4 se consiguió mejores resultados tanto en crecimiento y desarrollo en número de las hojas evaluados en *Calathea lutea Schult.*, con la aplicación del abono en relación de 3.0:2.0 (70% sustrato + 30% abono bocashi), con un desarrollo de 14.69 cm y un total de 6 hojas, la mortalidad de las plantas de *Calathea lutea Schult.*, en T0, T1y T2 presentaron de 17 a 30 plantas muertas, mientras que en el T4 y T3 se presentó de 8 a 12 plantas, las propiedades químicas analizadas al término de la aplicación del abono bocashi aumento en la M.O. de (1.59% a 4.00%) y N (0.08% a 0.21%), T4y T3 presentaron un mejor costo/beneficio de 3.4 y 2.15 soles. **Concluyendo** que la incorporación del bocashi tiene beneficios favorables para el suelo y desarrollo de las plantas *Calathea lutea Schult.*

Simón (2019) en su Tesis con título; *“Efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de habas (*vicia faba l.*) var: señorita, en condiciones agroclimáticos en el distrito de Molinos”* Universidad Nacional Hermilio Valdizán -Huánuco. Tuvo por **objetivo** de determinar la eficiencia de abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de habas (*Vicia faba L*) var: señorita en condiciones agroclimáticos en el distrito de Molinos. **Metodología**, se usó un Diseño de Bloques Completamente al Azar con 4 tratamientos y 4 repeticiones. Los abonos orgánicos usadas fueron: en un área de 400m<sup>2</sup> se aplicó 50Kg de compost, en otra área de 400m<sup>2</sup> se aplicó 50 Kg de humus y en otra área de 400m<sup>2</sup> se aplicó 50 Kg de abono bocashi. Los parámetros evaluados fueron: N° de vainas, productividad de las vainas por planta, granos/vainas. Los **resultados** indicaron que, en la variable del rendimiento peso de vainas por planta el que tuvo mejor resultado fue con el T4 que viene siendo el bocashi con 542.30 gr/planta; T3 humus se obtuvo 447.90 gr/planta; T2 compost 349.65 gr/planta y en el último lugar el T1 testigo con 192.55 gr/planta; con respecto a los pesos de los granos sin vaina por planta fue para el T3 con humus con un peso de 205 gr/vaina; el T4 con bocashi fue de 197.88 gr/vaina; el T2 con compost fue

de 164.28 gr/vaina y en último lugar el T1 testigo con 91.50 gr/vaina. Asimismo, se pesó los granos sin vaina, se obtuvo mejores resultados con el T4 bocashi con 74.35 gr/vaina y T4 humus con 62.75 gr/vaina T2 compost 60gr/vaina y en último lugar el T1 testigo con 61.25 gr/vaina. Para los granos sin vaina se consiguió un mejor resultado con el T3 humus con 205.55 granos/planta. **Concluyendo** que Los abonos orgánicos que dieron mejores resultados en tanto a cantidad de granos por hectárea fue para el T4 bocashi con 1,679.12 granos por hectárea.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. BOCASHI**

Según Barrionuevo et al. (2020) el bocashi es un abono orgánico originario de Japón, estudiado por el profesor Teruo Higa, fue adoptado de modo tradicional por los agricultores japoneses. El bocashi es un abono orgánico fermentado que se basa en la descomposición aerobia de la materia orgánica cuyo resultado final será un sustrato rico en nutrientes, materia orgánica y microorganismos. Existen distintas formas de preparar el bocashi, dependerá del lugar donde se elabore. La ventaja de este abono radica en que está listo en pocos días a diferencia del compost que tarda aproximadamente 5 meses, por tal motivo es de amplia su difusión entre los agricultores de América Latina.

A lo que Dibella et al. (2021) coincide mencionando que entre las principales funciones del Bocashi es incorporar una gran variedad de microorganismos como (hongos, bacterias, levaduras) de esta manera poder enriquecer al suelo. Por ello, es posible producir plantas más fuertes y sanas, capaces de resguardarse frente a ataques de algún agente patógeno. Además, los microorganismos van a favorecer de forma positiva a las raíces de las plantas nutriéndolos de forma equilibrada y aumentando su capacidad exploradora. El Bocashi alimenta a la tierra de forma acumulativa debido a que sus componentes aún continúan en proceso de descomposición para finalmente transformarse en humus.

Dando una ampliación al conocimiento Footer (2014) sostiene que el compostaje bocashi en su manera más simple utiliza microorganismos para fermentar anaeróbicamente materia orgánica en un ambiente ácido para que luego pueda ser asimilada rápidamente por la biota del suelo. el compostaje, es realmente un proceso de fermentación, no un proceso de compostaje. por definición, el compostaje es un proceso aeróbico que requiere oxígeno para compostar (descomponer) correctamente la materia orgánica. en el compostaje tradicional, el compostaje anaeróbico es malo y produce subproductos desfavorables. con bocashi puede fermentar los desechos de alimentos de forma anaeróbica y evitar subproductos desfavorables al utilizarlo un grupo de microorganismos específicamente seleccionados que neutralizan las bacterias dañinas y fomentan la proliferación de bacterias beneficiosas.

#### **1.7.1.1. BENEFICIOS DEL BOCASHI**

Debido a que está fermentando materia orgánica de forma anaeróbica en un sistema cerrado, sin compostarla en el sentido tradicional de la palabra, tiene numerosos beneficios:

- Puede compostar todo tipo de desperdicios de alimentos, incluyendo carne, queso, lácteos y pan.
- No tiene que preocuparse por mezclar verdes y marrones en una proporción específica.
- Sin problemas de insectos o roedores, ni olores pútridos.
- Producción mínima de gases de efecto invernadero.
- Sin pérdida de nutrientes al suelo o a la atmósfera.
- El producto terminado está lleno de microorganismos beneficiosos.
- El compostaje de Bocashi se puede utilizar a cualquier escala.
- Los residuos orgánicos no tienen que ser girados regularmente.

- El compostaje Bocashi es mucho más rápido que el compostaje tradicional.

### **1.7.1.2. ACCIÓN DEL BOCASHI SOBRE EL SUELO**

Al incorporar el abono bocashi sobre el suelo nada se pierde por escorrentía o penetración del suelo. (Footer, 2014). Podría decirse que esto puede beneficiar a la estructura del suelo más que el método tradicional de aplicar material orgánico ya compostado, que carece de gran parte del carbono original. El contenedor cerrado también elimina cualquier evaporación y, por lo tanto, la necesidad de agregar agua adicional al sistema. Dado que la escasez del agua se está convirtiendo cada vez más en un problema en todo el mundo, esta es una gran ventaja. El contenido de la fermentación permanece húmedo durante todo el proceso y el producto terminado el producto aún está húmedo cuando se aplica al suelo (Footer, 2014). Los elementos que aporta son:

- Nitrógeno, nada se pierde en amoníaco
- Carbono; nada se oxida a la atmósfera
- Todos los aminoácidos, vitaminas, enzimas y nutrientes generados o liberados de los desechos orgánicos en el proceso de fermentación permanecen.

Inicialmente, esto agrega humedad al suelo donde se aplica el pre-compost bokashi mientras incrementa la capacidad de retención del agua por un periodo largo del suelo, mediante el abastecimiento de la materia orgánica que la biota del suelo puede convertir en humus.

### **1.7.1.3. EFICIENCIA DEL BOCASHI**

- El compostaje bocashi requiere menos trabajo que el compostaje aeróbico tradicional, es más fácil y práctico.

- No tiene que preocuparse por el contenido de humedad, no tiene que preocuparse por la relación C:N, no tiene que perder tiempo aireando la pila y puede compostar pequeños (y grandes) volúmenes de desperdicios de alimentos.
- La fermentación de desechos de alimentos con bocashi es más rápida, por lo que puede reciclar los nutrientes a través del sistema más rápidamente con resultados más consistentes.
- El proceso produce un producto terminado rico en microbios y denso en nutrientes que la biota del suelo descompone fácilmente.
- Contiene microorganismos que tienen la capacidad de suprimir y superar a los patógenos y organismos causantes de enfermedades en el suelo.
- También aumenta la labranza del suelo y su capacidad de retención del agua al agregar materia orgánica al suelo. Y lo más importante, le da a una persona con conciencia ecológica otra herramienta para reciclar sus desechos en un producto terminado amigable con la Tierra.

### **2.2.2. SUELO**

Porta et al. (2014) argumenta que los suelos forman una capa delgada en la corteza terrestre, de unos pocos centímetros a varios metros. Como un cuerpo natural, el suelo forma una interfase donde converge cuatro subsistemas litosfera, la biosfera y la atmósfera, la relación de estos subsistemas dependerá las características del suelo. Los suelos permiten el desarrollo de las raíces durante toda su vida de las plantas (anclaje), gracias a ello la planta obtienen agua, oxígeno y nutrientes del subsuelo. Gracias a la energía de la luz y al suelo las plantas a través de la fotosíntesis producen alimentos, pasto, masas forestales y energías renovables. El suelo es la base para que todos los ecosistemas se desarrollen, por lo que hacen posible la vida en el

planeta. Por ende, toda alteración sobre sus características y componentes, afectarán directamente al ambiente y reducirán los servicios que brindan.

Navarro & Navarro (2013) mencionan que la calidad del suelo puede variar, depende principalmente del tiempo, el uso que se le da y las prácticas agrícolas. Al hacer un mantenimiento generara beneficios tanto económico como en su productividad, el uso racional de los fertilizantes y herbicidas mejorara la calidad del aire y el agua, generando una menor producción de gases de efecto invernadero. La evaluación de la calidad del suelo se percibe, en general, por un aumento o disminución de alguna de sus características. Por ejemplo, puede aumentar la tasa de infiltración por aumento de los macroporos, como consecuencia de una mejora de la estructura y una mayor cantidad de materia orgánica.

#### **1.7.1.4. DEGRADACIÓN DEL SUELO**

La degradación suele suceder por la pérdida de equilibrio de sus propiedades, provocando que disminuya su productividad. Un suelo degradado mostrará algunas características como: en el aspecto físico mostrará una erosión, en lo químico habrá deficiencia de nutrientes, salinidad y acidez y en lo biológico una disminución de la materia orgánica. (Cartes, 2013).

La degradación química es la pérdida o la acumulación de cierto nutriente y el incremento de la salinidad o acidez. Mientras que la degradación biológica se ve reflejada por la disminución de la M.O., la degradación del suelo viene a ser la disminución de su capacidad para mantener una producción sostenida. La sostenibilidad no necesariamente mejorara la productividad, sino más bien el suelo se adaptó a los cambios, es decir, tiene la capacidad de recuperar el nivel de producción anterior o retomar la productividad después de algún fenómeno natural como sequía, inundaciones o un mal manejo. (Cartes, 2013).

#### **1.7.1.5. EL SUELO UN SISTEMA QUE SE DEGRADA**

El suelo es considerado un sistema puesto que va desde sostener una vegetación, en donde se dan las condiciones necesarias para que las plantas se desarrollen. Con un enfoque de concepción fisiológica el suelo viene siendo una mezcla de partículas sólidas en forma de polvo, agua y aire, este último contiene elementos importantes para la planta y a la vez sirve como el sustento de una vegetación. (Navarro, 2003).

Además, los agentes biológicos en general son organismos vivos que viven y se desarrollan en el suelo. Su labor va desde lo físico a lo químico. Su participación en la influencia mecánica de animales y plantas, la liberación de CO<sub>2</sub>, la secreción de sustancias orgánicas, la formación de complejos y quelatos y la formación de humus. (Navarro, 2003) Todas estas actividades que se realizan sobre el suelo pueden alterar su capacidad de seguir brindando beneficios ambientales, los impactos degradan todo sus componentes y propiedades.

#### **1.7.1.6. PROCESOS DE DEGRADACIÓN DEL SUELO**

- Procesos de degradación física:
  - Causados por sistemas hidrotermales, es decir, erosión hídrica y eólica.
  - Compactación del suelo.
  - Formación de estratos solidificados: costra caliza, horizontes arcillosos.
- Procesos de degradación química:
  - Desequilibrio de bases.
  - Contaminantes.

