

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



**UDH**  
UNIVERSIDAD DE HUANUCO  
<http://www.udh.edu.pe>

**TESIS**

---

**“Efecto de diferentes dosis de bocashi en la recuperación de suelos afectados por la degradación física eólica, Huánuco, 2022”**

---

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AMBIENTAL

AUTOR: Benancio Ambrocio, Sergius Vincent

ASESOR: Bonifacio Munguía, Jonathan Oscar

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:** Ciencias Naturales

**Sub área:** Ciencias de la Tierra, Ciencias Ambientales

**Disciplina:** Ciencias Ambientales

### DATOS DEL PROGRAMA:

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

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

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

### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 71621297

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 46378040

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0002-3013-8532

### DATOS DE LOS JURADOS:

| N <sup>o</sup> | APELLIDOS Y NOMBRES            | GRADO  | DNI      | Código ORCID        |
|----------------|--------------------------------|--|----------|---------------------|
| 1              | Zacarias Ventura, Héctor Raúl  | Doctor en ciencias de la educación   | 22515329 | 0000-0002-7210-5675 |
| 2              | Camara Llanos, Frank Erick     | Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria | 44287920 | 0000-0001-9180-7405 |
| 3              | Duran Nieva, Alejandro Rolando | Biólogo microbiología  | 21257549 | 0000-0001-5596-0445 |

# D

# H



# UNIVERSIDAD DE HUANUCO

## 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 12 del mes de junio 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:

- Dr. Héctor Raúl Zacarías Ventura (Presidente)
- Mg. Frank Erick Cámara Llanos (Secretario)
- Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 1252-2023-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE BOCASHI EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS AFECTADOS POR LA DEGRADACIÓN FÍSICA EÓLICA, HUÁNUCO, 2022"**, presentado por el (la) Bach. **BENANCIO AMBROCIO, SERGIUS VINCENT**, 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) **APROBADO** por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **15** y cualitativo de **BUENO** (Art. 47)

Siendo las **18:19** horas del día **12** del mes de **JUNIO** del año **2023**, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Dr. Héctor Raúl Zacarías Ventura  
ORCID: 0000-0002-7210-5675  
Presidente

Mg. Frank Erick Cámara Llanos  
ORCID: 0000-0001-9180-7405  
Secretario

Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva  
ORCID: 0000-0001-5596-0445  
Vocal



**UDH**  
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
<http://www.udh.edu.pe>

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**

## **CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD**

Yo, JONATHAN OSCAR BONIFACIO MUNGUÍA, asesor del PA de INGENIERIA

AMBIENTAL y designado mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1299-2021- D-FI-UDH del Bachiller BENANCIO AMBROSIO, Sergius Vincent, de la investigación titulada “EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE BOCASHI EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS AFECTADOS POR LA DEGRADACIÓN FÍSICAEÒLICA, HUÁNUCO, 2022”

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 24% 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 constituyenplagio 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, 10 de julio de 2023

---

Ing. Jonathan Oscar Bonifacio Munguía

DNI: 46378040

REG. ORCID N°: 0000-0002-3013-8532

# Revisión de Tesis

## INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

24%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

7%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

|   |  |     |
|---|--|-----|
| 1 | <a href="http://repositorio.udh.edu.pe">repositorio.udh.edu.pe</a><br>Fuente de Internet   | 5%  |
| 2 | <a href="http://distancia.udh.edu.pe">distancia.udh.edu.pe</a><br>Fuente de Internet       | 3%  |
| 3 | <a href="http://investigacion.usc.es">investigacion.usc.es</a><br>Fuente de Internet       | 2%  |
| 4 | <a href="http://repositorio.unas.edu.pe">repositorio.unas.edu.pe</a><br>Fuente de Internet | 1%  |
| 5 | <a href="http://dspace.unl.edu.ec">dspace.unl.edu.ec</a><br>Fuente de Internet             | 1%  |
| 6 | <a href="http://www.elmercurio.com">www.elmercurio.com</a><br>Fuente de Internet           | 1%  |
| 7 | <a href="http://repositorio.ucss.edu.pe">repositorio.ucss.edu.pe</a><br>Fuente de Internet | 1%  |
| 8 | <a href="http://docplayer.es">docplayer.es</a><br>Fuente de Internet                       | 1%  |
| 9 | <a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a><br>Fuente de Internet                   | <1% |

Mg. JONATHAN OSCAR BONIFACIO MUNGUIA  
DNI: 46378040  
REG. ORCID N°: 0000-0002-3013-8532



## **DEDICATORIA**

Al todo poderoso, por su bondad, existencia, sabiduría, por acompañarme y derramar sus bendiciones día a día en mi vida.

A mis hijos por todo el amor que me brindan, por ser el motor y motivo de todos los logros y proyectos en mi vida.

A mi madre Alicia por sus consejos, por confiar en mí, por guiarme en la vida, por el apoyo absoluto que me ofrecieron en toda mi etapa de estudio en la carrera de Ingeniería Ambiental, superación y desarrollo, lo cual me permitió tomar buenas decisiones a lo largo de mi vida, ser la persona y profesional que hoy soy.

A mi abuelo Octavio que me dio el amor de padre y supo guiarme en el camino del estudio, por darme la disciplina que hoy pongo en práctica.

A toda mi familia y amigos que me apoyaron y que gracias a ellos logré superarme en la vida universitaria.

## **AGRADECIMIENTOS**

Gracias a Dios por permitirme tener y disfrutar a mi familia por apoyarme en cada decisión y proyecto, agradezco a la vida porque cada día me demuestra lo hermosa que es, a mis docentes de la Universidad de Huánuco que durante cinco años me brindaron de los conocimientos oportunos para mi formación como profesional.

# ÍNDICE

|  |      |
|--|------|
| DEDICATORIA .....                            | II   |
| AGRADECIMIENTOS.....                         | III  |
| ÍNDICE .....                                 | IV   |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                        | VI   |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS.....                      | VII  |
| ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS .....                  | VIII |
| RESUMEN.....                                 | IX   |
| ABSTRACT .....                               | X    |
| INTRODUCCIÓN.....                            | XI   |
| CAPÍTULO I.....                              | 12   |
| PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....              | 12   |
| 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....           | 12   |
| 1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....          | 14   |
| 1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....                 | 14   |
| 1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....            | 14   |
| 1.3. OBJETIVO GENERAL .....                  | 14   |
| 1.4. OBJETIVOS ESPECIFICOS .....             | 14   |
| 1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN ..... | 15   |
| 1.5.1. JUSTIFICACIÓN PERSONAL .....          | 15   |
| 1.5.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL .....            | 15   |
| 1.5.3. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL .....         | 15   |
| 1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....  | 15   |
| 1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....     | 16   |
| CAPÍTULO II.....                             | 17   |
| MARCO TEÓRICO .....                          | 17   |
| 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....  | 17   |
| 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....     | 17   |
| 2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....         | 20   |
| 2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....             | 23   |
| 2.2. BASES TEÓRICAS.....                     | 25   |
| 2.2.1. BOCASHI.....                          | 25   |

|   |    |
|---|----|
| 2.2.2. SUELOS DEGRADADOS .....  | 33 |
| 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES .....                                      | 44 |
| 2.4. HIPÓTESIS .....  | 46 |
| 2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL .....  | 46 |
| 2.5. VARIABLES .....  | 46 |
| 2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE .....                                       | 46 |
| 2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE .....   | 47 |
| 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES .....                                | 48 |
| CAPÍTULO III.....   | 49 |
| METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....                                     | 49 |
| 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....  | 49 |
| 3.1.1. ENFOQUE .....  | 49 |
| 3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....   | 49 |
| 3.1.3. DISEÑO .....   | 49 |
| 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....  | 50 |
| 3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS ....                  | 51 |
| 3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA<br>INFORMACIÓN ..... | 51 |
| CAPÍTULO IV .....   | 52 |
| RESULTADOS .....  | 52 |
| 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....  | 52 |
| 4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPOTESIS.....                             | 56 |
| CAPÍTULO V .....  | 59 |
| DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....  | 59 |
| CONCLUSIONES .....  | 61 |
| RECOMENDACIONES.....  | 62 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....   | 63 |
| ANEXOS .....  | 68 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1 Coordenadas de ubicación.....  | 50 |
| Tabla 2 Coordenadas de muestreo de suelo .....   | 51 |
| Tabla 3 Técnicas e instrumentos .....  | 51 |
| Tabla 4 Técnicas de procesamiento y análisis de la información .....   | 51 |
| Tabla 5 Resultados del análisis mecánico del suelo afectado por la degradación física eólica, Huánuco, 2022 .....  | 52 |
| Tabla 6 Resultados de los parámetros fisicoquímicos del suelo afectado por la degradación física eólica, Huánuco, 2022 .....                               | 53 |
| Tabla 7 Resultados de los cambiables del suelo afectado por la degradación física eólica, Huánuco, 2022 .....  | 54 |
| Tabla 8 Prueba de normalidad de los datos.....   | 55 |
| Tabla 9 Prueba de hipótesis con ANOVA con un factor intersujetos.....  | 57 |
| Tabla 10 Tabla interpretativa del efecto de la aplicación de las diferentes dosis de bocashi sobre la calidad del suelo con degradación física eólica...58 |    |
| Tabla 11 Clasificación del suelo según Ph.....   | 73 |
| Tabla 12 Clasificación del suelo según (MO) .....  | 73 |
| Tabla 13 Niveles de potasio en el suelo (k).....   | 73 |
| Tabla 14 Ficha de muestreo de suelos .....   | 74 |

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| Gráfico 1 Resultados del análisis mecánico del suelo afectado por la degradación física eólica, Huánuco, 2022 .....           | 52 |
| Gráfico 2 Resultados de los parámetros fisicoquímicos del suelo afectado por la degradación física eólica, Huánuco, 2022..... | 53 |
| Gráfico 3 Resultados de los cambiables del suelo afectado por la degradación física eólica, Huánuco, 2022 .....               | 54 |

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

|   |    |
|---|----|
| Fotografía 1. Área donde se realizó la investigación.....   | 79 |
| Fotografía 2. Toma de muestras antes de la aplicación del bocashi en diferentes concentraciones. .... | 79 |
| Fotografía 3. Preparación del bocashi .....   | 80 |
| Fotografía 4. Preparado del bocashi.....  | 80 |
| Fotografía 5. Seguimiento del estado de concentración del bocashi.....                                | 81 |
| Fotografía 6. Seguimiento del estado de concentración del bocashi.....                                | 81 |
| Fotografía 7. Cernido y peso de las muestras según dosis.....   | 82 |
| Fotografía 8. Cernido y peso de las muestras según dosis.....   | 82 |
| Fotografía 9. Envío de muestras al laboratorio .....  | 83 |
| Fotografía 10. Análisis de muestra en laboratorio .....   | 83 |

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo Demostrar el efecto de diferentes dosis de bocashi en la recuperación de suelos afectados por la degradación física eólica, estudio efectuado en la ciudad de Huánuco, en el año 2021. La metodología seguida lo identifica como un estudio cuantitativo, prospectivo, analítico, con intervención y longitudinal. Se trata de un estudio de nivel explicativo, por cuanto evalúa una relación causal entre una variable independiente y otra dependiente. Considera un diseño experimental en su formato de experimento verdadero, con tres grupos experimentales. La población de estudio estuvo constituida por los suelos afectados por la degradación eólica, ubicado en la ciudad de Huánuco, Perú. Se ha aplicado tres dosis diferentes de bocashi a las unidades de estudio. Los resultados indican que se encontraron diferencias significativas en las variables fisicoquímicas en estudio (pH, MO, N, P, K, CIC) y en los cambiables (Ca, Mg, K, Na). Para el caso del pH, la dosis que logró un mayor incremento (de 5.58 a 8.23) fue la de 75% de bocashi, igual resultado se encontró en la MO (de 1.99 a 3.60), en el N (de 0.10 a 0.18), en el P (de 4.91 a 72.88), en el K (de 58 a 342.47) y en el CIC (de 4.21 a 19.03). Los menores incrementos se dieron con la dosis de 25%, es decir, los incrementos están directamente relacionados a la cantidad de bocashi que se emplea. Se concluye que las tres dosis aplicadas de bocashi (25%, 50% y 75%), tuvieron efecto en la mejora de la calidad del suelo afectado por la degradación física eólica en los indicadores del pH, materia orgánica, Nitrógeno, Potasio, CIC, Ca, Mg, K cambiable y Sodio.