- Lateritización (proceso en que se concentran laterita o ferralita, óxidos de hierro y óxidos de aluminio, forma una costra solida impermeable).
- Procesos de degradación biológica:
  - Degradación de la cubierta vegetal.
  - Reducción de la materia orgánica.
  - Disminución de la macro y microfauna.
  - Incremento de la union de patógenos activos al suelo.

#### **1.7.1.7. REVERTIR LA DEGRADACIÓN DEL SUELO**

La materia orgánica constituye un papel fundamental en la calidad y fertilidad del suelo debido a su positivo efecto sobre casi todas las propiedades físicas, químicas, biológicas y microbiológicas del mismo, el éxito de la recuperación de los suelos físicamente degradados dependerá estrechamente de la creación de un horizonte superficial, con el contenido suficiente de materia orgánica como para mantener la productividad de los mismos. Aunque este horizonte superficial se podría reconstruir mediante la importación de suelo superficial, la adición de enmiendas orgánicas a estos suelos degradados es una opción sumamente válida y más económica (Hernández et al., 2014).

Una enmienda orgánica daña a las propiedades del suelo de distintas maneras. Estos efectos pueden ser directos (debido a las características propias de la enmienda) o indirectos (debido a los cambios que provocan en las propiedades físicas, biológicas y químicas del suelo).

#### **1.7.1.8. FERTILIZANTES EN EL SUELO**

La investigación actual sobre la presencia de fertilizantes en los alimentos y la absorción por las plantas han permitido la generación de nuevos productos y maneras de aplicación. Un

ejemplo sería la producción mejorada de fertilizantes artificiales a base de paja, tratamiento a las turbas para potenciar sus propiedades, Por ejemplo, el mejoramiento en la son la mejora en la fabricación de abonos artificiales a partir de paja, dar un tratamiento a las turbas para potenciar sus propiedades, uso de desechos municipales, uso de biofertilizantes, fertilizantes de liberación lenta, abono NPK, etc.

Hay muchos preparados de venta libre que incluyen micronutrientes en forma de quelatos. En la práctica, sin embargo, los problemas que plantea su uso en cuanto a su potencia, equilibrio y grado de interacción suelo-planta aún no ha sido por completo resuelto. Por lo tanto, esta es una ruta de trabajo que solicita esfuerzos urgentes para identificar no solo las características antes mencionadas, sino también mecanismos de difusión por las plantas, liberación de micronutrientes y antagonismo con otros nutrientes y la toxicidad hacia la planta.

Los quelatos que se encuentran en los sistemas biológicos naturales realizan funciones primordiales como catalizador redox, catálisis de reacciones redox, transferencia de electrones, hidrólisis y síntesis de proteínas. Los agentes quelantes sintéticos pueden impedir la actividad de la metaloenzimas si son lo suficientemente fuertes para competir con la metaloenzimas por el metal. Por lo tanto, no sorprende que los quelatos sintéticos pueden afectar significativamente algunos procesos como la fotosíntesis o la transpiración que ocurren en las plantas. (Navarro & Navarro, 2013).

#### **1.7.1.9. COMPONENTES DEL SUELO**

Todo el suelo es un sistema disperso que consta de tres fases (sólido, líquido y gaseoso). En él se distinguen cuatro componentes principales: M.O., aire, agua y minerales. Estos están estrechamente relacionados y se mezclan para así crear un entorno ideal para el desarrollo de las plantas. (Navarro & Navarro, 2013).

**Tabla 1***Componentes fundamentales del suelo*

SUELO		
Fase sólida	Fase líquida	Fase gaseosa
Materia minera	Agua	aire
Materia orgánica		

**Nota.** Todo el suelo es un sistema disperso que consta de tres fases (sólido, líquido y gaseoso). En él se distinguen cuatro componentes principales: M.O., aire, agua y minerales. Estos están estrechamente relacionados y se mezclan para así crear un entorno ideal para el desarrollo de las plantas (Navarro, 2003).

**Tabla 2***Composición ideal de un suelo franco, para el desarrollo vegetal*

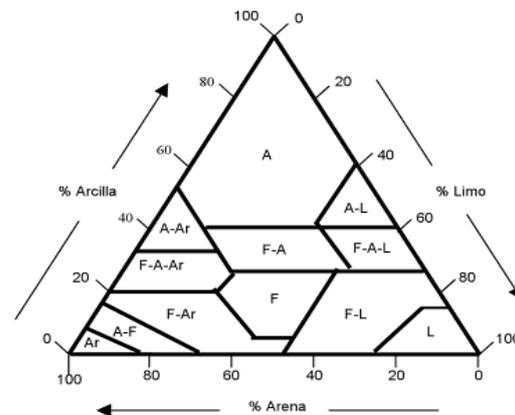
Componente del suelo	%volumen	% peso
Materia mineral	45	81
Materia orgánica	5	2
Agua	25	17
Aire	25	-

**Nota.** La fase sólida mineral es una combinación de materiales que se distinguen entre sí en su composición y en sus características. Estas propiedades están íntimamente relacionadas con su tamaño (Navarro, 2003).

### 2.2.2.1. TEXTURA DEL SUELO

Al analizar la textura del suelo, lo primero que se localiza es el porcentaje de limo y arcilla obtenido en sus respectivas líneas. Estas líneas están proyectadas en forma paralela, en el primer lado del triángulo se encuentra la arcilla y en el otro lado está la arena.

**Figura 1**  
*Diagrama de la determinación de textura del suelo*



**Nota.** Los suelos francos comprenden varias subdivisiones, pero lo ideal se define como una mezcla de arena, limo y arcilla en cantidades iguales. La textura del suelo corresponderá al área donde se cruzan las dos líneas. La textura del suelo por lo que sabemos está estrechamente vinculado con la plasticidad del suelo, infiltración, bajo laboreo, sequia, fertilidad y productividad.

### 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Caballones**

“Agrupación de tierra que ha sido levantada al realizar el arado, y que divide las franjas de cultivo o que se usa para sembrar y no está en contacto con el agua de las zanjas” (Avenza, 2013, p. 16).

- **Degradación**

“Es un proceso que disminuye su capacidad actual o futura del sistema para producir bienes o prestar servicios en pro del equilibrio del sistema, la salud del suelo se va a reflejar en la disminución de la capacidad de brindar servicios ecosistémicos. Ante este problema se han generado distintos esfuerzos” (Aguirre et al., 2022, p. 20).

- **Enmiendas**

“Son aportes de productos o sustancias que sirven para corregir suelos defectuosos o que no son propicios a los intereses del cultivo” (Avenza, 2013, p. 11).

- **Erosión**

“La erosión es un proceso espontáneo en la naturaleza, aunque muchas veces se agrava con la actividad humana que radica en la pérdida gradual del material que compone el suelo, por acción del agua y el viento las partículas son arrastradas. Además de la pérdida efectiva del suelo, disminuye el nivel de nutrientes a causa del arrastre de la capa superficial, capa donde se encuentra la mayor cantidad de nutrientes las más fértiles” (Albert, 2015, p. 6).

- **Suelo**

“Capa superficial de la tierra, puede diferenciarse de la roca sólida y es en donde se desarrollan las plantas. Con este enfoque el suelo se considera como formaciones geológicas desarrolladas en condiciones climáticas muy diversas, lo cual demuestra su origen y evolución y en efecto su gran variedad” (Navarro, 2003, p. 15) .

## **2.4. HIPÓTESIS**

**H1:** La incorporación del abono Bocashi tiene efecto sobre la calidad de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas en Rumichaca, Panao, Huánuco – 2023.

**H0:** La incorporación del abono Bocashi no tiene efecto sobre la calidad de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas en Rumichaca, Panao, Huánuco – 2023.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE**

Recuperación de suelo degradado por herbicida

### **2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Eficiencia del abono Bocashi

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

**Título:** “Incorporación del abono bocashi en la recuperación de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas en Rumichaca, Panao, Huánuco - 2023”

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE
<b>V. Dependiente</b> Recuperación de suelo degradado	Disminución de alguna de sus características, como consecuencia de una alteración de la estructura y cantidad de materia orgánica, lo cual limita al suelo en su capacidad de proporcionar los servicios ecosistémicos (Navarro & Navarro, 2013).	Se evaluarán los cambios es las características físicas y químicas, antes y después de la incorporación del bocashi, evaluando su recuperación	Características Físicas	Color Textura	Cuantitativa continua
			Características Químicas	pH MO N, P, K CIC	
<b>V. Independiente</b> Abono Bocashi	es un abono fermentado producido por la descomposición de restos orgánicos. Los microorganismos que viven en los propios restos generan, en condiciones controladas, un sustrato que es capaz de fertilizar y nutrir la tierra (Dibella et al., 2021).	Se empleará dosis de bocashi sobre el suelo degradado por herbicidas, para medir su recuperación, esto actuará como un estímulo.	Dosis abono bocashi	500 gr (abono bocashi) /1kg de suelo  250 gr (abono bocashi) / 1kg de suelo	Cuantitativa ordinal

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

##### 3.1.1. ENFOQUE

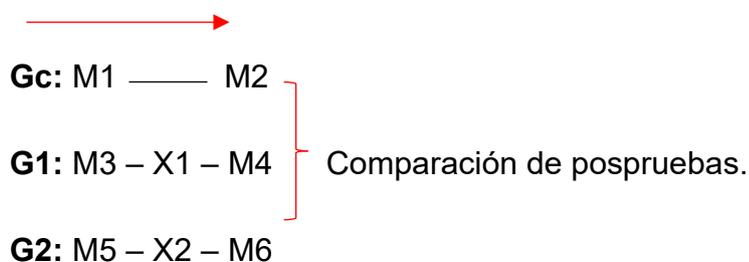
La investigación conto con un enfoque cuantitativo dado que implica un conjunto de procesos de recolección, análisis y vinculación de datos cuantitativos para poder responder al planteamiento del problema. (Hernández-Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

##### 3.1.2. ALCANCE O NIVEL

La investigación presento un alcance explicativo; puesto que se analizarán si la variable independiente afecta a la variable dependiente y por qué lo hacen. Además, se tendrá una primera fase en la cual se obtienen y analizan datos cuantitativos, seguida de otra donde se recoge y evalúa datos cualitativos (Hernández-Sampieri & Mendoza Torres, 2018).

##### 3.1.3. DISEÑO

El diseño de la investigación fue experimental puesto que se realizará una acción y después observará las consecuencias (Hernández-Sampieri & Mendoza Torres, 2018). Para ello se contará con un grupo control y dos grupos de experimento, tal como se presenta a continuación:



**Donde:**

**Gc:** es el grupo control sin estímulo ni manipulación.

**G1:** Grupo con experimento uno incorporando bocashi (X1).

**G2:** Grupo con experimento dos incorporando bocashi (X2).

**M:** Mediciones iniciales y finales.

Todas las mediciones se realizaron en la misma línea del tiempo, luego se compararán los sucesos antes y después. Las cantidades de bocashi serán diferentes en cada grupo de experimento:

En el grupo uno (G1) se dosificó con una proporción 4:1, es decir por cada cuatro (4) kilos de suelo será un (1) kilo de bocashi.

En el grupo dos (G2) se dosificó con una proporción 4:2, es decir por cada cuatro (4) kilos de suelo será dos (2) kilos de bocashi.

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. POBLACIÓN**

Teniendo en cuenta que la población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones, la población para el estudio lo conformarán un área de dos (2) hectáreas (20000 metros cuadrados) de los terrenos agrícolas de la localidad de Rumichaca, Panao, Huánuco.

**Tabla 3**

*Ubicación de lugar de estudio*

<b>Coordenadas UTM de la población en estudio</b>	
Zona	18 L
Este:	398339.64
Norte.	8900971.72

### **3.2.2. MUESTRA**

Teniendo en cuenta que la muestra es un subconjunto de la población, la muestra en la investigación lo conformará 5 áreas de 10 m<sup>2</sup> (50 metros cuadrados) de los terrenos agrícolas de la localidad de Rumichaca, Panao, Huánuco. Se extraerán 10 kilos de cada área con un total de 50 kilos, para repartirlo en análisis inicial, experimento y análisis final, para luego ser comparados.

- **Criterio de inclusión**

- Suelo libre de materia orgánica
- Suelo sometido al método del cuarteo
- Suelo de profundidad de 30 cm.

- **Criterio de exclusión**

- Suelo con raíces y materia orgánica
- Suelo superficial
- Suelos con piedras

### **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.3.1. TÉCNICA**

Se realizarán análisis de laboratorio de caracterización fisicoquímica del suelo.

#### **3.3.2. INSTRUMENTOS**

Los instrumentos estarán basados en las fichas de campo.

#### **3.3.3. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

La técnica que se usó para la recolección de datos, está basada en la Guía para el Muestreo de Suelos. Siguiendo los lineamientos para:

- Tipo de muestreo y muestras
- Ubicación, distribución y número de puntos de muestreo.
- Profundidad de muestreo.
- Valoración del Número total de muestras.
- Parámetros de campo.
- Equipos de muestreo.
- Técnicas para asegurar el muestreo.
- Conservación de las muestras.
- Tipo de recipiente y volumen de la muestra.
- Plan de seguridad y salud del muestreador.
- Cadena de custodia.

#### **a) Etapa de campo**

Para poder realizar el proceso experimental del proyecto de investigación: “Incorporación del abono bocashi en la recuperación de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas en Rumichaca, Panao, Huánuco - 2023”. Se realizaron diversas actividades en campo, las cuales se describirán a continuación.

#### **Pre estudio**

##### **– Elaboración del abono bocashi**

Para la preparación del abono bocashi se utilizaron los siguientes insumos: 1Kg de ceniza, 1Kg de carbón molido, 20gr de levadura, 300gr de melaza, 15Kg de tierra común, 7Kg de cascarilla de arroz, 5Kg de estiércol de gallina, 10 Kg de estiércol de cuy, 8Kg de estiércol de oveja y 10L de agua. Para la preparación del bocashi buscamos un lugar

techado para poder prepararlo, una vez encontrado se procedió de la siguiente manera. Primeramente, en agua tibia se disolvió la levadura, en un balde de 20 L con agua se disolvió la melaza y se le agregó el yogur, la melaza y la levadura. Sobre el suelo se tendió un plástico y se colocó una capa de tierra común, sobre ella se echó una capa de todos los insumos secos (estiércol de cuy, oveja y pollo, cascarilla de arroz, carbón molido y ceniza), todos estos insumos a la vez se iban roseando con el líquido preparado.

### **Figura 2**

*Abono bocashi recién preparado*



**Nota.** El color negro del bocashi indica abundancia de materia orgánica, favorable para los suelos degradados.

Los primeros 5 días la temperatura del abono aumenta, es por ello que el abono se volteaba 2 veces al día y así evitar que la temperatura aumente y que los microorganismos se mueran; después de los 5 días solamente se volteaba una vez al día hasta el día 14 donde la temperatura ya descende. Para el día 25 el abono ya va estar listo para su uso y se procedió a encostalar. y se logró obtener 50Kg de abono bocashi.

### **Durante el estudio**

#### **b) Toma de muestras**

El tipo de muestreo que se hizo fue sistemático. Primeramente, se retiró la maleza de los puntos de muestreo y se tomaron 5 sub muestras

simples del área de estudio, estas muestras fueron homogenizadas para formar una sola muestra compuesta de 50 kg de ahí se sacó 2Kg de muestra fueron llevados al laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS) para su respectivo análisis físico y químico. Es preciso indicar que la profundidad del muestreo de suelo agrícola va de 0 a 30 cm para cultivos superficiales o anuales. (D.N°002-2013-MINAM,2013).

**Tabla 4**  
*Coordenadas de las submuestras*

COORDENADAS DE LAS SUBMUESTRAS		
	Coordenadas geográficas	Coordenadas UTM
<b>Submuestra 1</b>	-9.914197, -75.902908	9°54'51.1"S 75°54'10.5"W
<b>Submuestra 2</b>	-9.914014, -75.902838	9°54'50.5"S 75°54'10.2"W
<b>Submuestra 3</b>	-9.914346, -75.902447	9°54'51.7"S 75°54'08.8"W
<b>Submuestra 4</b>	-9.914160, -75.902311	9°54'51.0"S 75°54'08.3"W
<b>Submuestra 5</b>	-9.913943, -75.902289	9°54'50.2"S 75°54'08.2"W

**Nota.** se consideró 5 submuestras de un área rectangular, considerando los lados y el punto medio.

**Figura 3**  
*Toma de muestras del área de estudio*



**Nota.** Se descarta la parte superficial del suelo (horizonte 0) y las muestras son de una profundidad de 30 cm.

### c) Experimento

En los grupos experimentales se dosificarán al suelo bocashi con 15% por cada kilo de suelo (X1) y 25% por cada kilo de suelo (X2), es decir para el primer tratamiento se usó en total 24 Kg de muestra y por

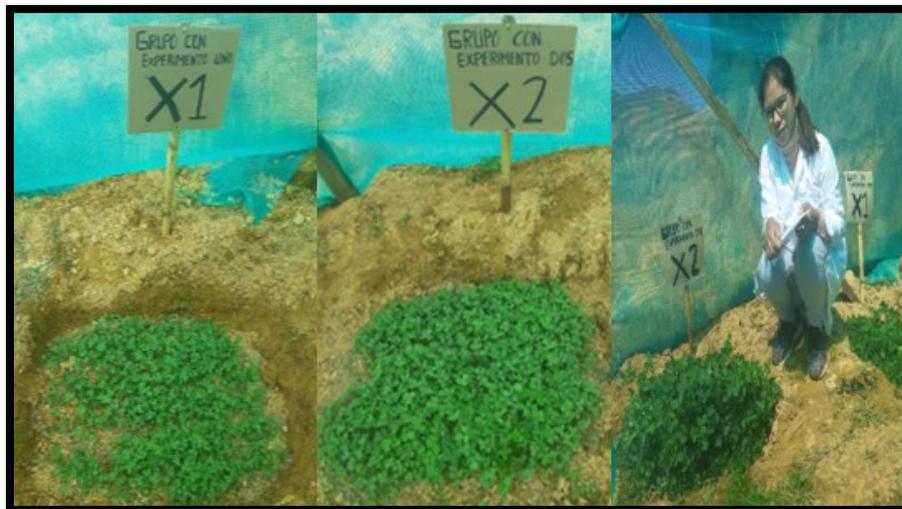
cada 4 kg de muestra se echó 1 Kg de abono bocashi. Para el segundo tratamiento se usó 24 Kg de muestra y por cada 4 Kg de muestra se incorporó 2 Kg de abono bocashi. Una vez echado el abono se dejó actuar por un periodo de 15 días, para luego ser plantado un indicador en nuestro caso viene siendo la alfalfa. El experimento fue evaluado en un periodo de 60 días. En una misma línea de tiempo para ambos grupos, Todo a una escala de laboratorio.

#### d) Observación

El periodo de observación del experimento en el plazo establecido, sirvió para identificar cambios fisicoquímicos controlando la temperatura como también el crecimiento de un indicador y el control de la manipulación de las variables en estudio.

#### Figura 4

*Monitoreo del experimento*



**Nota.** Se tuvo el control y observación del indicador, con seguimientos periódicos en una misma línea de tiempo.

#### e) Muestras finales

Pasado ya los 60 días, procedimos a sacar las muestras finales, primeramente, se sacaron las alfalfas de cada grupo de experimento, estas alfalfas fueron medidas tanto en tallo y raíz para luego hacer una

comparación en que tratamiento la alfalfa se desarrolla mejor. Después de ello se sacó las muestras finales, de cada sistema de tratamiento se sacaron 5 muestras de 1Kg cada uno para luego ser analizadas en el laboratorio, estos resultados serán comparados con los datos obtenidos inicialmente, lo cual va evidenciar la eficiencia del bocashi recuperando suelo degradados, además se identificará en que dosis en mejor.

**Figura 5**

*Medición del tamaño de la planta y raíz*



**Nota.** Las medidas de los tamaños de la planta y la raíz del indicador ayudan a identificar la dosis más adecuada para el suelo de gradado.

– **Manejo de las muestras**

Para el adecuado manejo de las muestras se sigue una serie de procedimientos desde la toma hasta su entrega al laboratorio. Con la finalidad de mantener sus características y cumplir con el protocolo de laboratorio.

– **Materiales para el manejo y transporte de las muestras**

- El recipiente que se usó para trasladar las muestras fueron unas bolsas con cierre hermético que son más resistentes.
- No se usó ningún tipo de preservante.
- Cada muestra contenía 1Kg.

- Las muestras fueron trasladadas en una caja de Tecnopor para así poder mantener sus características físico -químicas.

– **Etiquetado**

- La etiqueta fue colocada en la parte superior de la muestra.
- Cada etiqueta de la muestra contaba con información necesaria como: nombre del muestreador, lugar del muestreo, fecha y hora.

**Figura 6**

*Muestra etiquetada*



**Nota.** Las etiquetas y rotulaciones ayudan a identificar a cada unidad experimental, llevando un mejor control de los datos que se obtuvieron.

– **Ficha de muestreo**

Documento donde se detalla los procedimientos del muestreo

– **Cadena de custodia**

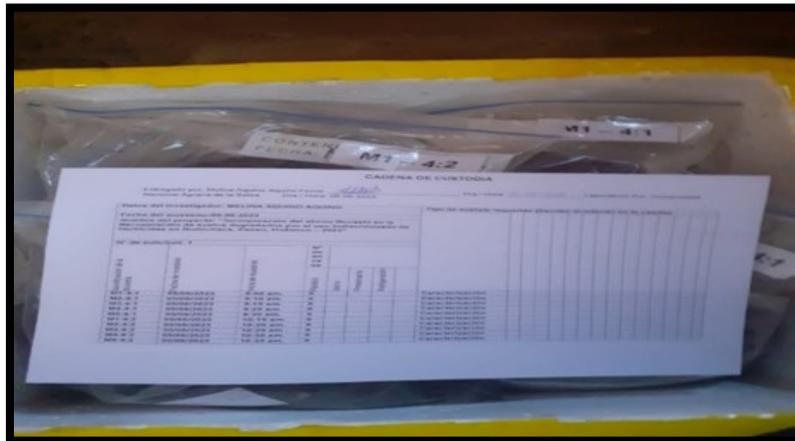
Cuenta con la siguiente información

- Coordenadas UTM para la identificación de la zona de muestreo.
- Fecha y hora muestreo.

- Nombre del muestreador.
  - Nombre del laboratorio donde se realizará el análisis.
  - El tipo de análisis que se va a realizar.
  - Numero de muestras enviadas, codificados.
- **Condiciones para el transporte de las muestras**
- Las muestras fueron trasladadas en una caja de Tecnopor que va ayudar a mantener la temperatura y un mejor almacenamiento durante el transporte.
  - Las muestras fueron enviadas dentro de las 24 horas.

**Figura 7**

*Traslado de las muestras*



**Nota.** La cadena de custodia ayuda la identificación de las muestras, y que estén los parámetros requeridos y otras condiciones de las muestras.

**3.3.4. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS**

Los datos obtenidos en la recolección, procesamiento y experimento serán presentados por medio de tablas y gráficos descriptivos, con descripciones en lenguaje científico.

### **3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

Los datos fueron procesados a través del software estadístico IBM SPSS en su versión 26, en la que se contemplarán las medidas de tendencia central, pruebas de normalidad y la contrastación de la hipótesis.

Los datos obtenidos de la recuperación del suelo (en sus características fisicoquímicas) fueron procesados con la estadística inferencial T de student, para comparación de muestras siempre en cuando se tengan normalidad, de lo contrario se usará la prueba de Mann-Whitney

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

A continuación, se muestran los resultados siguiendo el diseño planteado para el cumplimiento de los objetivos en la que se considera una pre muestra y varias post muestras.