**Palabras clave:** bocashi, suelo afectado, calidad de suelo, dosis, caracterización.

## ABSTRACT

The objective of this study was to demonstrate the effect of different doses of bocashi on the recovery of soils affected by physical wind degradation, a study carried out in the city of Huánuco, in the year 2021. The methodology followed identifies it as a quantitative, prospective study, analytical, with intervention and longitudinal. This is an explanatory level study, in that it evaluates a causal relationship between an independent variable and a dependent variable. Consider an experimental design in its true experiment format, with three experimental groups. The study population consisted of soils affected by wind degradation, located in the city of Huánuco, Peru. Three different doses of bocashi have been applied to the study units. The results indicate that significant differences were found in the physicochemical variables under study (pH, MO, N, P, K, CIC) and in the changeable variables (Ca, Mg, K, Na). In the case of pH, the dose that achieved the greatest increase (from 5.58 to 8.23) was that of 75% bocashi, the same result was found in the MO (from 1.99 to 3.60), in the N (from 0.10 to 0.18) , in the P (from 4.91 to 72.88), in the K (from 58 to 342.47) and in the CIC (from 4.21 to 19.03). The smallest increases occurred with the 25% dose, that is, the increases are directly related to the amount of bocashi used. It is concluded that the three applied doses of bocashi (25%, 50% and 75%), had an effect on improving the quality of the soil affected by physical wind degradation in the indicators of pH, organic matter, Nitrogen, Potassium, CIC, Ca, Mg, changeable K and Sodium.

**Keywords:** bocashi, affected soil, soil quality, dose, characterization.

## INTRODUCCIÓN

La degradación del suelo va en avance a nivel mundial ya se sabe que estamos llegando a un 40% de degradación total o parcial de áreas de terreno en las que alguna vez existió vida, no podemos permitir que crezca este avance de degradación más debemos frenar y recuperar los suelos ya perdidos. Asumamos la misión en la cual nos propongamos a ser mejores ciudadanos en la parte ambiental colaborando a la no contaminación del suelo y respetando las políticas de protección del suelo.

Huánuco es una ciudad con frecuentes vientos fuertes a medida que el día avanza y es este uno de los motivos por el que áreas de terreno de suelo se pierden por estar en estado de abandono y por no cumplir con las condiciones ambientales necesarias para poder sobrellevar estos vientos, la frecuencia de vientos fuertes en Huánuco no se puede detener más solo podríamos evitar que los suelos se degraden por este motivo. Es por ello el motivo de realizar la siguiente investigación el cual está estructurada en V capítulos, y cada uno de ellos basados en diversos aspectos relacionados, descritos de la siguiente manera:

El capítulo I, se describe el planteamiento del problema, formulación del problema, el objetivo general y los específicos, justificación, las imitaciones y viabilidad de la investigación.

El capítulo II, comprende con la descripción de los antecedentes internacionales, nacionales y locales basados en las variables, además de las bases teóricas, definición conceptual de la investigación, formulación de las hipótesis, y operacionalización de las variables.

El capítulo III, contiene la metodología aplicada en el proceso de la investigación que comprende el tipo de investigación, su enfoque, alcance, y diseño; se incluye también la población y muestra de estudio, las técnicas e instrumentos de recolección de los datos y técnicas para el procesamiento y análisis de la información.

El capítulo IV, se describen los resultados obtenidos durante toda la investigación, desde la interpretación y análisis de los resultados, contrastación o prueba de hipótesis de la investigación.

El capítulo V, contiene la discusión de resultados obtenidos, se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos cuyo contenido comprende el panel fotográfico del desarrollo del proyecto de investigación.

# CAPÍTULO I

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Organización de las naciones unidas que buscan la Alimentación y la Agricultura, (2015). Esta organización indica que El suelo es uno de los ecosistemas más complejos de la naturaleza y uno de los hábitats más diversos de la Tierra, hogar de innumerables organismos diferentes que interactúan entre sí y ayudan a impulsar los ciclos globales que hacen posible la vida. No existe lugar en la naturaleza con mayor cantidad de especies que el suelo, pero esta biodiversidad es poco conocida porque se encuentra bajo tierra y apenas se puede apreciar a simple vista.

El suelo es la capa que envuelve la corteza de la tierra, es un recurso no renovable de muchísima importancia para las diversas actividades en las que pueda intervenir el ser vivo y el ambiente en general, en la actualidad se sabe que el 33 % del suelo mundial está siendo degradado de diversas maneras en las cuales la actividad humana es el que más degradación y pérdida del suelo ocasiona.

Las actividades humanas fueron desde siempre para beneficio propio, más no velaron por los recursos como el agua, aire y suelo, dañando gravemente estos recursos que en la actualidad se encuentran contaminados.

Las degradaciones de los suelos se dan por muchos motivos entre las cuales están las físicas, químicas y biológicas siendo las degradaciones físicas por motivo de endurecimiento, erosión eólica e hídrica. Por motivo químico son, minimización de la fertilidad, desequilibrio elemental, salsodificación, acidificación y componentes tóxicos y por degradación biológica en las cuales interviene la reducción de micro y macro fauna y la pérdida de la materia orgánica.

(Buschiazzo, 2012) Nos señala que La erosión del suelo es un proceso geológico normal del desarrollo del paisaje que ocurre con mayor frecuencia intensidad en ambientes áridos y semiáridos. Sin embargo, su extensión

puede aumentar dramáticamente debido a las actividades humanas, causando graves daños al medio ambiente. Se estima que alrededor del 30% de la superficie del planeta está afectada por la erosión antrópica acelerada, que es 2,5 veces mayor que la erosión natural o geológica, que asciende a 26 mil millones de toneladas de suelo al año.

La actualidad Huánuco es un departamento con muchas áreas de tierra degradada físicamente por actividad Eólica, las cuales se dejan en abandono y se pierde la vegetación en donde algún día fueron zonas con presencia vegetativa y diversidad biológica, estas áreas y hasta hectáreas de tierra abandonada carecen de las características físicas, químicas y biológicas las cuales al no contar con estas propiedades se caracterizan por ser zonas áridas con un tipo de suelo infértil que a su vez aumenta la dimensión de degradación hacia otras partes de terreno.

Huánuco es una ciudad con frecuentes vientos fuertes a medida que el día avanza y es este uno de los motivos por el que áreas de terreno desuelo se pierden por estar en estado de abandono y por no cumplir con las condiciones ambientales necesarias para poder sobrellevar estos vientos, la frecuencia de vientos fuertes en Huánuco no se puede detener más solo podríamos evitar que los suelos se degraden por este motivo.

La degradación del suelo va en avance a nivel mundial ya se sabe que estamos llegando a un 40% de degradación total o parcial de áreas de terreno en las que alguna vez existió vida, no podemos permitir que crezca este avance de degradación más debemos frenar y recuperar los suelos ya perdidos. Veamos las posibilidades en la cual cada persona puede colaborar de forma voluntaria para poder recuperar y enriquecer el suelo de cada uno de los lugares en la cual vivimos, no hagamos una vista ciega a lo que siempre nos dio todos los recursos para poder subsistir tanto socialmente como económicamente que es el caso del ganadero o del campesino. Asumamos la misión en la cual nos propongamos a ser mejores ciudadanos en la parte ambiental colaborando en la no afectación del suelo y respetando siempre las políticas de protección del suelo en la tierra.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál es el efecto de diferentes dosis de bocashi en la recuperación de suelos afectados por la degradación física eólica, Huánuco, 2021?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

¿Cuál es el análisis mecánico del suelo afectado por la degradación física eólica antes y después de emplearse las diferentes dosis de bocashi?

¿Cuáles son los parámetros fisicoquímicos y cambiables del suelo afectado por la degradación física eólica antes y después de emplearse las diferentes dosis de bocashi?

¿Cuáles son los ECAS del suelo afectado por la degradación física eólica antes y después de emplearse las diferentes dosis de bocashi?

## **1.3. OBJETIVO GENERAL**

Demostrar el efecto de diferentes dosis de bocashi en la recuperación de suelos afectados por la degradación física eólica, Huánuco, 2021.

## **1.4. OBJETIVOS ESPECIFICOS**

Describir el análisis mecánico del suelo afectado por la degradación física eólica antes y después de emplearse las diferentes dosis de bocashi.

Describir los parámetros fisicoquímicos y cambiables del suelo afectado por la degradación física eólica antes y después de emplearse las diferentes dosis de bocashi.

Describir los ECAS del suelo afectado por la degradación física eólica antes y después de emplearse las diferentes dosis de bocashi.

## **1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1. JUSTIFICACIÓN PERSONAL**

Para realizar el presente trabajo conté con la disposición de tiempo y recursos económicos razonables para poder llevar a cabo satisfactoriamente la presente investigación, además de ello presento un amplio interés para poder resolver esta problemática que presenta nuestra provincia de Huánuco de encontrar suelos degradados a causa de la degradación física eólica.

### **1.5.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

Culminado el presente trabajo con los resultados satisfactorios a favor de la recuperación del suelo mediante la aplicación del bocashi se pretende difundir la información para poder informar a nivel regional un método de recuperación del suelo degradado.

### **1.5.3. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL**

El presente trabajo fue elaborado debido a la problemática que afrontan cientos de hectáreas de terreno en la cual por razones físicas se produce una degradación de suelo mediante el viento, y la ciudad de Huánuco es una provincia con constantes vientos fuertes, debido a ello se pretende elaborar el presente trabajo con la voluntad de aportar al medio ambiente recuperando el suelo degradado.

## **1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

Una de las limitaciones fue las condiciones climáticas en la ciudad de Huánuco durante la ejecución del trabajo en la cual se registran índice de lluvias la cual removió la muestra de suelo y el bocashi generando lixiviados por la presencia de agua.

También una limitación fue la falta de laboratorios de suelos implementados y certificados en la ciudad Huánuco teniendo así que utilizar un laboratorio de otras ciudades.

## 1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Es viable el presente trabajo de investigación ya que la elaboración de la variable independiente se obtiene con restos o sobras de productos orgánicos, la muestra de suelo degradado se obtuvo de un ambiente público la cual no es necesario tener un gasto económico solo por los materiales para la extracción, si bien es cierto que el monto de los análisis de suelo no es tan barato es una ventaja que la UNAS cuente con un laboratorio acreditado y es ahí donde se llevó a cabo los análisis de suelo aprovechando la cercanía al punto de ejecución del proyecto.

1. **El objeto de esta investigación:** Es de interés e importancia de nivel local, provincial, regional, nacional. porque tiene un enlace directo con la problemática que afecta tanto a nuestra región y de manera nacional en el ámbito social y ambiental ya que las degradaciones de suelo a causas eólicas se dan siempre.
2. **Disponibilidad de recursos humanos:** Este aspecto me resultó muy a favor gracias a los profesionales en el tema ya sea en la universidad, así como también en las distintas instituciones de Huánuco como región, la cual me ayudó para poder complementar los conocimientos que tengo y plasmarlo en la ejecución de esta investigación.
3. **Disponibilidad de recursos materiales:** Existe varios autores tanto a nivel de la jurisdicción local, nacional e internacional de los cuales gracias a sus citas y aprendiendo de sus textos se pudo desarrollar satisfactoriamente el presente proyecto, así como laboratorios si bien es cierto en la ciudad de Huánuco no contamos con laboratorios acreditados la ciudad más cercana viene en la provincia de Leoncio Prado exactamente en Tingo María donde se pudo trabajar las muestras del estudio.
4. **Disponibilidad de recursos económicos:** Pude costear la investigación gracias a que presento un ingreso económico mensual el cual me ayudó a poder desarrollar de manera tranquila la presente investigación.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

Agredo España, (2014). Tesis: Comparación de la eficiencia de elaboración de lechuga (*Lactuca sativa*) en un suelo con fertilizante natural bokashi y fertilizante n-p-k. autónoma de occidente alma mater. El objetivo principal de este trabajo de investigación fueron comparar la eficiencia de obtención de lechuga (*Lactuca sativa*) en suelos rehabilitados con el abono orgánico fermentado tipo bokashi, en vínculo a los mismos suelos rehabilitados con el abono químico N-P-K, con la finalidad de probar la eficiencia de la aplicación. fertilizantes naturales en suelos degradados y la viabilidad económica de una producción agrícola más limpia. La metodología del trabajo, Además de comparar la viabilidad y las perspectivas económicas de la producción orgánica sin el uso de insumos químicos, este trabajo también destaca la importancia y los beneficios de la protección del medio ambiente. es decir, Resultados, al concluir la investigación, se afirmó que el tratamiento de las lechugas modificadas con la fertilización del abono natura del tipo bocashi obtuvo un resultado mejor en cuanto a altura y peso de los vegetales; no obstante, así como para el tamaño también para la altura de la raíz en el suelo, los cambios se mantuvieron muy parecidos en la mayoría de las aplicaciones. Conclusiones, Finalmente, en lo relacionado con los costos de producción, se concluyó el costo de procesamiento del abono orgánico fermentado tipo Bocashi es 48,39% inferior al costo de producción del abono químico N-P-K. Como resultado principal en la presente tesis es de corroborar un suelo adecuado siendo recuperado para poder ejercer la labor agrícola. El costo final del tratamiento nos sirvió como un factor importante en cuanto a datos estadísticos que tenemos que estudiar para una mejor evaluación del proyecto.

Villagómez castillo, (2014) tesis: Elaboración de bocashi a partir de residuos del faenamiento de animales del camal del maná, provincia de cotopaxi. universidad central del ecuador. El objetivo general es producir residuos de matadero a partir de los residuos sólidos y líquidos generados en el matadero del cantón La Maná, debido a que los procesos del matadero producen residuos que contaminan el medio ambiente. La metodología consiste en hacer cuatro bocashhs a partir de cuatro mezclas biodegradables inoculadas con un inóculo y determinar qué mezcla resulta ser la mejor opción. El resultado mostró que la mejor elección fue una mezcla biodegradable que contenía: 28° rumen seco, 8° sangre seca, 4° estiércol, 25° bagazo, 25° residuos comerciales y 10° suelo. Conclusión Por cada metro cúbico de material procesado se utilizan 20 litros de agua, 250 cc de EMA y 500 cc de melaza.

Salinas Patiño, (2017). “Estudio de factibilidad para la implementación de una empresa productora y comercializadora de abono orgánico (bocashi), para el cantón loja”. universidad nacional de loja. Como todos sabemos, debido al uso de sustancias contaminantes y nocivas en el suelo y los cultivos, el medio ambiente se encuentra actualmente gravemente contaminado, poniendo en peligro la salud y el bienestar humano. No se equivoque, todos estos factores no le importan a algunas personas porque solo quieren ser recompensados por lo que sea que influyan. En tal motivo es que este proyecto tiene como propósito efectuar un “Estudio de factibilidad para la implementación de una empresa productora y comercializadora de abono orgánico (Bocashi), para el cantón Loja” También ayudará a reducir en un mínimo porcentaje la contaminación ambiental, ya que se trata de un producto saludable tanto para el medio ambiente como para los cultivos, y por tanto también para la salud humana. Nuevamente, se desarrollaron y lograron objetivos generales y objetivos específicos en cada etapa de este estudio. En la metodología del estudio Utilizando estudios de mercado, encuestas y entrevistas para explicar la oferta y demanda de fertilizante, así como su valor en precio y presentación, además de esto, este estudio también entiende la demanda futura de 59,134 sacos de

fertilizante y 3 ofertas de 9,564 sacos, los datos 17 demuestran que de 49.570 sacos con 40 kg de fertilizante hubo demanda insatisfecha durante todo el año.

1. De igual forma, el estudio de tecnología determina la capacidad de instalación y aprovechamiento, es decir, al 100%, lo que permitirá 840.000 kg por año, equivalente a 21.000 sacos de 40 kg. La empresa estará ubicada en la comunidad de Tres Leguas, a 16 kilómetros por Malacatos, lo cual se determina luego de analizar varios factores. Como parte de la investigación organizacional, la empresa creará Unipersonal, además de ofrecer nueva estructura orgánica, funcional y laboral de instalaciones productivas y manuales funcionales.
2. Resultados Para la empresa "PRONASUR" E.U.R.L. la inversión total requerida es de \$21.987,20, de los cuales \$11.987,20 serán aportados por el propietario-gerente de la empresa, equivalente al 54,52%, y los restantes \$10.000, equivalente al 45,48%, lo aportará Ban. Banco del Ecuador con financiamiento al 11% de interés. El precio unitario del primer año para una bolsa de 40 kg es de 5,01 centavos, la utilidad es de \$0,15, el precio minorista por bolsa es de \$5,76 y los ingresos por ventas son de \$121. \$050.35 por el primer año. En la evaluación financiera del proyecto se observaron los siguientes resultados: VAN (Valor Actual Neto) USD 21.448,95; TIR (Tasa Interna de Retorno) 40,80%; RBC (relación costo-beneficio) \$4 0.15 centavos por cada \$1 invertido; PRC (Payback Period) que es de 2 años, 0 meses y 18 días; el análisis de sensibilidad muestra que los costos de apoyo al proyecto aumentan en un 6,70 %, un total de 0,97 %, mientras que la sensibilidad a la disminución de los ingresos llega al 5,87 %, un total de 0,99, Entonces el proyecto es factible, todos estos resultados muestran que es posible iniciar el proyecto, porque todos los indicadores son positivos, además, una de las ventajas del proyecto es que los productos propuestos son nuevos en el mercado, porque no hay empresas especializadas. en la producción de este fertilizante en Loja, solo existen dos empresas que comercializan un producto similar (compost humus), el municipio de Loja y la empresa

DEPROSUR en el estado de Loja. Otro aspecto positivo del proyecto es que el bocashi es uno de los fertilizantes más ampliamente disponibles y beneficiosos para el suelo y el crecimiento de los cultivos, con la ventaja de estar disponible en 30 días, mientras que los productos similares a fertilizantes de la competencia 18 están disponibles en seis meses. Al final se encuentran conclusiones y recomendaciones en base a los resultados obtenidos en el desarrollo del proyecto, además, se cuenta con bibliografía que confirma la teoría y marco de referencia, así como anexos de apoyo en el estudio.

### **2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES**

Cóndor López, (2019). Tesis: "Producción de biogás y biol en biodigestores batch a partir de residuos agropecuarios pre-tratados con la técnica de bokashi" UNALM. El actual estudio aparece como una alternativa para mejorar el procedimiento de los desechos resultado de ganado y flores en el nexo de Soca, en el distrito de Matucana, lima región, cuyo objetivo era mejorar la calidad del biogás y el biol en un lote de fermentador mediante el tratamiento previo del sustrato, él llega al biodigestor mediante la técnica de abono de Bokashi. La indagación se llevó a realizo en 03 etapas: la etapa primera fue la elaboración de microorganismos beneficiosos (MB) y fertilizante Bokashi de tipo de pretratamiento para el abono y suelo que ingresa al biodigestor. Primero se elaboró MB y se analizó el pH, marcándose un valor de 3,6 unidades de potencial de hidrogeno. Luego, la metodología fue la siguiente, antes del tratamiento se realizó de 02 maneras, El primero es un pretratamiento de heces con MB y el segundo es una mezcla de heces y cartuchos con MB. Al seleccionar el mejor bokashi de los dos pretratamientos, se consideró el mayor grado de lactato en la medida en que se seleccionó el pretratamiento que contenía una dosis de 20% de MB para ambos pretratamientos. El primero es un pretratamiento de heces con MB y el segundo es una mezcla de heces y cartuchos con MB. Al seleccionar el mejor bokashi de los dos pretratamientos, se

consideró el mayor grado de lactato en la medida en que se seleccionó el pretratamiento que contenía una dosis de 20% de MB para ambos pretratamientos. El 30.1 por ciento de CO<sub>2</sub> y 25.8 ppm de H<sub>2</sub>S, así como la bio después del proceso de biodigestión, muestran una eliminación del 99 por ciento de los coliformes fecales y totales, así como un aumento de macronutrientes como el nitrógeno y el fósforo.

Bermeo Naira, (2018). Tesis: “Elaboración de bocashi como alternativa para el tratamiento de residuos orgánicos del matadero y mercado del distrito de chulucanas-morropón”. UCSS. Este estudio se enfoca en el bocashi como alternativa para el tratamiento de residuos orgánicos de mataderos (sangre, recipiente ruminal y excremento de vaca) y mercados de Chulucana teniendo como objetivos: Cantidad estimada de residuos orgánicos de mataderos y mercados en Chulucana. Para estos se visitó el matadero y se pesó la sangre, contenido ruminal y heces de cada vaca sacrificada. Metodología Tratamos los residuos orgánicos del mercado de la misma manera. Identificación y evaluación del impacto negativo de los residuos orgánicos en mataderos y mercados de Chulucana utilizando la matriz Vicente Con esa, que incluye adaptaciones de la matriz para hallar y estudiar el impacto negativo ambiental de las diferentes actividades. Para desarrollar un programa para la preparación de bokashi, se desarrolló un diagrama de flujo utilizando el método sugerido por Baca (2001), quien recomendó el uso de símbolos reconocidos internacionalmente para representar los pasos realizados. Análisis Propiedades físicas (color) y químicas (fósforo total, materia orgánica, nitrógeno total, potasio y carbono) de los bokashi tratados, de los cuales se envían tres muestras al laboratorio de Tecnología al Servicio de la Protección y Saneamiento Ambiental. (EQUAS). Los principales métodos utilizados en la investigación son: observacional, analítico, descriptivo y estadístico. Los resultados finales y conclusiones fueron los siguientes: Resultados El matadero de Chulucanas produce 11 L de sangre, 2 kg de estiércol y 59 kg de rumen por cada carne sacrificada, y se genera en el mercado un promedio de 1904 kg de residuos orgánicos

por día El agua es la más impactada negativamente en el matadero y el suelo es el más dañado en el mercado. Ambos tienen efectos negativos de nivel medio (32 y 50) originados por los desperdicios orgánicos elaborados en cada sección. Conclusiones los residuos orgánicos bokashi se obtuvieron del matadero de Chulucanas y del mercado en las tres réplicas del tratamiento.