**Tabla 5**

*Análisis de los parámetros del suelo pre tratamiento*

	Parámetros fisicoquímicos (pre)									
	arena (%)	arcilla (%)	limo (%)	Textura	pH	CE (dS/m)	M.O. (%)	N (%)	P	K
SAR				Franco						
01	53	16	31	Arenoso	5,21	0,17	1,57	0,08	9,46	62,72

**Nota.** De la tabla se muestra un suelo de tipo textural franco arenoso, y un pH ácido con 5.21

**Tabla 6**

*Análisis de los parámetros del suelo post tratamiento 1*

	Parámetros fisicoquímicos (Post 1)									
	arena (%)	arcilla (%)	limo (%)	Textura	pH	CE (dS/m)	M.O. (%)	N (%)	P	K
M1-4:1	53	20	27	Franco Arenoso	6,78	1,14	3,404	0,17	75,31	304,27
M2-4:1	54	20	27	Franco Arenoso	6,81	0,932	3,282	0,164	82,83	315,46
M3-4:1	53	20	27	Franco Arenoso	6,79	0,943	3,404	0,17	85,23	312,76
M4-4:1	53	19	27	Franco Arenoso	6,73	0,779	3,586	0,179	77,62	313,61
M5-4:1	53	19	27	Franco Arenoso	6,76	0,768	3,647	0,182	77,27	313,75

**Nota.** En el tratamiento 1 se usó 1kg de bocashi por cada 4 kg de suelo, en la que se muestran para cada unidad experimental una textura franco arenoso y con un pH neutro que oscila desde 6.73 a 6.81.

**Tabla 7***Análisis de los parámetros del suelo post tratamiento 2*

Parámetros fisicoquímicos (post 2)										
	arena (%)	arcilla (%)	limo (%)	Textura	pH	CE (dS/m )	M.O. (%)	N (%)	P	K
M1- 4:2	53	20	28	Franco Arenoso	7,05	0,957	3,951	0,198	100,42	345,25
M2- 4:2	53	20	28	Franco Arenoso	7,09	1,10	3,787	0,789	109,26	369,84
M3- 4:2	53	20	27	Franco Arenoso	7,14	0,893	3,769	0,188	101,73	358,94
M4- 4:2	53	20	27	Franco Arenoso	7,10	1,114	3,769	0,188	116,96	341,44
M5- 4:2	54	19	27	Franco Arenoso	7,06	0,837	9,89	0,195	122,69	368,48

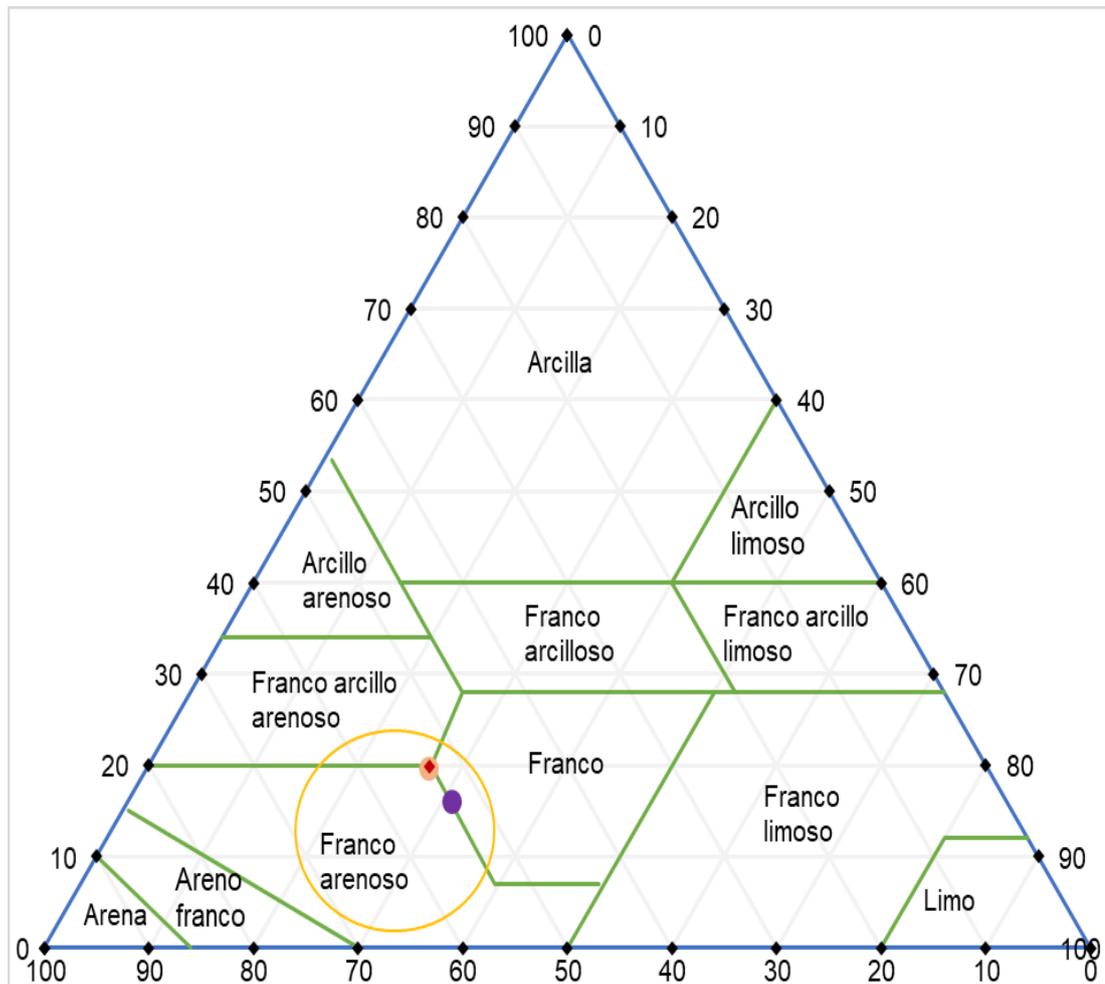
**Nota.** En el tratamiento 2 se usó 2kg de bocashi por cada 4 kg de suelo en la que se muestran para cada unidad experimental una textura franco arenoso y con un pH ligeramente alcalino que oscila desde 6.73 a 6.81.

**Tabla 8***Condiciones del abono bocashi aplicado al suelo*

Resultados del bocashi en base húmeda									
Cód.	pH	C.E.	Humedad	Materia seca	Materia orgánica	Cenizas	Carbono	Nitrógeno	C/N
1	8.6	7880	40.88	59.123	16.09	43.03	8.04	0.84	9.58

**Nota.** De la tabla se aprecia que el abono bocashi presenta un pH de 8.6 lo cual es fuertemente alcalino, es decir favorece a los suelos con acides para que puedan tener un equilibrio, la C.E. es alto con 7880. La materia orgánica es alta por ser un abono con lo que favorecen a los suelos bajos en este parámetro, esto se aprecia también en el nitrógeno que tuvo 0.84 en un rango alto y el carbono con 8.4 es decir un rango alto. Es datos obtenido del abono garantizan el suministro los nutrientes adecuados y necesarios sobre el suelo, la cual fue absorbidos por las raíces de del indicador usado (alfalfa) que tuvo un desarrollo normal. Es por ello que el bocashi usa diferentes materiales o insumos, con lo que se garantizaron los mayores equilibrios nutricional del abono.

**Figura 8**  
*Triangulo textural de suelo*



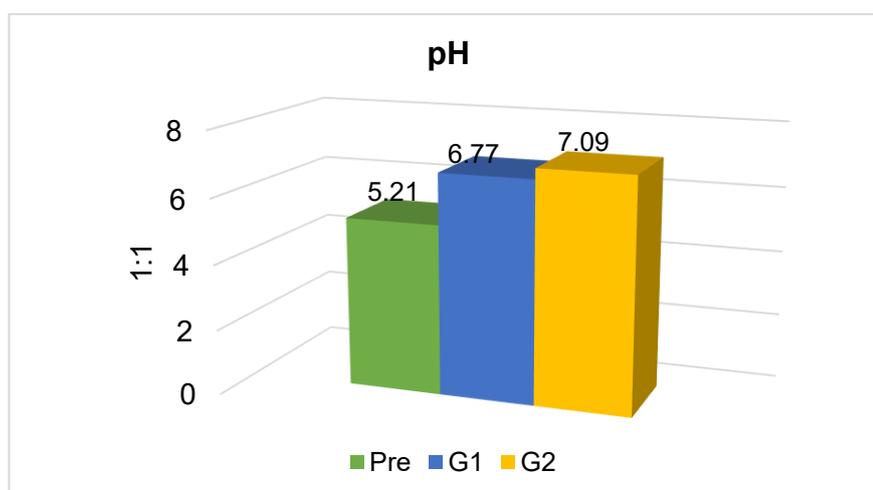
**Nota.** Respecto al tipo textural del suelo, desde el inicial (pre experimento) y final (post experimento) se mantiene como Franco Arenoso, dado que la distribución inicial en promedio de arena 53%, arcilla 16% y limo 31%, en el grupo 1 (1kg de bocashi por cada 4 kg de suelo) arena 53%, arcilla 18 y limo 27% (franco arenoso) en el grupo 2 (2kg de bocashi por cada 4 kg de suelo) la distribución media fue para arena 53% para arcilla 20% y para limo 27% por lo que el bocashi no hace cambios en este parámetro del suelo.

**Tabla 9**  
Parámetros de la dinámica del suelo

Mediciones	Grupo Bocashi	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Inferior	Superior
pH (pre tratamiento)	B (1:4)	<b>5,2100</b>	0,0000	5,2100	5,2100
	B (2:4)				
pH (post tratamiento)	B (1:4)	<b>6,7740</b>	0,01364	6,7361	6,8119
	B (2:4)				
<b>Diferencia (pH)</b>	B (1:4)	<b>1,5640</b>	0,01364	1,5261	1,6019
	B (2:4)				
CE (pre tratamiento)	B (1:4)	<b>0,1700</b>	0,0000	0,1700	0,1700
	B (2:4)				
CE (post tratamiento)	B (1:4)	<b>0,9124</b>	0,06774	0,7243	1,1005
	B (2:4)				
<b>Diferencia (CE)</b>	B (1:4)	<b>0,7424</b>	0,06774	0,5543	0,9305
	B (2:4)				

**Nota.** En la tabla se aprecia de la dinámica del suelo considerando la media del pH inicial se tuvo 5.21, en el post tratamiento con el grupo 1(1kg de bocashi por cada 4 kg de suelo) se tuvo 6.77 con una diferencia de 1.56. Y del grupo 2 (2kg de bocashi por cada 4 kg de suelo) se tuvo 7.09 con una diferencia estadística mayor con 1.88. Respecto a la CE inicial se tuvo 0.17, con el tratamiento 1 se tuvo 0.91 con una diferencia de 0.74 y con el tratamiento 2 se tuvo 0.98 con una diferencia de 0.81.

**Figura 9**  
Parámetro pH comportamiento



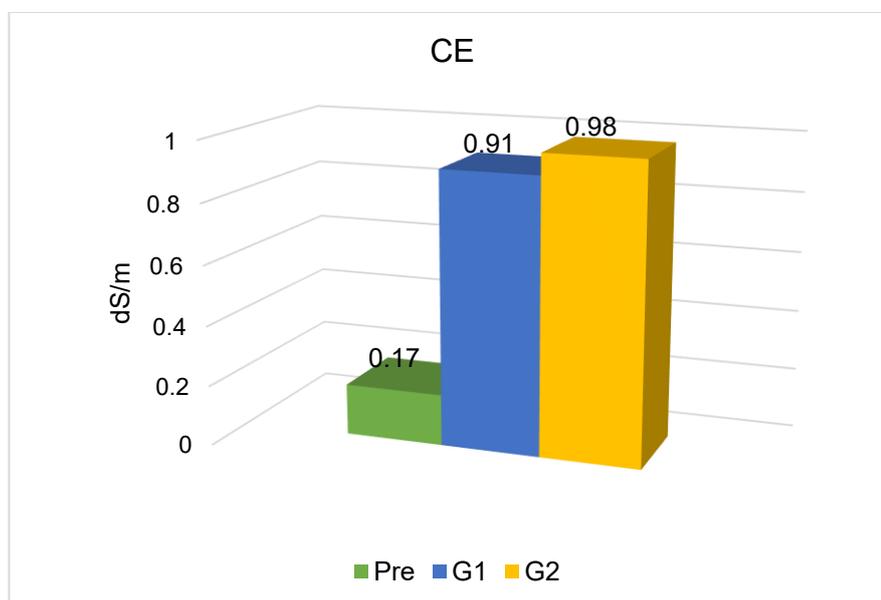
**Nota.** De la figura se aprecia para el pH un ascenso estadístico según el grupo experimental, en la que pre tratamiento se tuvo una media de 5.21, con el grupo experimental 1 (G1) se tuvo 6.77 y con el grupo experimental 2 (G2) se tuvo 7.09. El grupo 2 tuvo mayores cambios.