Farro paredes, (2015). Tesis: "Efecto del abono orgánico tipo bokashi sobre el desarrollo de la capirona (*CALYCOPHYLLUM SPRUCEANUM* 20 bENTH) hOOK f. eX.) producidas en tubetes y en bolsas de polietileno". UNAS. Debido a su pequeño tamaño, las plántulas forestales son versátiles para la administración y el transporte de viveros. Sin embargo, debido a su pequeño tamaño, se requiere un sustrato mejorado, objetivo fue por lo que se han realizado estudios para definir el aumento de Capiron, que se produce en contenedores y bajo una combinación desarrollado con bokashi dosis. metodología se llevó a cabo en lugares de áreas del Centro de análisis y elaboración de Tulumayo, Anexo La Divisoria y Puerto Súngaro, que se dividieron en dos fases: El primero fue realizado en el jardín de niños del bosque por un "Silvicultor" de la Facultad de Recursos Naturales y el segundo fue en las tierras del CIPTALD. El diseño estadístico fue un diseño aleatorio lleno (DCA) para el jardín de infantes y un bloque aleatorio completo (DBCA) para el terreno, los dos en la forma 58 x 2A; El agente A era el tipo de empaque (bolsas y tubos de polietileno), en tanto que el agente B era el fertilizante natural Bokashi (0%, 10%, 20%, 30% y 40% en afinidad con el volumen total del sustrato). Se midieron las variables que representarían el desarrollo de las plantas. Los resultados muestran que las plántulas producidas en el vivero usando contenedores de bolsas de plástico tenían una altura total más alta (17.11 cm). Conclusiones Se encontraron diferencias estadísticas en los efectos de Bokashi al 40% sobre el espesor del tallo (1.54 cm) en terreno definido. y en el grosor de la corona (1 01.04 cm) se destacaron sin el fertilizante Bokashi las plantas.

### 2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Rios Vargas, (2015). tesis: "Efectos de aplicación del bocashi en el crecimiento del sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) y recuperación de un suelo degradado en el distrito de Daniel Alomía Robles, Huánuco". UNAS. El ecosistema selvático está severamente dañado por la depredación y el roce constante de plantas. En vista de esta acción, el presente estudio tiene como objetivo recuperar el suelo degradado mediante la suma del fertilizante tipo Bocashi y su predominio en el desarrollo de Sachá Inchi (*Piukenetis volubilis* L.). El objetivo de este estudio fue analizar el efecto del estiércol de tipo Bocashi fermentado sobre el crecimiento en altura y 21 la tasa de mortalidad de Sachá Inchi (*P / Ukenetia volubilis* L.) y el efecto del estiércol de tipo Bocashi fermentado sobre la fecundidad de un para evaluar suelos degradados por el ácido. La metodología del experimento se llevó a cabo durante 04 meses en la granja San Felipe en la aldea de La Victoria, distrito de Daniel Alomía Robles, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, Perú. Para el estudio estadista, se usó el modelo de bloques completamente de casualidad (DBCA) con 04 tratados, en los que se usaron diferentes cantidades de Bocashi (T = Og., T1 = 200 g, T 2 = 300 gy T 3 = 400 g) y 04 reproducciones fueron. Los resultados mostraron: Hubo diferencias estadísticas entre el crecimiento de las plantas y los tratamientos de fertilidad del suelo. Los resultados fueron: T3 (400 g), llegó al final del estudio con una talla de 184 centímetros, no presentó mortalidad y mejoró las características de fertilidad del suelo; pH aumentó de 4.3 a 5.2, materia orgánica 2.0-5.3%, nitrógeno 0.09-24%, fósforo 7.7 ppm a 11.38 ppm, bases intercambiables 30, 99-5.06 %; También se logró reducir la acidez variable en 69.01.94% y como resultado la saturación de aluminio del suelo disminuyó de 43.66.47%; Finalmente se concluye que el uso de fertilizantes fermentados del tipo Bocashi es una forma efectiva de promover el crecimiento de las plantas de Sachá inchi aún en suelos degradados, en este caso podemos asegurar que el bocashi es un importante fertilizante orgánico para la restauración o mejoramiento de suelos.

Hidalgo Saavedra, (2016). Tesis: "Efecto del compost de residuos sólidos municipales biodegradables y del bocashi en el crecimiento de plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.), en tingo María". UNAS. El estudio se realizó de mayo a agosto de 2014 en la zona de Padre Felipe Luyando, provincia de Leoncio Prado, región de Huánuco, con el objetivo de determinar la longitud, extensión y el área de biomasa en las plántulas de cacao debido a los efectos del compost, los desechos municipales biodegradables (RSBM) y la bocashi. La metodología se basa en la que fué construido en un terreno arcilloso con una reacción neutral; MO media y N total a un nivel mínimo; Nivel medio de P y nivel bajo de K. Los componentes examinados estuvieron representados por dos actores: A 22 (porcentaje de suelo) y B (materia orgánica o compost). El diseño utilizado fue un diseño completamente al azar con una permutación factorial 4A x 2B y un control adicional de 20 repeticiones; las variables medidas se compararon con la prueba de medias de Duncan a un nivel de significación de  $p = 0,05$ . Los parámetros evaluados fueron: altura de planta, diámetro de planta, área foliar, longitud y volumen de raíces, y biomasa aérea y de raíces. Los resultados mostraron que las plántulas de cacao presentaron los valores más altos de altura, diámetro y área foliar 120 días después de la siembra con 50% de suelo y 50% de materia orgánica; asimismo, aquellas plántulas que recibieron algo de materia orgánica fueron las plántulas con mayores indicadores de crecimiento y desarrollo; las conclusiones fueron que la mayor desarrollo del sistema de raíces de las plántulas de cacao en la fase de vivero tuvo lugar después de 120 días, en los que el 50% de la materia orgánica se incorporó al sustrato. Bajo dos condiciones y una mayor proporción del suelo, se logró una mayor biomasa de aire y raíces con el sustrato, el 50% del suelo y la sustancia orgánica Bocashi se utilizó en comparación con el compost biodegradable municipal de los desechos sólidos.

Duran Orbezo, Justiniano Nieto, & Olortegui Sifuentes, (2016) "Efecto del bocashi y biol en el rendimiento del cultivo de repollo (*Brassica oleracea* L. var. capitata) variedad corazón de buey en

condiciones edafoclimáticas de Colpa Baja - Huánuco - 2016". Universidad Nacional Hermilio Valdizán. Investigación en curso "Efecto de Bocash y Biol en el rendimiento de col (*Brassica Oleracea* L. Var. Capitata) bajo condiciones climáticas Edafo del toro variedad Coro de Colpa Baja - Huánuco - 2016". El objetivo general fue determinar que el rendimiento es de col . (*Brassica oleracea* L. Var. Capitata). Efecto de Bocashi y Biol en el Rendimiento de Repollo, el objetivo específico fue de acuerdo a la evaluación del efecto de estos fertilizantes orgánicos utilizando un diseño de bloques completamente al azar (DBCA) con 7 tratamientos y 4 repeticiones realizadas utilizando los métodos estadísticos ANDEVA y la prueba de Duncan en el análisis de significancia fueron 0.05 y 0.01, respectivamente metodología Las variables de evaluación son: altura de planta, el análisis de varianza muestra que no existe un efecto significativo entre tratamientos, pero se puede apreciar 23 que los mejores tratamientos son T5, T3 y T1 con una media de 26.03; altura de planta 25,63 y 25,38 cm. Los tratamientos T3 y T5 fueron estadísticamente idénticos e idénticos. Resultados Los tiempos han cambiado. La circunferencia de cabeza de repollo promedio más grande fue de 53,30 cm en T3 y la más pequeña de 45,24 cm en el grupo de control (T0). Conclusiones El peso de repollo por área neta y su estimación por hectárea T5 fue el mejor con 12.39 kg por área neta y 51.64 t/ha seguido del tratamiento T6 con 11.17 kg/ANE y rendimiento 46.54 t/ha; Mayor eficacia comprobada de bokashi más concentración de biol.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. BOCASHI**

Martínez, (1999), Bocashi es un fertilizante (abono) orgánico fermentado, elaborado a partir de estiércol y otros constituyentes orgánicos que son residuos o subproductos de una sola unidad de producción, por lo que no tiene costo alguno para los agricultores, se someten a una fermentación aeróbica, o sea, requieren aire, y la

participación eficaz de los microorganismos, que son primordiales para descomponer las sustancias que ingresan a la mezcla y proporcionar al suelo una nueva flora de microorganismos. La receta original del bocashi incluye cascarilla de arroz, pulidora de arroz y levadura de pan; estos componentes se tuvieron que cambiar por: paja de trigo, mazorca de maíz molido y pulque respectivamente, ya que los primeros casi no es posible conseguirlos en las comunidades de la región.

Yugsi, (2011), Es un fertilizante orgánico fermentado producido por la separación del material orgánico bajo la intervención de microorganismos. Es diferente del compostaje porque se lleva a cabo en condiciones anaeróbicas y aeróbicas, produciendo fermentación aeróbica y anaeróbica, para lo cual es necesario pasar todos los días hasta el final del proceso. Esta práctica a menudo pierde la nutrición de Bokashi Calidad Con respecto al compostaje, además de los fertilizantes de alta calidad, la composición de los materiales utilizados para fabricar fertilizantes no se puede cambiar. Esta definición se basa en el bocashi obtenido como un fertilizante opcional.

Gamboa, (2005), Al usar Bokashi, desde el comienzo de su aplicación, gradualmente restauró la fertilidad originaria del suelo, mejoró la condición física, la capacidad de retención del agua del suelo y la estructura.

Instituto nacional de investigaciones agropecuarias, (2014), nos indica que es un fertilizante orgánico fermentado producido por la descomposición de sustancias orgánicas bajo las intervenciones de los microorganismos. Es diferente del compostaje porque se lleva a cabo en condiciones anaeróbicas y aeróbicas, produciendo fermentación aeróbica y anaeróbica, para lo cual es necesario pasar todos los días hasta el final del proceso. Esta práctica a menudo pierde la nutrición de Bokashi Calidad Con respecto al compostaje, además de los fertilizantes de alta calidad, la composición de los materiales utilizados para fabricar fertilizantes no se puede cambiar. Lleva un corto tiempo de 15 a 21 días y siempre está en interiores o cubierto con plástico.

Rural, (2001), confirma que el lecho de plántulas: puede mezclar la tierra tamizada con polvo de carbón y compost de Bocashi. La proporción está en el intervalo de 60% al 90% suelo y de 10% al 40% bocashi dependiendo de la semilla. Fertilizante directo: Aplicar bocashi al fondo del agujero. Después, cubra con una pequeña cantidad de suelo para que el fertilizante no quemé el sistema de raíces e identifique las plantas en el espacio. Fertilizantes en ambas caras de la planta: Una vez que se establece el cultivo, el sistema le cobrará una segunda y tercera tarifa de mantenimiento. Fertilización directa en surcos: Cubra el bokashi con una pequeña cantidad de tierra donde se plantará el cultivo.

Abonos orgánicos, (2011), señala que los fertilizantes orgánicos son sustancias hechas de residuos de animales, vegetales o fuentes mixtas, lo cual se agregan a la tierra para optimizar sus propiedades biológicas, físicas y químicas. Estos pueden incorporar residuos de plantas que sobran en el campo al finalizar la cosecha. Cultivos de abonos verdes (principalmente el frijol que fija el nitrógeno); restos orgánicos en la granja (abonos, lodo); restos orgánicos de los procesos de los productos agrícolas; residuos domésticos (estiércol, residuos domésticos diarios); compost elaborado a partir de una combinación de los compuestos anteriores. Dichos fertilizantes no solo proporcionan nutrientes al suelo, sino que también ayudan a influir en la morfología de la tierra. También proporcionan nutrientes y transforman la comunidad de microorganismos en su conjunto, asegurando la constitución de agregados para una mejor retención de H<sub>2</sub>O, intercambio de nutrientes y gases con las raíces de las plantas. Los campos cultivados experimentan pérdidas masivas de nutrientes que degradan el material orgánico de los campos, lo que requiere una restauración estable. Lo cual se puede conseguir mediante el empleo de los desechos de cultivos, estiércoles, abonos orgánicos u otra clase de material orgánico insertado en el campo. Durante el compostaje, se aplican elementos orgánicos o minerales a la tierra para optimizar su capacidad nutritiva. Esta aplicación distribuye los nutrientes extraídos de las plantas en la región para mantener actualizados los nutritivos en la tierra. La utilización de

fertilizantes orgánicos está especialmente recomendada para los suelos con bajo contenido de material orgánico que estén afectados por el desgaste. No obstante, su aplicación puede ayudar en la mejoría de la calidad de la producción de los cultivos en cualquier clase de suelo. La formación y contenido de los nutrientes del estiércol varía bastante en función de la especie de clase animal, la clase de procesamiento y estado de descomposición del estiércol. El estiércol de pollo es fertilizante nitrogenado más fortificado con un promedio del doble de la valoración nutricional del estiércol de carne. Terceros fertilizantes orgánicos son: El abono verde, el guano isleño y el humus de lombriz de tierra.

Soto & Meléndez, (2003), Opina que, a corto plazo, los resultados de los procesamientos de compostaje sin terminar como Bocashi proporcionan muchos nutrientes que el compost terminado. También agregarán un poblamiento microbiológico varia para seguir el desarrollo de degradación en los campos, con el riesgo que se maneje el calentamiento del suelo. Los fertilizantes orgánicos con sustancias macroorgánicas como el bocashi o las excreciones frescas semi compostadas se recomiendan a los generadores al comienzo del ciclo de 26 transformación de la la producción orgánica y producción convencional intensiva porque tienen una valoración de libertad mucho más veloz que el compost.

Económica, Ministerio de planificación nacional y política, (1998), Señala que una mezcla de fertilizante orgánico, bolitas de arroz y suelo de montaña, Bocashi, se aplica en una proporción de más de 20 gramos por kilo de suelo de fertilizante. Se puede usar un fertilizante de liberación lenta como Osmocote, pero si esto no es posible, se puede usar compost normal. Bocashi es un fertilizante orgánico que contiene tierra de montaña, estiércol de pollo, bolitas de arroz, polvo de carbón, sémola de arroz y concentrado de ganado, así como cal y melaza.

Ramos Agüero, Alfonso, Soto Carreño, & Cabrera Rodríguez, (2014), Enseña que los beneficios de la aplicación de cambios orgánicos

como Bocashi son extensamente reconocidos en todo el mundo. El presente trabajo consistió en compostaje y seguimiento de sus propiedades microbiológicas y químicas dentro de los 5 meses de su fabricación. 21 días hasta 150 días después de la fabricación, se observó el contenido de los micronutrientes, macronutrientes, la relación C:N, contenido de metales pesados y comunidades de los microorganismos presentes; La T° de la colina también se calculó durante los primeros 21 días. Las relaciones C: N, Mg, N, P, K, S, Ca, MO y C se sostiene durante el período de cinco meses de forma normal, siendo apropiado el contenido de nutrientes obtenido en cada instante de la evaluación. De acuerdo con los estándares internacionales, el contenido de metales pesado en el estiércol es muy bajo y los microorganismos más comunes son las bacterias, lo que se puede demostrar por la actividad microbiana, la tasa de respiración y la calidad del estiércol. La elaboración de bocashi partiendo de residuos locales es una opción factible para la protección del medio ambiente y el agro. En esta definición tendremos un concepto de los cambios orgánicos y utilizados.

Instituto de tecnología agrícola, (2017) Indica que los fertilizantes orgánicos se han utilizado durante bastante tiempo con la finalidad de subir 27 la productividad del suelo y mejorar sus propiedades para el desarrollo adecuado de los cultivos. Actualmente, su utilización es muy importante porque ha demostrado ser eficaz para aumentar los rendimientos y mejorar la calidad del producto. Muchos estudios han confirmado que el material orgánico es un constituyente del suelo y es muy importante para el óptimo crecimiento de los cultivos. Lamentablemente, bajo algunos sistemas de uso, pierden progresivamente su contenido de materia orgánica los suelos agrícolas, y los rendimientos disminuyen progresivamente durante el ciclo de cultivo. Cuando se agregan ciertos tipos de materia orgánica a estos suelos y potencialmente suministran materia orgánica al suelo, la reacción del cultivo es notable, en algunos casos con un rendimiento de hasta diez veces mayor. El material orgánico, especialmente del

estiércol, guarda grandes cantidades de nutrientes sustanciales para las plantas. El estiércol es, por supuesto, una opción importante como fertilizante orgánico debido a su importante aporte de nutrientes, pero es fundamental seguir los procedimientos adecuados durante su almacenaje para evitar la pérdida (lixiviación o volatilización) de nutrimentos, fundamentalmente de nitrógeno. En las gigantescas explotaciones ganaderas, la producción de estiércol debe realizarse con mucho cuidado y en las condiciones adecuadas, de lo contrario se producirá metano y otros gases contaminantes y desagradables debido a las condiciones anaeróbicas, además del aumento y la proliferación de organismos potencialmente dañinos para las plantas y humanos. Por lo general, los fertilizantes orgánicos pueden brindar los siguientes provechos a la producción de cultivos: Apoyar algunos componentes fundamentales de la planta según el fertilizante orgánico utilizado. Dejan más residuos que los fertilizantes inorgánicos. Posee la propiedad de liberar nutrientes en forma paulatina, lo que asegura el aporte de determinados nutrientes al cultivo durante su crecimiento. Optimizan la aireación, capacidad de retención de agua, estructura del suelo y la porosidad. Tienen la capacidad de producir compuestos orgánicos con nutrientes, haciéndolos más fácilmente disponibles para las plantas. La materia orgánica tiene una mayor CIC que la arcilla, de manera que al agregar fertilizantes orgánicos puede aumentar la CIC. Es especialmente bueno 28 en suelos con baja CIC, que desprenden bióxido de carbono en la descomposición para formar ácido carbónico, que disuelve los nutrientes de otras fuentes. Es una fuente de carbono orgánico para el trabajo de organismos heterótrofos del suelo. Acrecienta la penetración del H<sub>2</sub>O, reducen la escorrentía superficial. Lo que ayuda a presentar mejoras a reducir los daños del suelo por la erosión hídrica. Contribuye a la estabilidad de los agregados del suelo. Los fertilizantes orgánicos hacen que el suelo sea más productivo, mantengan su fertilidad en el tiempo y la sostenibilidad durante muchos años de producción.

Ministerio de Agricultura Riego, (2013), Este ministerio señala que es un tipo de biofertilizante de se originó en Japón, donde recibe su nombre “bo-ca-shi”, que significa fermentación. En el pasado los japoneses usaban su propio estiércol para preparar y fertilizar los campos de arroz. El fertilizante orgánico fermentado modelo bocashi es un fertilizante orgánico más completo porque absorbe los macro y micro nutrientes básicos que necesitan las plantas en el suelo. Se somete a un procedimiento de descomposición en el aire (aeróbico) y en condiciones observadas y controladas, lo que da resultados en poco tiempo. Muchos agricultores en México y América Latina han experimentado con este fertilizante. Los métodos de cocina casera y los ingredientes utilizados varían. Cabe señalar que la calidad de los abonos orgánicos depende de los materiales de los que están hechos, es importante contar con un plan de producción que permita planificar las materias primas de acuerdo al tiempo que están disponibles, las ventajas son: No formación de gases tóxicos u olores desagradables, los volúmenes de producción se pueden ajustar a las necesidades, muchos patógenos que causan enfermedades en los cultivos se inactivan, los productos se producen en un tiempo aproximadamente corto (entre doce y treinta días, dependiendo del tiempo), los productos están listos para su uso y producción, se incurre en costos.

Restrepo, (1994), Menciona que los bocashis están curtidados y usan en el mismo estiércol orgánico fermentado, que se almacenan durante dos a tres meses después de la producción. Más a menudo, los 29 agricultores lo usan mezclando con suelo seleccionada y carbón en polvo para preparar plántulas de hortalizas en recipientes, posee la ventaja de no chamuscar o quemar las plántulas, como lo es cuando se usa bocashi fresco sin mezclar con tierra seleccionada y carbón en polvo en los viveros. Los agricultores realizan regularmente experimentos a pequeña escala con diferentes proporciones de bokashi curtido en el cultivo de hortalizas para inspeccionar y seleccionar los mejores resultados para sus cultivos.

Acosta, (2019), Exhorta que el vocablo bokashi literalmente significa “materia orgánica fermentada” en japonés. Esto es gracias a la procedencia de la composta, que es justamente la tierra del sol naciente. En aquel lugar, los arroceros han desarrollado sus propias recetas para aumentar el rendimiento de la tierra aprovechando sus residuos. Bokashi tiene muchas ventajas sobre el compost convencional, la más obvia de las cuales es su rapidez de preparación. Mientras que el abono regular está listo para usar en aproximadamente noventa días, el bokashi puede estar listo en tan solo 2 semanas. Asimismo, sus ingredientes no atraen insectos no deseados, en realidad, repelen a muchos de ellos. Refuerza los microorganismos benéficos de la tierra y concede así una protección adicional a las plantas, no ocasiona malos olores y además enriquece la formación del suelo, aportando material orgánico y gran número de nutrientes para tus plantas. Primero, se necesita preparar un inóculo, que es un cultivo de microorganismos productivos que se quiere introducir en el bokashi. Vierta agua en un contenedor, agregue melaza y levadura. Agitar hasta que se encuentre uniforme, tapar y dejar reposar 24h. Mezcla la tierra común y el carbón en el área que quieras reservar para tu bokashi, preferiblemente en pedazos pequeños del mismo tamaño. Ahora, además de cal o ceniza, añadir una capa de gallinaza o estiércol (la gallinaza suele ser rica en nitrógeno), el salvado y cascarilla de arroz. Una vez establecida esta base, agregue el inóculo del contenedor vertiéndolo por encima, asegurándose de que quede más o menos distribuido uniformemente. Mueva la mezcla con un palo o herramienta y déjela reposar todo el día. Continúe revolviendo la mezcla 2 veces por día, recomendablemente por la mañana por la noche. Después de aproximadamente 2 semanas, su mezcla estará lista, y el procedimiento de fermentación mantendrá el calor alto y matará a los microbios no deseados. Es esencial no notar malos olores durante el proceso, ya que indican que algo anda mal. Después de quince días se puede usar el bokashi para fertilizar la tierra o el sustrato de tus plantas. La mezcla dura aproximadamente tres meses, después de lo cual se debe limpiar los elementos no utilizados.

## 2.2.2. SUELOS DEGRADADOS

Figuroa, (2004), Señala que el suelo es un medio natural que tarda mucho tiempo en formarse, por lo que se considera un recurso natural no renovable. Ante esta posición tenemos 2 opciones: Desarrollar estrategias de preservación o sencillamente perder un recurso importante. Cuando el suelo logra su madurez, está en equilibrio y estabilidad con sus factores ambientales y generalmente proporciona las condiciones suficientes para una buena producción biológica. Si se altera este equilibrio, se altera el desarrollo natural y se desarrollan varios procesos que tienden a deteriorar la calidad del suelo y, por lo tanto, conducen a la degradación del suelo. El deterioro de la tierra afecta a grandes áreas del mundo, y la tierra que ahora no están deteriorados puede degradarse en un futuro próximo.