**Tabla 10**  
Materia orgánica del suelo

Mediciones	Grupo Bocashi	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Límites Inferior	Límites Superior
MO (pre tratamiento)	B (1:4)				
	B (2:4)	<b>1,5700</b>	0,0000	1,5700	1,5700
MO (post tratamiento)	B (1:4)	<b>3,4646</b>	0,06659	3,2797	3,6495
	B (2:4)	<b>5,0332</b>	1,21468	1,6607	8,4057
<b>Diferencia (MO)</b>	B (1:4)	<b>1,8946</b>	0,06659	2,0795	1,7097
	B (2:4)	<b>3,4632</b>	1,21468	6,8357	0,0907

**Nota.** De la tabla se aprecia para la materia orgánica del suelo, un porcentaje inicial de 1.57%, en el post tratamiento con el grupo 1 (1kg de bocashi por cada 4 kg de suelo) se tuvo 3.46% con una diferencia de 1.89. Y del grupo 2 (2kg de bocashi por cada 4 kg de suelo) se tuvo 5.03% con una diferencia de 3.45. estadísticamente el grupo 2 tuvo mayores cambios del porcentaje inicial.

**Figura 10**  
Parámetro CE comportamiento



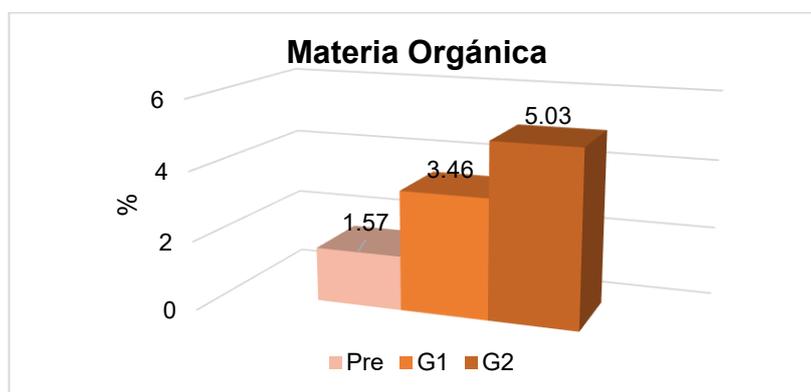
**Nota.** De la figura se aprecia para la CE un ascenso estadístico según el grupo experimental, en la que pre tratamiento se tuvo una media de 0.17 dS/m, con el grupo experimental 1 (G1) se tuvo 0.91 dS/m y con el grupo experimental 2 (G2) se tuvo 0.98 dS/m. Siendo el grupo 2 con mayores cambios.

**Tabla 11**  
Complemento de la materia orgánica (macronutrientes)

Mediciones	Grupo Bocashi	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Inferior	Superior
N (pre tratamiento)	B (1:4)				
	B (2:4)	<b>0,0800</b>	0,0000	0,0800	0,0800
N (post tratamiento)	B (1:4)	<b>0,1730</b>	0,00329	0,1639	0,1821
	B (2:4)	<b>0,3116</b>	0,11937	0,0198	0,6430
<b>Diferencia (N)</b>	B (1:4)	<b>0,0930</b>	0,00329	0,0839	0,1021
	B (2:4)	<b>0,2316</b>	0,11937	0,0998	0,5630
P (pre tratamiento)	B (1:4)				
	B (2:4)	<b>9,4600</b>	0,00000	9,4600	9,4600
P (post tratamiento)	B (1:4)	<b>79,6520</b>	1,86909	74,4626	84,8414
	B (2:4)	<b>110,2120</b>	4,30099	98,2705	122,1535
<b>Diferencia (P)</b>	B (1:4)	<b>70,1920</b>	1,86909	65,0026	75,3814
	B (2:4)	<b>100,7520</b>	4,30099	88,8105	112,6935
K (pre tratamiento)	B (1:4)				
	B (2:4)	<b>62,7200</b>	0,00000	62,7200	62,7200
K (post tratamiento)	B (1:4)	<b>311,9700</b>	1,97424	306,4886	317,4514
	B (2:4)	<b>356,7900</b>	5,83256	340,5962	372,9838
<b>Diferencia (K)</b>	B (1:4)	<b>249,2500</b>	1,97424	243,7686	254,7314
	B (2:4)	<b>294,0700</b>	5,83256	277,8762	310,2638

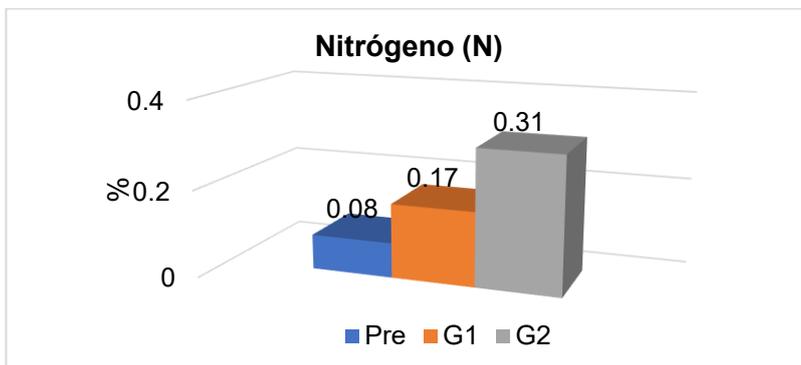
**Nota.** Los macronutrientes de la M.O. del suelo muestran para N un incremento mayor con el tratamiento 2 llegando hasta 0.2316, lo mismo se refleja para el fosforo que tuvo un incremento de 100.7520 y para el potasio (K) un incremento de 294.07.

**Figura 11**  
Parámetro materia orgánica comportamiento



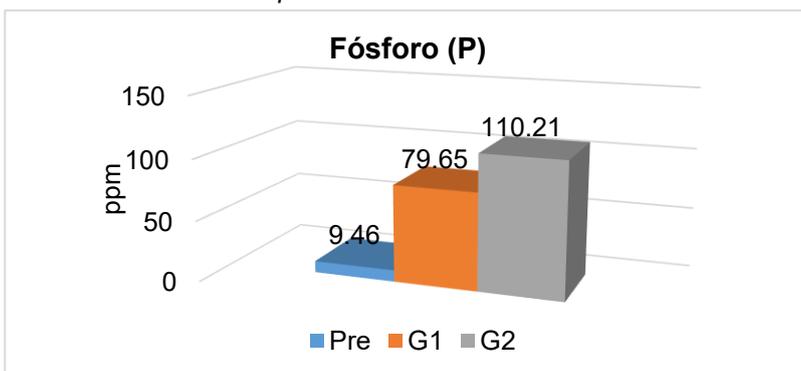
**Nota.** De la figura se aprecia para la MO un ascenso estadístico, el grupo experimental, en la que pre tratamiento se tuvo una media de 1.57%, con el grupo experimental 1 (G1) se tuvo 3.46% y con el grupo experimental 2 (G2) se tuvo 5.03. Siendo el grupo 2 con mayor cambio.

**Figura 12**  
*Parámetro nitrógeno comportamiento*



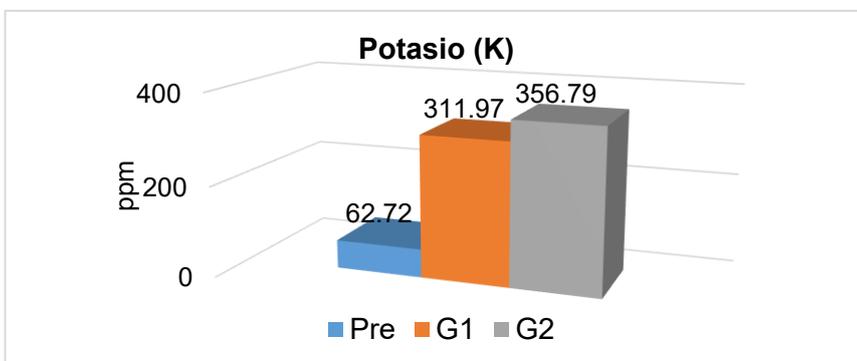
**Nota.** De la figura, para N, inicialmente se tuvo 0.08%, con el grupo experimental 1 (G1) se tuvo 0.17% y con el grupo experimental 2 (G2) se tuvo 0.31.

**Figura 13**  
*Parámetro fósforo comportamiento*



**Nota.** De la figura, para P, inicialmente se tuvo 9.46ppm, con el grupo experimental 1 (G1) se tuvo 79.65ppm y con el grupo experimental 2 (G2) se tuvo 110.21ppm.

**Figura 14**  
*Parámetro potasio comportamiento*



**Nota.** De la figura, para K, inicialmente se tuvo 62.72, con el grupo experimental 1 (G1) se tuvo 311.97ppm y con el grupo experimental 2 (G2) se tuvo 356.79ppm.

## 4.2. PRUEBA DE HIPÓTESIS

Para la decisión de una prueba de hipótesis, los datos son verificados según su comportamiento en una prueba de normalidad como se muestra a continuación:

**Tabla 12**

*Prueba de normalidad de datos*

	grupo	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
dif_pH	grupo 1	0,178	5	0,200*	0,981	5	<b>0,940</b>
	grupo 2	0,184	5	0,200*	0,950	5	<b>0,738</b>
dif_CE	grupo 1	0,220	5	0,200*	0,896	5	<b>0,391</b>
	grupo 2	0,234	5	0,200*	0,900	5	<b>0,408</b>
dif_MO	grupo 1	0,258	5	0,200*	0,926	5	<b>0,567</b>
	grupo 2	0,455	5	0,001	0,573	5	0,000°
dif_N	grupo 1	0,258	5	0,200*	0,925	5	<b>0,563</b>
	grupo 2	0,465	5	0,001	0,567	5	0,000°
dif_P	grupo 1	0,287	5	0,200*	0,901	5	<b>0,417</b>
	grupo 2	0,211	5	0,200*	0,923	5	<b>0,548</b>
dif_K	grupo 1	0,371	5	0,023	0,756	5	0,034°
	grupo 2	0,215	5	0,200*	0,881	5	<b>0,314</b>

**Nota.** \*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera. a. Corrección de significación de Lilliefors. De la tabla se aprecia de la Sig. (p-valor) consideran que es 0.05, los datos obtenidos en la prueba de Shapiro Wilk muestra que en todos los datos superan al p-valor, por lo que a excepción del parámetro M.O.; Nitrógeno (N) y Potasio (K) del grupo experimental 2. Para lo cual se usó una prueba no paramétrica. Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes

Para la prueba de hipótesis se considera lo siguiente:

**H1:** La incorporación del abono Bocashi tiene efecto sobre la calidad de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas en Rumichaca, Panao, Huánuco.

**H0:** La incorporación del abono Bocashi no tiene efecto sobre la calidad de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas en Rumichaca, Panao, Huánuco.

Intervalo de confianza de 95% para la media

Para poder verificar los efectos del bocashi sobre la calidad del suelo, se evaluaron los parámetros de calidad del suelo; en la que se consideró el pH, C.E. Materia orgánica (M.O), Nitrógeno, Fosforo y Potasio (K).