La degradación se manifiesta como una pérdida de la cubierta vegetal o una disminución del rendimiento agrícola asociada a cambios importantes en las propiedades químicas, biológicas y físicas de la tierra, que aumentan la vulnerabilidad del suelo ante los agentes erosivos. Entre los cambios más importantes que ocurren en el suelo degradado se encuentran:

- Se pierde la estructura del suelo, reduciendo así la porosidad y la aireación.
- Compactación y asentamiento de la superficie del suelo.
- La capacidad de retención de agua se reduce, lo que resulta en una reducción de la cantidad de H<sub>2</sub>O disponible para las plantas.
- Minimizar la tasa de infiltración del agua de lluvia.
- La disponibilidad de macronutrientes (principalmente el nitrógeno asimilable y fósforo) es baja. - El número de microorganismos del suelo ha disminuido.

En gran parte de la región mediterránea, el grado de degradación están alto que la productividad de la tierra es casi nula, lo que decide la

rentabilidad baja del recurso tierra cuando tenemos en cuenta los diferentes usos forestales y agrícolas del recurso tierra. Puede pertenecer, la regeneración en estas áreas generalmente se logra mediante la revegetación, y los esfuerzos de revegetación a menudo están condenados al fracaso. Por un lado, coexisten suelos degradados con baja productividad biológica, y, por otro lado, condiciones de alta escasez de agua determinan la falta de éxito en la mayoría de los casos. Para cambiar esta situación, se necesita un tratamiento combinado de suelos y plantas para aumentar la firmeza de las especies de plantas introducidas a condiciones ambientales desfavorables. Esta definición nos presenta un concepto abierto en cuanto a suelos degradados. Desde nuestra experiencia, podemos indicar que, al restaurar ecosistemas degradados, por ejemplo, en la región mediterránea, creemos que la aplicación de enmiendas orgánicas junto con el uso de micorrizas son las principales herramientas destinadas a restaurar la estructura y función de la capacidad biológica de la tierra, evitando así el desarrollo de la erosión y la desertificación.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, (2020), indica que la erosión de la tierra es un vocablo frecuente que constantemente se equivoca con la degradación de la tierra, porque en realidad se refiere a la pérdida absoluta de los nutrientes del suelo y la capa superior de la tierra. En realidad, los efectos más visibles, pero no todos se comprenden por completo. La erosión de la tierra se relaciona con un proceso natural en las montañas, pero una mala gestión a menudo puede empeorarlo. La degradación del suelo es más amplia que la degradación y erosión del suelo en general, ya que abarca todos los cambios perjudiciales en la capacidad de los ecosistemas para proporcionar servicios y bienes (incluidos los bienes y servicios biológicos y relacionados con el H<sub>2</sub>O según lo previsto por LADA y sus vínculos con 32 los bienes y servicios sociales y económicos).

Desertificación es otro vocablo común empleado para:

- a) Degradación de suelos en las zonas de secas y/o
- b) La transformación permanente de la tierra a un estado en el que no se puede restaurar a su uso original.

La precaución incluye el uso de disposiciones de protección que mantienen productivos los recursos naturales y su entorno. La mitigación es una intervención que tiene como objetivo reducir la degradación en curso. Cuando comienza la descomposición, entra en una etapa. El objetivo principal es detener la degradación continua y comenzar a mejorar el recurso y su funcionalidad. El impacto de la mitigación a menudo es visible a corto y mediano plazo, lo que proporciona un fuerte incentivo para tomar medidas adicionales. El término “mitigación” también se utiliza a veces para describir la reducción de los efectos de la degradación.

Campo, (2020) Señala que la erosión de las tierras provoca una disminución de la productividad del suelo, lo que perjudica el crecimiento de la actividad agraria.

El estudio “Determinación de la erosión actual y potencial de los suelos de Chile”, elaborado por el Centro de Información de Recursos Naturales (CIREN) en el año 2010, ubica a la erosión como el primer causante de la degradación de las tierras.

Al mismo tiempo, el estudio señala que, además de la destrucción de la estructura de la tierra y la pérdida de material orgánico, otros factores que influyen en este problema son la salinización y acidificación de la tierra. El informe de CIREN señala que la erosión de Chile se debe en gran medida a la intervención humana, un “proceso severo, rápido y casi irreversible impulsado por la esperanza de mejores ganancias a corto plazo a través de tecnologías inapropiadas y prácticas agrícolas lucrativas”. Según Hardy Cárdenas, fundador y presidente de la ONG Suelos vivos, indica que gran parte del problema radica en que la tierra no se considera viva en los sistemas productivos actuales, lo que dificulta la praxis de una agricultura sostenible.

“No obstante, es posible mejorar los suelos y llevarlos a condiciones de equilibrio que permitan recuperar la productividad”, sustenta.

Jorge Carrasco, investigador de manejo de suelos del INIA Rayentué, indica que cualquier modo de restauración de tierras involucra 2 prácticas básicas que indican en el manejo: el uso de material orgánico que aumenta su nivel en la tierra y por ende mejora su estado biológico, químico y físico; y aplicar un aditivo de calcáreas (a base de calcio) para estabilizar el pH de la tierra. “Estos dos elementos son básicos para partir recuperando los suelos. En forma paralela se pueden incorporar otras prácticas como cultivos en cero labranza y siembra de praderas permanentes, entre otras. Todo esto nos permitirá asegurar que el suelo estará cubierto para evitar procesos erosivos y de degradación de suelos”, expresa.

Prevenir los monocultivos, utilizar productos químicos basados en análisis de suelos, un buen manejo de rastrojos y el uso de cultivos de cobertura son otras formas de predecir y responder a los procesos de erosión.

#### La importancia de un suelo vivo

El suelo es un elemento vivo en la medida que contiene una diversidad de organismos como bacterias, hongos, gusanos e insectos, entre otros, los cuales son elementales para su formación y mantención en el tiempo”, señala Hardy Cárdenas.

Son estos organismos los responsables de mezclar los componentes que conforman la tierra como el material orgánico, el agua, minerales y el aire. Asimismo, su labor es descomponer los residuos orgánicos de origen animal y vegetal que se han acumulado en ellos y ponerlos a disposición para que los vegetales puedan aprovecharlos desde la raíz de éstos.

De esta manera, por ejemplo, las micorrizas son hongos que habitan en conjunto en las raíces de la mayoría de las plantas,

aumentando la capacidad de absorción de nutrientes y agua, fundamentalmente fósforo, elemento carente en la tierra y muy importante para el desarrollo.

Ruiz. C (2018), alrededor de 47000000 de hectáreas de tierra en el país de Chile están afectadas por la degradación del suelo. Esto representa el 15% del área damnificada en América Latina. La sequía y desertificación son los problemas ambientales más comunes en el lugar. Dicho fenómeno genera daños a 1.500.000 habitantes de Chile, ubicadas en las zonas más pobres del país. Según los cálculos del Censo Nacional Agropecuario de 1997, el área potencialmente cubierta por el esquema de aproximadamente 4,2 millones de ha. Consciente de esta verdad, el Gobierno de Chile realizó un compromiso, a través del Ministerio de Agricultura, a fomentar medidas encaminadas a mitigar los efectos de estos procesos, que se suman a los actos que cada vez más realizan los productores para asegurar la sostenibilidad de sus recursos productivos. El Programa de Restauración de Suelo Degradados es parte del extenso compromiso del Gobierno Chileno de proteger y restaurar los recursos naturales degradados de Chile. Particularmente, posee como objetivo revertir o detener los avances de degradación de tierras antes mencionados, dando acceso a los productores agrícolas del país a los recursos nacionales destinados a impulsar el manejo sostenible, la conservación y la restauración de sus tierras agrícolas.

Programa de Mejoramiento y Conservación de Suelos mediante Rotación de Cultivos: Fomenta la rotación de cultivos sub convencionando hasta el 40 por ciento del monto neto de la primera rotación y hasta el 60 por ciento del monto neto de la segunda rotación, según se indica en el cuadro de gasto anual. La capacitación va acompañada de un programa de gestión elaborado por operadores (técnicos profesionales y privados) que deben estar acreditados por el INDAP o SAG, quienes deben tener una formación profesional o técnica que incluya materias académicas acreditadas y tierras reproductivas, establecimiento de pastizales o 35 protección de los recursos naturales para la agricultura. Además, están obligados a participar en

capacitaciones anuales realizadas por el INDAP y SAG con el apoyo técnico del Instituto de Agricultura (INIA). Los estudios de suelos fundamentales para sustentar las recomendaciones técnicas son realizados por operadores y procesados por laboratorios acreditados que cubren 13 regiones del país. Dichos laboratorios pasan por una ronda de acreditación anual para que, si cumplen con los criterios técnicos, sean incluidos en el registro público que lleva el SAG y deban demostrar que tienen los métodos, instalaciones y profesionales idóneos.

Ariztisabal Quintero & Baquero Pañuela, (2012), señala que la evaluación económica de las prácticas de restauración y conservación de arrozales degradados es compleja, lo que dificulta determinar la relación costo – beneficio ideal a corto plazo. Las propiedades biológicas, físicas y químicas son de gran importancia para establecer la intensidad de uso de un determinado implemento, la calidad y cantidad (relación c/n) de cada abono verde o material orgánico utilizado en el manejo diferenciado de aprovechamiento de nutrientes vegetales. No obstante, con base en algunos resultados de investigación, la tabla dieciocho proporciona una relación costo – beneficio aproximada del uso de materiales orgánicos en casos específicos.

Bornacelly, (2002), Nos indica que los suelos recuperados tienen 1.5% de materia orgánica, de textura franco arcilloso arenoso, con niveles altos de fósforo y considerados como suelos de mediana fertilidad.

Los suelos degradados tienen bajo porcentaje de materia orgánica 0.5 % niveles altos de fósforo considerados como suelos de baja fertilidad.

Bastida Lopéz, (2008), Indica que la tierra es un recurso dinámico, vivo y no renovable que requiere de condiciones mínimas y adecuadas que le permitan desempeñar con facilidad las funciones imprescindibles para su conservación y preservación, así como para la producción de alimentos y nutrición, local, regional y de mantenimiento. Calidad

Ambiental Global en condiciones naturales, los suelos tienden a lograr un estado estable después de un despacio proceso de formación nombrado como edafogénesis. Durante estas condiciones de máxima evolución, el terreno estable más o menos envuelto por vegetación, lo que le proporcionaba un aporte cada vez mayor de nutrientes y material orgánico que ayudaban a mantener e inclusive mejorar su estructura evitando su degradación por erosión. Entonces, vale decir que los pisos sostienen una calidad razonable y hacen correctamente todas sus funciones. Pero, la estabilidad lograda por las tierras puede verse perjudicados por distintas acciones, dentro de las que sin duda destacan las antrópicas. La agricultura, en particular, puede (en el caso de un uso inadecuado o abusivo de los suelos) afectar enormemente su calidad y hacer que el suelo alcance un nivel muy inferior al que sostienen los suelos naturales. Ésta carencia de productividad y calidad dirige al abandono de estas tierras, que, sin una capa vegetal protectora, están propensos a procesos erosivos que empeoran la degradación de las tierras y, a largo plazo, conducen a la desertificación de la zona en mención. La degradación de la tierra es un problema considerable en todo el mundo y afecta al treinta por ciento de todas las tierras del mundo. En la Unión Europea, se considera que más del dieciséis por ciento del territorio en global (52 millones de ha) está afectado por el deterioro, siendo los lugares más dañados el este, centro y sureste de España, sur y centro de Italia al sur de Portugal y Francia y vastas zonas de Grecia. España es un país europeo con mayor % de deterioro de las tierras áridas. Acerca del 70% de las regiones áridas de España tienen un nivel moderado de desertificación y el 30% de estas regiones están extremadamente desiertas. Por tanto, es necesario fomentar herramientas para calcular el grado de deterioro de nuestras tierras y saber cuándo empezar un procedimiento de mejora, rehabilitación o recuperación. Teniendo esto en cuenta, es muy útil tener índices sensibles de degradación y desertificación del suelo que reflejen claramente la excelencia de esas tierras. Entre los parámetros que puede brindar información sobre la degradación o calidad del suelo, los de carácter microbiológico y bioquímico son los más susceptibles a las

perturbaciones que puede padecer el ecosistema, ya que son los parámetros químicos y físicos de una respuesta más tardía. En las zonas semiáridas, la pérdida de material orgánico por erosión y el bajo aporte de residuos orgánicos de la vegetación pueden afectar negativamente el crecimiento y la labor de los microorganismos en la tierra, que son principalmente responsables del ciclo de elementos vitales. B. nitrógeno, carbono y fósforo y también tienen una influencia decisiva en la estructura del suelo. Por tanto, en relación de biomasa y actividad de las comunidades microbianas del suelo, estos parámetros pueden ser estimados como bioindicadores sensibles a los cambios asociados a los avances de degradación y restauración del suelo. Entre estos parámetros, la relación con la biomasa de la población microbiana (Carbono de la biomasa microbiana) y su estructura (Perfil de ácidos grasos fosfolípidos, PLFA), su actividad global (Respirar, actividad ATP o Deshidrogenasa) o sus parámetros específicos de actividad pueden ser relacionados. Utilizar enzimas hidrolíticas que participa en los ciclos de los elementos de la tierra, como la proteasa o ureasa (Ciclo del N), fosfatasa (Ciclo del P) o la  $\beta$ -glucosidasa (Ciclo del C). Asimismo, la información sobre diferentes componentes, como el C soluble en H<sub>2</sub>O, los carbohidratos solubles en H<sub>2</sub>O o el C húmico, puede proveer información sobre la solidez y estabilidad del C del suelo y su disponibilidad como fuente de energía microbiana. En regiones de clima semiárido, como el Sureste de España, la degradación paulatina de las tierras daña principalmente a las plantas autóctonas del lugar en cuestión Cuando esta vegetación desaparece, los suelos no tienen una barrera principal contra la degradación y la erosión, y estos procesos en su mayoría comienzan a asentarse. Parece coherente que la carencia de la cubierta vegetal lleve a la pérdida del material orgánico en la tierra porque no hay aporte natural de C (Insumo vegetal) y además se pierde los nutrientes como el N y P. Todo esto sin duda entorpece la determinación de los ciclos biogeoquímicos de los elementos de la tierra, lo que puede afectar de manera negativa a las condiciones biológicas y provocar una disminución de la calidad. En este contexto, la modificación orgánica de la tierra puede ser considerado como una biotecnología

adecuada para la restauración del suelo en regiones semi áridas. Para todos los casos anteriores, la presente investigación presenta como objetivo general, obtener información suficiente sobre 38 los parámetros bioquímicos, microbiológicos y biológicos sensibles para generar un índice (Índice de biodegradabilidad de suelos, IDBS) que cuantifique el estado de descubrimiento de la biodegradación en zonas semi áridas. Igualmente, dentro ese objetivo general, se pretende determinar la efectividad de la adición de diversas enmiendas orgánicas (A base de residuos orgánicos) como estrategia efectiva para la restauración de tierras abandonadas, comprobando el IDBS previamente obtenido en los mencionados suelos restaurados. Para lograr los objetivos planteados, se estimará los aspectos clave de la biomasa que tiene relación con el tamaño, estructura y actividad de la población microbiana del suelo. En todos estos casos, la estrategia que enfatiza la restauración de las tierras degradadas (Colocación de enmiendas orgánicas a dichas tierras degradadas a partir de desechos domésticos) tiene como objetivo proporcionar una salida ambientalmente beneficiosa para los desechos orgánicos mencionados anteriormente al reciclarlos en la tierra. Se trata de incrementar el contenido de C, colaborando así a la fijación de dicho elemento (C) y reduciendo parcialmente la liberación de dióxido de carbono a la atmósfera y el consiguiente efecto invernadero. Para alcanzar los objetivos planteados, el trabajo experimental realizado en este trabajo se divide en 2 partes, que se comentan a continuación, y se indican las principales conclusiones.

1. Primero, uno de los objetivos de este informe es desarrollar un índice de biodegradación del suelo para catalogar de manera sensible el nivel de degradación del suelo en las regiones semi áridas. Descubre y explora la recuperación que está experimentando la tierra en un momento dado. El desarrollo del índice ha pasado por 2 etapas: i) Seguimiento microbiológico y bioquímico de diferentes suelos con diferentes grados d degradación, y ii) El índice de degradación anterior se desarrolló utilizando datos obtenidos de monitoreos anteriores. Para esto, se analizaron varios parámetros conectados

con el material orgánico de la tierra (C orgánico total, C soluble en H<sub>2</sub>O, carbohidratos solubles en H<sub>2</sub>O), el tamaño de la población microbiana (C de la biomasa microbiana) y su actividad (ATP, respiración y actividad enzimática). Los suelos de cada una de las 39 regiones del sureste de España mostraron diferentes grados de degradación (Determinados por la diferente cubierta vegetal) en 3 estaciones y 2 años consecutivos. Como principales conclusiones de este capítulo, se puede destacar lo siguiente: Está claro que las zonas semi áridas del sureste de España contienen la mayoría de las tierras abandonadas por actividades humanas, como la agricultura (Región de Murcia), ha sufrido intensos procesos de degeneración. Así lo ha demostrado el seguimiento realizado en función a parámetros indicativos de sus actividades microbianas y sus funcionalidades, en particular los basados en la actividad enzimática que marcan la evolución de los ciclos de elementos en el suelo. Se puede decir que estos suelos tienen una calidad excesivamente agotada y una fertilidad y productividad extremadamente bajas. Utilizando parámetros de respuestas inmediatas e instantáneas que lógicamente se ven alterados negativamente por los procesos de degradación del suelo, desarrollamos el IDBS. Los indicadores seleccionados para el presente índice, son: Carbohidratos soluble en agua, respiración basal, carbono soluble en agua, actividad deshidrogenasa y actividad de ureasa. El índice ha sido capaz de resaltar la diferencia entre las tierras con menor o mayor cobertura vegetal, lo que está relacionado con su grado de degradación. IDBS puede considerarse como una herramienta biológica para detectar la degradación del suelo en ambientes semi áridos, detectar 4 niveles de degradación (Bajo, medio, alto y muy alto) y permitir un seguimiento sensible de los cambios en el suelo.

2. Cuando se establezca que existen problemas relacionados con la degradación de los suelos en las zonas semi áridas y que una de las principales causas de esta degradación es la falta de material orgánico, se pretende realizar un análisis comparativo de efectividad,

tanto en mapas como en descomposición a largo plazo de materiales orgánicos en los suelos semiáridos, aplicación en restauración, prestando especial atención a la calidad biológica de mencionados suelos monitorizados por los parámetros moleculares, bioquímicos y microbiológicos. El estudio consta de 2 fases. En la primera fase, se llevó a cabo un estudio comparativo sobre los efectos a corto plazo de la adición de lodos de 40 depuradora o compost derivado de lodos de depuradora sobre la calidad de los suelos en campos de ensayo ubicados en zonas semiáridos fuertemente afectadas por el proceso de descomposición. En la segunda fase, a través de experimentos de diecisiete años, aplicando distintas dosis de aditivos orgánicos (La parte orgánica de los desechos domésticos) a suelos altamente degradables, se probaron los cambios en las vegetaciones y los suelos. Características después de diecisiete años (efectos a largo plazo). Las primeras conclusiones del capítulo son las siguientes: La suma de enmiendas orgánicas al suelo a corto plazo (Dos años) o largo plazo (Más de diecisiete años de ensayos) supone la mejora de diversas propiedades tanto físicas (Aportando material con muy baja densidad) y aspectos biológicos (Cambios basados en residuos orgánicos pueden clasificarse como materiales bioactivos) y aspectos bioquímicos. Estos cambios crean una cadena de sustratos capaces de activar distintas enzimas, cuya acción permite la introducción en los suelos de elementos agronómicamente importantes (C, P y N), que son esenciales para su funcionamiento. Estos cambios orgánicos aumentan el desarrollo y el trabajo de los microorganismos de la tierra y la formación de cubiertas vegetales de alta densidad. La colocación de IDBS a este suelo demostró claramente la regeneración y menores tasas de biodegradación diecisiete años después de que se incorporó una enmienda orgánica. Una cosa a tener en cuenta es que existen distinciones en los efectos de aplicar barro. Compost fresco o arcilloso por la calidad de su material orgánico. Este último contiene más material orgánico estructurado debido al propio proceso de estructuración, lo que proporciona un mejor rendimiento, C orgánico total más estable y sostenible en el suelo. Asimismo, el uso de compost supone una

mayor concentración de sustancias húmicas debido a su diferente calidad con respecto al lodo, hecho de interés para la mejor fijación del carbono en los suelos. La adición de enmiendas orgánicas conduce a un desarrollo paralelo de bacterias y hongos en suelos semiáridos. A corto plazo, la adición de enmiendas orgánicas supone una disminución de la diversidad vegetal, sin que ello suponga una variación en la diversidad microbiana estimada por el índice de Shannon para PLFA. Este hecho nos permite concluir que, a corto plazo, la aplicación de 41 materia orgánica tiene un efecto directo sobre la diversidad vegetal. Sin embargo, a largo plazo, la adición de enmienda orgánica supone un aumento de la diversidad vegetal y microbiana del suelo, lo que indica que, en un largo período de tiempo, los cambios de sustratos y el fuerte desarrollo vegetal influyen, más que la propia enmienda orgánica, en la estructura de la comunidad microbiana edáfica. Estos resultados permiten concluir que el tiempo es un factor clave en la estructura de la comunidad microbiana de suelos semiáridos sometidos enmiendas orgánicas.

### **2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES**

#### **Bocashi**

Bocashi es un fertilizante orgánico que actúa como un activador de la bacteria rizosfera que promueve el desarrollo de las plantas. También puede desempeñar un papel protector y ampliar la penetración de nutrientes en la tierra cultivado. Además, puede proporcionar micronutrientes de manera soluble y mejorar el pH, que es biológicamente beneficioso para la impregnación de la raíz. De esta manera, el bocashi puede prevenir enfermedades de las raíces en los vegetales. Cabe señalar que las altas T° logradas durante el desarrollo de fermentación pueden quitar ciertos patógenos nocivos encontrados en el cultivo. Este proceso también permite la inoculación y autorregulación del suelo, evitando así la aparición de hongos, levaduras, bacterias.

## **Suelo degradado**

La definición de degradación del suelo es la alteración en la vitalidad del suelo que conduce a una reducción en la capacidad del ecosistema para elaborar productos o proporcionar servicios a sus beneficiarios. El suelo degradado tiene un estado saludable, mientras que los bienes y servicios normales del suelo involucrados en el ecosistema no pueden proporcionar este estado.