Dado que se usaron 2 dosis diferentes de bocashi (grupo 1: 1kg de bocashi por cada 4 kg de suelo y del grupo 2 2kg de bocashi por cada 4 kg de suelo). Se comparan los efectos de ambas dosis y verificando si ambas dosis tuvieron efectos, y si la tuvieron verificar si son la misma o diferentes.

**Tabla 13**  
*Resumen de contrastes de hipótesis*

<b>Parámetro</b>	<b>De la Hipótesis</b>	<b>Prueba</b>	<b>Sig.</b>	<b>Decisión</b>
pH	La distribución de la diferencia del pH es la misma entre categorías de grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	0,008 <sup>a</sup>	Hubo diferente efecto.
CE	La distribución de la diferencia de CE es la misma entre categorías de grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	<b>0,548<sup>a</sup></b>	Hubo mismo efecto, no existe diferencia estadística.
MO	La distribución de la diferencia de la MO es la misma entre categorías de grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	0,008 <sup>a</sup>	Hubo diferente efecto.
N	La distribución de la diferencia del N es la misma entre categorías de grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	0,008 <sup>a</sup>	Hubo diferente efecto.
P	La distribución de la diferencia del P es la misma entre categorías de grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	0,008 <sup>a</sup>	Hubo diferente efecto.
K	La distribución de la diferencia del es la misma entre categorías de grupo.	Prueba U de Mann-Whitney para muestras independientes	0,008 <sup>a</sup>	Hubo diferente efecto.

**Nota.** Se muestran significaciones asintóticas. El nivel de significación es de 0,050. a. Se muestra la significación exacta para esta prueba. De la tabla se aprecia que hubo efecto con las dos dosis usadas, diferencia de efectos en cada parámetro considerados como; el pH, Materia orgánica (M.O), Nitrógeno, Fosforo y Potasio (K)., excepto en la C.E. en la que la sig. Es 0,548, es decir no existe diferencia significativa. Para ello se hace una verificación de datos que se muestran a continuación:

**Tabla 14***Verificación de los datos e interpretación*

<b>Parámetro</b>	<b>Grupo</b>	<b>Inicial</b>	<b>interpretación</b>	<b>Final</b>	<b>interpretación</b>
pH	B (1:4)	5,21	Moderadamente acido	6,77	Neutro
	B (2:4)			7,09	Ligeramente alcalino
<i>Conductividad eléctrica</i>	<i>B (1:4)</i>	<i>0,17</i>	<i>Baja de salinidad</i>	<b>0,91</b>	<i>Media de salinidad</i>
	<i>B (2:4)</i>			<b>0,98</b>	<i>Media de salinidad</i>
M.O.	B (1:4)	1.57	Bajo el %	3.46	Medio el %
	B (2:4)			5.03	Alto el %
Nitrógeno (N)	B (1:4)	0.08	Bajo en %	0,1730	Medio en %
	B (2:4)			0,3116	Alto en %
Fosforo (P)	B (1:4)	9.46	Medio en ppm	79,6520	Alto en ppm
	B (2:4)			110,2120	Alto en ppm
Potasio (K)	B (1:4)	62.72	Bajo en ppm	311,9700	Alto en ppm
	B (2:4)			356,7900	Alto en ppm

**Nota.** De la interpretación de los datos se verifica que la incorporación del abono Bocashi tiene efecto sobre la calidad de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas, puesto que se evidencias cambios muy favorables en los parámetros evaluados. Por lo que se acepta la hipótesis del investigador (HA) y se rechaza la hipótesis nula.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La incorporación del abono bocashi en la recuperación de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas en Rumichaca, se muestra favorable para la recuperación de los suelos aún más porque los suelos evaluados presentan acides, el abono que se incorporó tiene un pH básico lo cual es muy favorable, considerándolo para reemplazar y reducir la utilización de elementos sintéticos (fertilizantes), sobre los suelos, lo cual concuerda con lo que menciona Moneva (2020) sosteniendo de su investigación que el bocashi puede ser usado en cualquier zona, dado que reduce el usos de los compuestos sintéticos o abono químico (fertilizantes), con ello se conserva el suelo, es decir este tipo de abono es ecológico además de sostenible. A esto Berrios y Villegas (2020) agregan de su investigación que el uso de abonos orgánicos como el bocashi, refuerzan la conducta ambiental, reutilizando residuos orgánico e inorgánicos. Además, estrictamente, de esta manera se mejoraron sus características fisicoquímicas y supliendo al suelo agrícola de nutrientes

El efecto del abono bocashi sobre los parámetros físicos de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas en Rumichaca desde el inicial (pre experimento) y final (post experimento) se mantiene como Franco Arenoso, dado que la distribución inicial en promedio de arena 53%, arcilla 16% y limo 31%, en el grupo 1 (1kg de bocashi por cada 4 kg de suelo) arena 53%, arcilla 18 y limo 27% (franco arenoso) en el grupo 2 (2kg de bocashi por cada 4 kg de suelo) la distribución media fue para arena 53% para arcilla 20% y para limo 27% por lo que el bocashi no hace cambios en este parámetro del suelo, sin embargo es muy favorable para el suelo, considerando lo que argumentan Calvo y Sencia (2022) de su investigación que el abono bocashi si mejora la fertilidad del suelo.

El efecto del abono bocashi sobre los parámetros químicos de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas evaluados, se tuvieron para el pH inicial 5.21, pasando a 6.77 (neutro) con el tratamiento usando 1kg

de bocashi por cada 4 kg de suelo, y 7.09 (ligeramente alcalino) usando 2kg de bocashi por cada 4 kg de suelo. Respecto a la CE inicial se tuvo 0.17, con el tratamiento 1 se tuvo 0.91 con una diferencia de 0.74 y con el tratamiento 2 se tuvo 0.98 con una diferencia de 0.81. Para la materia orgánica el porcentaje inicial fue 1.57%, incrementando a 3.46% usando 1kg de bocashi por cada 4 kg de suelo, y se tuvo 5.03% usando 2kg de bocashi por cada 4 kg de suelo. Los macronutrientes de la M.O. del suelo muestran para N un incremento mayor con el tratamiento 2 llegando hasta 0.2316, lo mismo se refleja para el fósforo que tuvo un incremento de 100.7520 y para el potasio (K) un incremento de 294.07. estos datos evidencian lo que muestran Berrios y Villegas (2020) en su investigación en la que el uso del bocashi activa y aumenta los niveles de pH (7,75), Conductividad eléctrica (1,32), carbonatos (3,10), materia orgánica (4,05), potasio (175) y fósforo (9,84). Además, estas mismas acciones favorables son mencionados por Ríos (2015) en su investigación describe que se incrementó el pH desde 4.3 a 5.2, materia orgánica de 2.0% a 5.3%, nitrógeno de 0.09% a 0.24%, fósforo 7.7 ppm a 11.38 ppm, Augusto (2020) se incrementó en la materia orgánica de (1.59% a 4.00%) y nitrógeno del suelo de (0.08% a 0.21%), para las mejoras en la propiedades químicas con el bocashi lo que sostiene Vásquez et al. (2018) de su investigación es el agregado de EM dado que estos mejoran las propiedades químicas del bocashi.

La mejor dosis de del abono Bocashi para recuperar suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas, según los datos obtenidos es la usada con 2kg de bocashi por cada 4 kg de suelo. Dado que la incorporación de esta proporción del abono Bocashi tiene efectos más favorables sobre la calidad de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas, puesto que se evidencian cambios muy favorables en los parámetros evaluados, a esto Serri et al. (2019) agrega que el suelo tiene mejor producción con la incorporación del bocashi considerando además lo que sostiene Puchoc y Quintana (2019) de su investigación mencionando que la aplicación del abono bocashi es eficaz en la calidad de suelo y en el crecimiento y desarrollo de la planta a diferencia del fertilizante foliar nitrogenado.

## CONCLUSIONES

La incorporación del abono Bocashi tiene efectos favorables en la recuperación de suelos degradados por el uso indiscriminado, su composición ecológica no solo es sostenible, sino que ayuda a estabilizar el pH, la cantidad de materia orgánica y sin alterar el tipo textural.

El efecto del abono bocashi sobre los parámetros físicos de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas, mantiene el tipo textural en franco arenoso, tanto en el grupo usando bocashi por cada 4 kg de suelo y en el grupo usando 2kg de bocashi por cada 4 kg de suelo por lo que el bocashi no hace cambios en este parámetro del suelo.

El efecto del abono bocashi sobre los parámetros químicos de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas, se tuvo para el pH inicial 5.21, en el grupo con 1kg de bocashi por cada 4 kg de suelo se tuvo 6.77 con y del grupo usando 2kg de bocashi por cada 4 kg de suelo se tuvo 7.09. Respecto a la CE inicial se tuvo 0.17, con el tratamiento 1 se tuvo 0.91 con una diferencia de 0.74 y con el tratamiento 2 se tuvo 0.98 con una diferencia de 0.81.

De las 2 dosis de abono bocashi para recuperar suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas se tuvo mayor beneficio con el grupo 2 (2kg de bocashi por cada 4 kg de suelo) por lo que es el más recomendable. El grupo 1 (1kg de bocashi por cada 4 kg de suelo) tuvo efectos en menor proporción.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda:

- Realizar estudios más amplios de la producción del bocashi, usando componentes de la región y aprovechando residuos orgánicos que no reciben una correcta disposición final.
- En la producción del bocashi puede ser reemplazado la cascarilla de arroz por restos de cebada o trigo que son más fáciles de encontrar en nuestra región y lugar de estudio.
- Hacer un pre análisis de los suelos a experimentar, dado que el bocashi tiene un pH alcalino, y no se recomienda para suelos alcalinos, pero si para suelos con pH ácido.
- Para la cantidad de bocashi a aplicar al suelo, es necesario verificar antecedentes para incorporar datos más correctos y poder obtener mejores resultados.
- Realizar control del experimento, es decir las condiciones en las que se realizan deben ser semi cerrados, evitando la incorporación externa de otros agentes que afecten el debido experimento.
- Usar un indicador que permita evaluar la cantidad de nutrientes que los suelos van obteniendo con el bocashi, lo cual debe ser sembrado posterior a los 15 días de la mezcla del abono con el suelo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre Forero, S. E., Piraneque Gambasica, N. V., & Mercado Fernández, T. (2022). Suelo y cambio climático: Incluye estudio de casos (Primera edición). Editorial Unimagdalena.
- Albert Velarde, F. G. (2015). Manejo, riego y abonado del suelo. Editorial Paraninfo.
- Augusto Garrido, L. (2020). Efectos del bocashi en la producción de plantas de *Calathea lutea* Schult (bijao) bajo condiciones de vivero en Tingo María [Universidad Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1791>
- Avenza Álvarez, Á. (2013). Manejo, riego y abonado del suelo. AGAF0108 (Primera edición). IC Editorial.
- Barrionuevo, M., Flores, L., & Dussi, C. (2020). Prácticas sustentables: Preparación de Bocashi. 85, 5.
- Berrios Rodriguez, B. M., & Villegas Ruiz, E. C. (2020). Eficiencia del uso de Bocashi para la nutrición del suelo agrícola en una parcela unifamiliar en Ilo, Moquegua [Universidad Peruana Unión]. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/4159>
- Cartes Sánchez, G. (2013). Degradación de suelos agrícolas. <https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2013/10/SueloAgricola201310.pdf>
- Dibella, E., Aguilera, P., & Silva, N. (2021). Elaboración de abono orgánico Bocashi. Construcción de tecnologías apropiadas. INTA.
- Footer, A. (2014). Bokashi Composting: Scraps to Soil in Weeks. New Society Publishers.
- Hernández Fernández, T., García Izquierdo, C., Ingelmo Sánchez, F., & Bernal Calderon, P. (2014). Residuos orgánicos en la restauración/rehabilitación de suelos degradados. Editorial Paraninfo.

- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). Metodología de la Investigación, las rutas cuantitativas, cualitativas y mixta. Mc Graw Hill Education.
- Ministerio del Ambiente. (2020). Hacia una tierra equilibrada y un Perú sostenible. <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/702051-hacia-una-tierra-equilibrada-y-un-peru-sostenible>
- Moneva Roca, J. (2020). Análisis y evaluación actual del abono tipo bocashi como alternativa ecológica ante los agroquímicos [Universidad Miguel Hernández de Elche]. <http://hdl.handle.net/11000/5930>
- Navarro, G., & Navarro, S. (2013). Química agrícola: Química del suelo y de los nutrientes esenciales para las plantas (Tercera Edición). Mundi-Prensa Libros.
- Navarro García, G. (2003). Química agrícola: El suelo y los elementos químicos: el suelo y los elementos químicos esenciales para la vida vegetal (Segunda edición). Editorial Paraninfo.
- Porta, J., López, M., & Poch, R. (2014). Edafología: Uso y protección de suelos (Tercera Edición). Mundi-Prensa Libros.
- Puchoc Terrel, E. C., & Quintana Garay, R. N. (2019). Comparación de dos tipos de abonos (bocashi y fertilizante mineral) en la calidad del suelo para el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), vivero [Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72782>
- Ríos Vargas, W. D. (2015). Efectos de aplicación del Bocashi en la fertilidad y en el crecimiento del Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) en un suelo degradado [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/399>
- Rodríguez, N., McLaughlin, M., & Pennock, D. (2019). La Contaminación del Suelo una Realidad Oculta (p. 144). <http://www.fao.org/3/I9183ES/i9183es.pdf>

Serri, D. L., Sibilia, S., Perez Brandan, C., Silbert, V., Muñoz, N. B., Bianco, M. V., Narmona, L., Ruggia, O., Verdenelli, R., Meriles, J., & Vargas Gil, S. (2019). Efecto de la aplicación de bocashi sobre la diversidad microbiana del suelo en el cultivo agroecológico de frutilla. 6° Congreso Nacional de Ecología y Biología de Suelos “ El suelo está vivo”, Puerto Iguazú, Misiones, 15 al 19 de septiembre de 2019. <http://hdl.handle.net/20.500.12123/8649>

Simón Salazar, R. E. (2019). Efecto de los abonos orgánicos en el rendimiento del cultivo de habas (vicia faba L.) var: Señorita, en condiciones agroclimáticos en el distrito de Molinos [Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/5458>

Vásquez, E., Sosoranga Paqui, C., Chamba Morales, M., & Mora, M. (2018). Evaluación química de bocashi con aplicación de EM en el cantón Saraguro provincia de Loja. *Bosques Latitud Cero*, 8(1), Art. 1. <https://revistas.unl.edu.ec/index.php/bosques/article/view/415>

## **COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

Aquino Aquino, M. (2024). *Incorporación del abono bocashi en la recuperación de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas en Rumichaca, Panao, Huánuco - 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

**Título:** “Incorporación del abono bocashi en la recuperación de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas en Rumichaca, Panao, Huánuco - 2023”

Problema general	Objetivo general	Hipótesis	Variables y dimensiones	Metodología
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es el efecto de la incorporación del abono Bocashi en la recuperación de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas en Rumichaca, Panao, Huánuco – 2023?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar el efecto de la incorporación del abono Bocashi en la recuperación de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas en Rumichaca, Panao, Huánuco – 2023.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La incorporación del abono Bocashi es eficiente en la recuperación de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas en Rumichaca, Panao, Huánuco – 2023.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>V. Dependiente</b></li> </ul> <p>Suelo degradado por herbicidas</p> <p><i>Físicos</i></p> <p><i>Químicos</i></p>	<p><b>Enfoque:</b> cuantitativo</p> <p><b>Alcance:</b> explicativo por el análisis de las variables</p> <p><b>Diseño:</b> con un grupo control y 2 experimentales.</p> <p style="text-align: center;"><b>Gc:</b> M1 — M2</p> <p style="text-align: center;"><b>G1:</b> M3 – X1 – M4</p> <p style="text-align: center;"><b>G2:</b> M5 – X2 – M6</p> <p><b>Población:</b></p> <p>áreas de los terrenos agrícolas de la localidad de Rumichaca</p> <p><b>Muestra:</b> 5 áreas de 10 m<sup>2</sup> de los terrenos agrícolas de la localidad de Rumichaca</p>
Problemas específicos	Objetivos específicos			
<ul style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es el efecto la eficiencia del abono Bocashi sobre los parámetros físicos de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas?</li> <li>¿Cuál es el efecto del abono Bocashi sobre los parámetros químicos de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas?</li> <li>¿Cuál es la mejor dosis de del abono Bocashi para recuperar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluar el efecto del abono Bocashi sobre los parámetros físicos de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas.</li> <li>Evaluar el efecto del abono Bocashi sobre los parámetros químicos de suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas.</li> <li>Determinar la mejor dosis de del abono Bocashi para recuperar suelos degradados por el uso indiscriminado de herbicidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La incorporación del abono Bocashi no es eficiente en la recuperación de suelos herbicidas por el uso indiscriminado de herbicidas en Rumichaca, Panao, Huánuco – 2023.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><b>V. Independiente</b></li> </ul> <p>Abono Bocashi</p> <p><i>Dosis</i></p>	

---

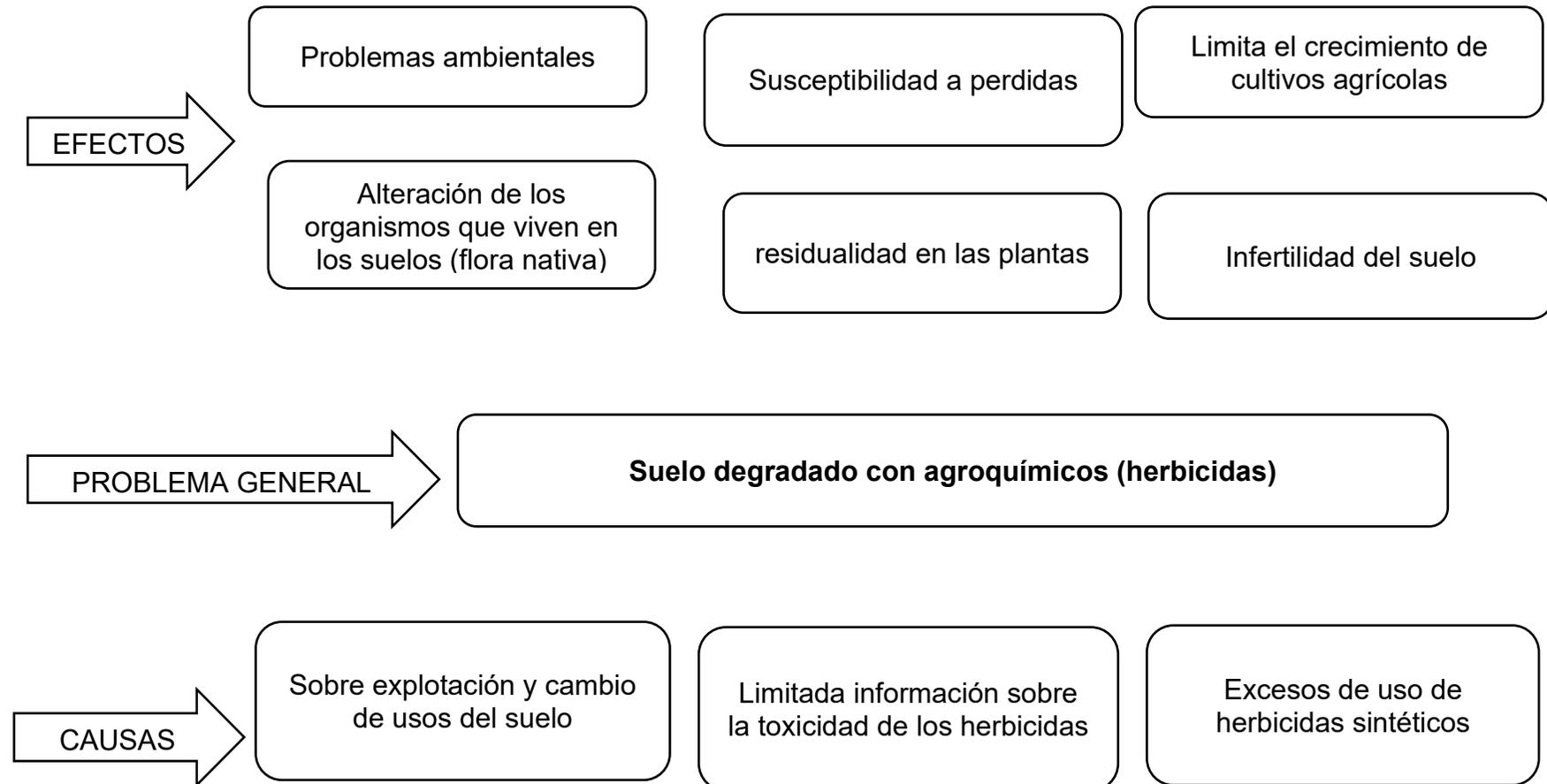
suelos degradados por el uso  
indiscriminado de herbicidas?

---



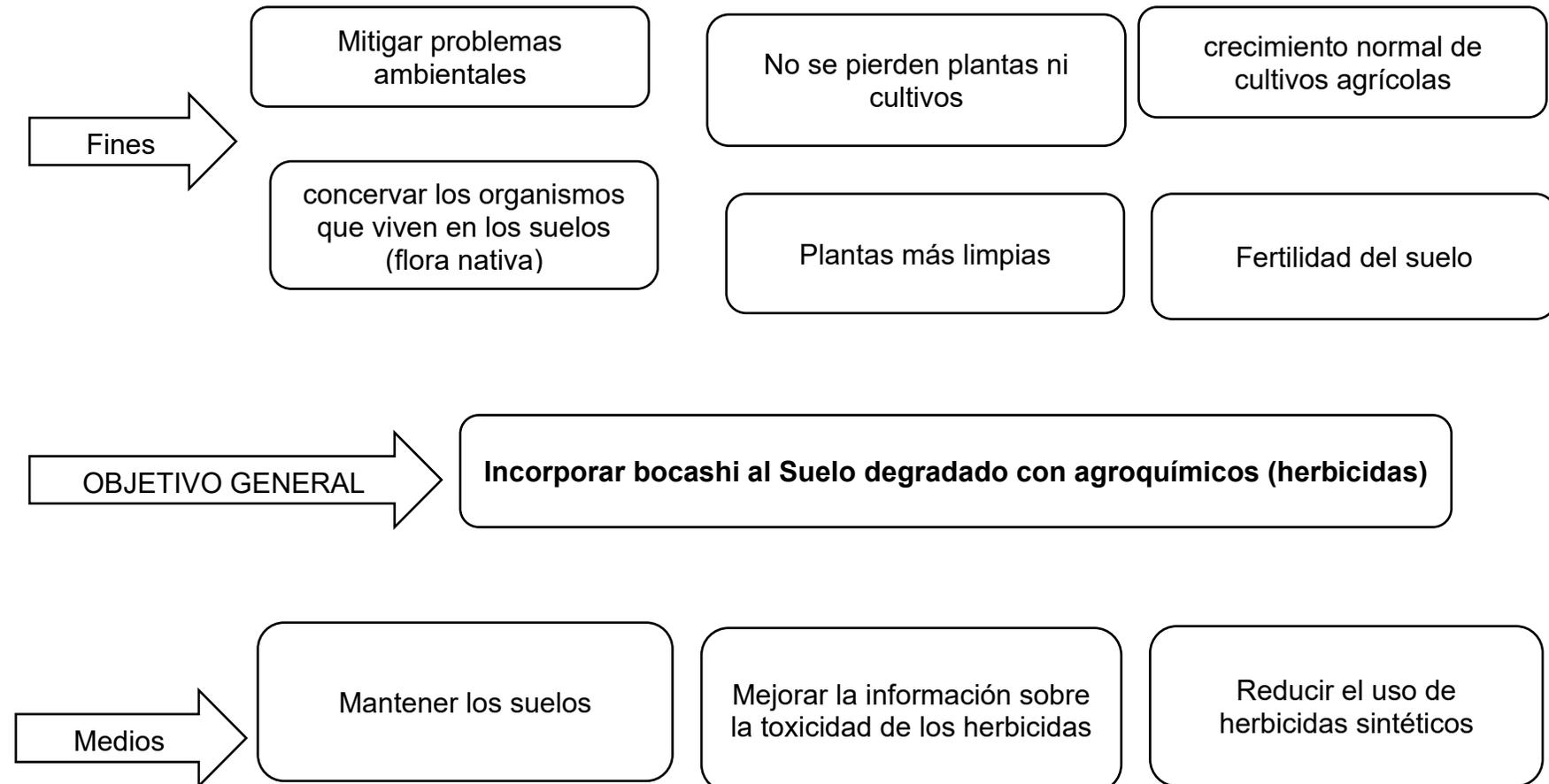
### ANEXO 3

#### DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTOS



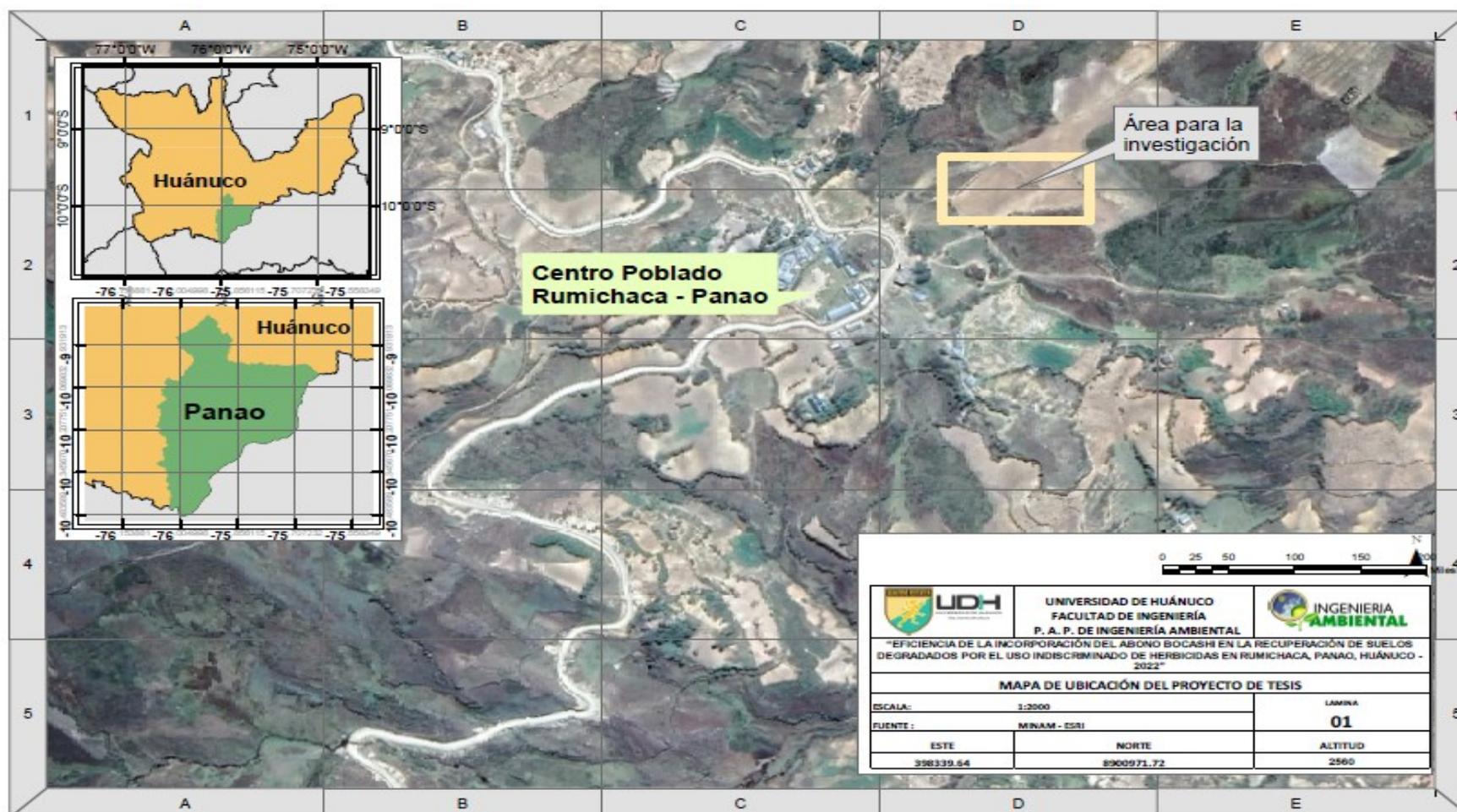
## ANEXO 4

### DIAGRAMA DE MÉDIOS Y FINES



## ANEXO 5

### MAPA DE UBICACIÓN DEL PROYECTO



## ANEXO 6

### ANÁLISIS DEL SUELO EN ESTUDIO PRE INTERVENCIÓN



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**  
Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - CELULAR 944407531  
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología  
[analisisdesuelosunas@hotmail.com](mailto:analisisdesuelosunas@hotmail.com)



## ANÁLISIS DE SUELOS

**1. DATOS**

SOLICITANTE:	MELINA AQUINO AQUINO	MUESTREADO POR:	MELINA AQUINO AQUINO
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	15/03/2023
PROVINCIA:	PACHITEA	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	16/03/2023
DISTRITO:	PANAO	FECHA DE REPORTE:	28/03/2023
LOCALIDAD:	RUMICHACA	RECIBO O FACTURA:	23007529
SECTOR:	---	OBSERVACIÓN:	10 cm de profundidad

**2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO**

N°	DATOS		ANÁLISIS MECANICO					pH	CE	M.O.	N	P	K	CIC	CAMBIABLES Cmol(+)/kg						CICe	%	%	%					
			Arena	Arcilla	Limo	Textura	1:1								ds/cm	%	%	disponible		Ca					Mg	K	Na	Al	H
																		ppm	ppm										
			CODIGO DEL LAB.	CODIGO DEL SOLICITANTE	%	%	%								1:1	ds/cm	%	%	ppm	ppm					Ca	Mg	K	Na	Al
1	S0396	SAR 01	53	16	31	Franco Arenoso	5.21	0.170	1.57	0.08	9.46	62.72	---	3.37	0.59	0.15	0.09	0.16	0.13	4.50	94	6	4						

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.  
Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María

*[Firma]*

**Ing. GILMER MILTON NEIRA TRUJILLO**  
Profesor del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología





UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María

*[Firma]*

**Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI**  
Jefe del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



# ANALISIS DE SUELOS

LASAE



## 1. DATOS

SOLICITANTE:	MELINA AQUINO AQUINO	MUESTREADO POR:	MELINA AQUINO AQUINO
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	6/06/2023
PROVINCIA:	PACHITEA	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	6/06/2023
DISTRITO:	PANAO	FECHA DE REPORTE:	12/06/2023
LOCALIDAD:	RUMICHACA	RECIBO O FACTURA:	23014703
CULTIVO:	----	OBSERVACIÓN:	MUESTREADO EL 05/06/2023

## 2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

N°	DATOS		ANÁLISIS MECÁNICO				pH	CE dS/m	M.O. %	N %	C %	P K		CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambiables %	Ácidos Cambiables %	Saturación de Aluminio %
			Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural						disponible	ppm											
	COD LAB	COD SOL	%	%	%		1:1	1:1							CAMBIABLES			Cmol(+)/kg						
1	S0850-1	M1 - 4:1	53	20	27	Franco Arenoso	6.78	1.140	3.404	0.170	1.974	75.31	304.27	15.430	12.065	2.245	0.577	0.544	0.000	0.000	--	100	0	0
2	S0850-2	M2 - 4:1	54	20	27	Franco Arenoso	6.81	0.932	3.282	0.164	1.904	82.83	315.46	14.836	11.682	2.165	0.596	0.393	0.000	0.000	--	100	0	0
3	S0850-3	M3 - 4:1	53	20	27	Franco Arenoso	6.79	0.943	3.404	0.170	1.974	85.23	312.76	14.981	11.805	2.107	0.588	0.481	0.000	0.000	--	100	0	0
4	S0850-4	M4 - 4:1	53	19	27	Franco Arenoso	6.73	0.779	3.586	0.179	2.080	77.62	313.61	15.171	11.992	2.160	0.589	0.430	0.000	0.000	--	100	0	0
5	S0850-5	M5 - 4:1	53	19	27	Franco Arenoso	6.76	0.768	3.647	0.182	2.116	77.27	313.75	15.572	12.365	2.095	0.569	0.543	0.000	0.000	--	100	0	0

Los Resultados presentados son válidos únicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María  
  
Ing° GILBER MITOVALBA TRUJILLO  
Profesor del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María  
  
Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI  
Jefe Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



# ANÁLISIS DE SUELOS

LASAE



1. DATOS

SOLICITANTE:	MELINA AQUINO AQUINO	MUESTREADO POR:	MELINA AQUINO AQUINO
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE RECEPCION:	6/06/2023
PROVINCIA:	PACHITEA	FECHA DE INICIO DE ENSAYO:	6/06/2023
DISTRITO:	PANAO	FECHA DE REPORTE:	12/06/2023
LOCALIDAD:	RUMICHACA	RECIBO O FACTURA:	23014703
CULTIVO:	----	OBSERVACIÓN:	MUESTREADO EL 05/06/2023

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

N°	DATOS		ANÁLISIS MECANICO				pH	CE		M.O.	N	C	P K		CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambiabies	Acidos Cambiabies	Saturación de Aluminio
			Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural		dS/m	%				%	%											
	COD LAB	COD SOL	%	%	%	1:1	1:1	%	%	%	ppm	ppm	CAMBIABLES			Cmol(+)/kg			%	%	%				
6	S0850-6	M1 - 4:2	53	20	28	Franco Arenoso	7.05	0.957	3.951	0.198	2.292	100.42	345.25	19.884	15.505	3.027	0.754	0.599	0.000	0.000	0.000	100	0	0	
7	S0850-7	M2 - 4:2	53	20	28	Franco Arenoso	7.09	1.100	3.787	0.189	2.197	109.26	369.84	18.345	14.540	2.538	0.702	0.565	0.000	0.000	0.000	100	0	0	
8	S0850-8	M3 - 4:2	53	20	27	Franco Arenoso	7.14	0.893	3.769	0.188	2.186	101.73	358.94	18.645	14.395	2.933	0.708	0.609	0.000	0.000	0.000	100	0	0	
9	S0850-9	M4 - 4:2	53	20	27	Franco Arenoso	7.10	1.114	3.769	0.188	2.186	116.96	341.44	20.308	15.665	3.290	0.753	0.597	0.000	0.000	0.000	100	0	0	
10	S0850-10	M5 - 4:2	54	19	27	Franco Arenoso	7.06	0.837	3.890	0.195	2.257	122.69	368.48	18.446	14.565	2.553	0.737	0.590	0.000	0.000	0.000	100	0	0	

Los Resultados presentados son válidos unicamente para las muestras ensayadas. Queda prohibida la reproducción total o parcial de este informe sin la autorización escrita del LASAE.

Los Resultados no pueden ser usados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María

Ingeniero GILMER MILTON PERAZA TRUJILLO  
Profesional del Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo María

Dr. HUGO ALFREDO HUAMANI YUPANQUI  
Jefe Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

## ANEXO 7

### PANEL FOTOGRÁFICO

#### Fotografía 1

*Reconocimiento del área en estudio*



#### Fotografía 2

*Selección de la parcela para la toma de muestras*



**Fotografía 3**

*Instalación del vivero para el experimento*



**Fotografía 4**

*Muestras del suelo degradado*



**Fotografía 5**

*Siembra del indicador (alfalfa)*



**Fotografía 6**

*Entrevista con los pobladores de Rumichaca*



**Fotografía 7**

*Visita del asesor del proyecto de investigación*



**Fotografía 8**

*Muestras finales del proyecto*



### Fotografía 9

*Inspección final del proyecto*



### Fotografía 10

*Muestras finales etiquetadas y rotuladas*