## **Recuperación de suelo**

La recuperación de suelo viene a ser la acción de poder recuperar o mejorar las características biológicas, químicas y físicas del suelo con diversas aplicaciones dependiendo del nivel de degradación que el suelo 42 mantiene, en ciertos casos se necesitan de procesos pequeños para obtener un suelo en estado óptimo, pero en ciertos casos se necesitan procesos más complejos para que el suelo pueda estar en buen estado.

## **Erosión eólica**

La erosión eólica se refiere a la abrasión de las rocas o la eliminación del suelo debido a la actividad del viento. El viento es un agente de estampado que logra transportar mucho polvo alrededor del mundo, pero las partículas de arena solo pueden transportarse dentro de una distancia relativamente corta. El cuarzo, es el mineral más numeroso en la arena. Generalmente es sólido y firme a la intemperie química, disolución y abrasión, es decir, la erosión eólica está relacionada con el viento y la arena que se encuentran en el suelo. La arena se distribuye en toda la superficie de la tierra, pero especialmente en desiertos, áreas costeras, estuarios y áreas con registros de glaciares. Parece que el agua puede ser la causa original de la acumulación de poderosas masas de arena en el desierto, y el viento puede ser la causa de la redistribución y una gran cantidad de muestras de sedimentos.

## **Textura del suelo**

La textura nos indica la dimensión de partículas básicas del suelo: limo, arena y arcilla, que se pueden dividir en partículas finas, medianas y gruesas. El diámetro de las partículas de arcilla es inferior a 0.002 milímetros, el diámetro de la arena de limo está en el intervalo de 0.002 y 0.05 milímetros, y el diámetro de la arena está en el intervalo de 0.05 y 2.0 milímetros. La textura también afecta la disponibilidad y cantidad de H<sub>2</sub>O y nutrientes, así como el drenaje, la aireación y la accesibilidad de las herramientas agrícolas.

## **Suelo**

El suelo es la capa superior de la tierra formada por gases, sólidos y líquidos, donde se desarrollan las raíces de las plantas y de donde obtienen los nutrientes que necesitan para crecer. Un suelo excelente tiene una distribución uniforme de materia orgánica sólida, así como poros para la circulación del agua y aire como minerales y materia orgánica.

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

$H_1$ : El bocashi en diferentes dosis tiene efecto en la recuperación del suelo degradado afectado por la degradación física eólica, Huánuco 2021.

$H_0$ : El bocashi en diferentes dosis no tiene efecto en la recuperación del suelo degradado afectado por la degradación física eólica, Huánuco 2021.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE INDEPENDIENTE**

Dosis de Bocashi

**Indicadores:**

Elaboración del Bocashi

## 2.5.2. VARIABLE DEPENDIENTE

Recuperación de suelo degradado

### **Indicadores:**

Parámetros físicos:

- Humedad, Temperatura
- Porosidad, Acidez
- Textura, Estructura, Materia Orgánica

Parámetros Químicos:

- Ph, Nitrato, Amonio
- Fósforo, Nitrogeno, Potasio

Ecas de Suelo

- Arsénico, Plomo
- Bario total, Cadmio, Cromo total.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

### EFFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE BOCASHI EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS AFECTADOS POR LA DEGRADACIÓN FÍSICA EÓLICA, HUÁNUCO, 2022

| Variable Independiente            | Indicadores                      | Unidad de medición                  | Tipo de Variable  |
|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------------|-------------------|
| Dosis de Bocashi                  | Elaboración del Bocashi          | Porcentaje (dosis de 25%, 50%, 75%) | Numérica continua |
| EVariable Dependiente             | Indicadores                      | Unidad de medición                  | Tipo de Variable  |
| Recuperación de Suelos degradados | <b>Análisis Mecánico</b>         |                                     |                   |
|                                   | • % Arena                        | • Porcentaje                        |                   |
|                                   | • % Arcilla                      | • Porcentaje                        |                   |
|                                   | • % Limo                         | • Porcentaje                        |                   |
|                                   | <b>Parámetros fisicoquímicos</b> |                                     |                   |
|                                   | • pH                             | • 0-14                              |                   |
|                                   | • Materia orgánica               | • Porcentaje                        |                   |
|                                   | • Nitrógeno                      | • Porcentaje                        |                   |
|                                   | • Fósforo                        | • ppm                               | Numérica continua |
|                                   | • Potasio                        | • ppm                               |                   |
|                                   | • CIC                            |                                     |                   |
|                                   | <b>Cambiables</b>                |                                     |                   |
|                                   | • Ca                             | • Cmol(+)/kg                        |                   |
| • Mg                              | • Cmol(+)/kg                     |                                     |                   |
| • K                               | • Cmol(+)/kg                     |                                     |                   |
| • Na                              | • Cmol(+)/kg                     |                                     |                   |

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio cuenta con la siguiente tipología. Según el análisis estadístico de los datos se trata de una investigación **Cuantitativa**. Según la planificación de las mediciones el presente estudio es **Prospectivo**, ya que se usarán datos primarios. Según el número de variables, el presente estudio es **Analítico**. Según la intervención del investigador el presente estudio es un estudio **con intervención**. Según el número de mediciones el presente estudio es **longitudinal**, ya que se considerará más de una medición de la variable en estudio. (Supo, 2020)

##### 3.1.1. ENFOQUE

El presente estudio tiene enfoque cuantitativo porque se hace uso de la estadística para el análisis de los datos, se trata de una investigación **Cuantitativa**. (Supo, 2020).

##### 3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El presente estudio corresponde al nivel **Explicativo**, debido a que explica el comportamiento de una variable en función de otra. (Supo & Zacarias Ventura, 2020), al mejorar las características físicas del suelo por medio de la recuperación de suelo aplicando el Bocashi.

##### 3.1.3. DISEÑO

El presente estudio sigue un diseño prospectivo, Analítico con intervención y longitudinal. (Supo, 2020).

El siguiente esquema representa el diseño del estudio que se pretende realizar.

GE1:  $O_1$ -----  $x_1 - O_2$

GE2:  $O_1$ -----  $x_2 - O_2$

GE3:  $O_1$ -----  $x_3 - O_2$

GE: Grupo de estudio

$O_1$ : Observación inicial del suelo degradado

$O_2$ : Observaciones posteriores a la aplicación de bocashi.

### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

El presente estudio consideró como población al suelo degradado afectados por la degradación física – eólica en la provincia y departamento de Huánuco.

Se detectó puntos de afectación en espacios de terreno en las cuales el suelo perdió las características normales y homeostáticas, dichos suelos son espacios libres en las cuales el viento dañó considerablemente el suelo y en ciertos espacios de terreno agrícola privado en la cual la actividad del agua por su constante transcurso dañaron de dicho terreno, para el estudio de un terreno privado se tuvo que tomar en cuenta el permiso que el propietario pueda otorgar para poder entrar a su propiedad y realizar el estudio necesario y exacto, se estudió y tomó fotografías in-situ del terreno público y del privado para la verificación que el terreno fue dañado por la degradación física. Observar en los anexos.

**Tabla 1**

*Coordenadas de ubicación*

| <b>COORDENADAS DONDE SE REALIZARÁ EL PROYECTO</b> |              |
|---|--------------|
| <b>ESTE</b>                                       | <b>NORTE</b> |
| -9.940582   | -76.258679   |

El muestreo considerado es no probabilístico debido a que el muestreo se llevó a cabo en un punto que eligió mi persona para poder realizar el desarrollo del proyecto.

**Tabla 2**

*Coordenadas de muestreo de suelo*

| <b>PUNTOS DE MUESTRA DEL SUELO DEGRADADO</b> |              |
|--|--------------|
| <b>ESTE</b>                                  | <b>NORTE</b> |
| -9.939887                                    | -76.258615   |
| -9.939881                                    | -76.258609   |
| -9.939875                                    | -76.258618   |

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

**Tabla 3**

*Técnicas e instrumentos*

| <b>Variable</b>                | <b>Técnica</b> | <b>Instrumento</b>   |
|--------------------------------|----------------|--|
| Dosis de Bocashi               | Observación    | Se realizó el análisis del bocashi en un laboratorio acreditado. |
| Recuperación desuelo degradado | Observación    | Se realizó el análisis de suelo en un laboratorio acreditado     |

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

**Tabla 4**

*Técnicas de procesamiento y análisis de la información*

| <b>ETAPA</b>          | <b>TÉCNICA</b>   |
|-----------------------|--|
| ProcesamientoAnálisis | Recolección, ordenamiento y codificación de datos<br>Sistema de datos (presentación de tablas y gráficos)<br>Ms, Excel, redacción científica |
| Análisis              | Sistema de datos (presentación de tablas y gráficos)<br>MS, Excel,<br>Redacción Científica.  |

## CAPÍTULO IV RESULTADOS

### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

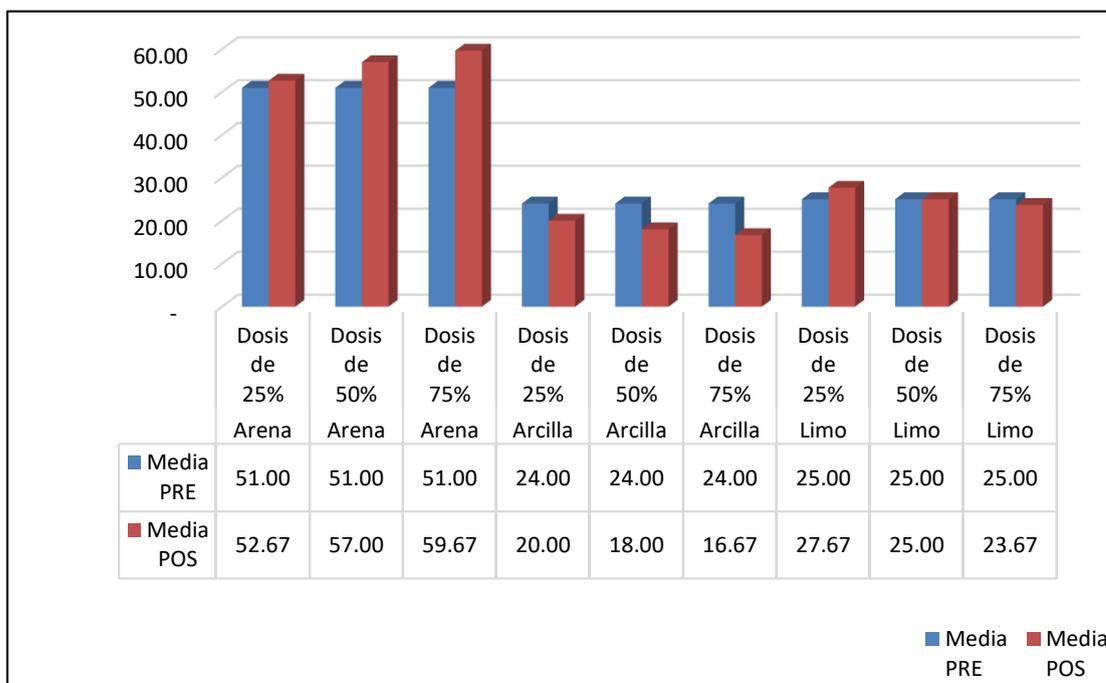
**Tabla 5**

*Resultados del análisis mecánico del suelo afectado por la degradación física eólica, Huánuco, 2022*

| Dosis   |              | Post Test |           |                |                 |                 |
|---------|--------------|-----------|-----------|----------------|-----------------|-----------------|
|         |              | Media PRE | Media POS | Error estándar | Límite Inferior | Límite superior |
| Arena   | Dosis de 25% | 51.00     | 52.67     | 0.33           | 51.23           | 54.10           |
| Arena   | Dosis de 50% | 51.00     | 57.00     | 2.31           | 47.06           | 66.94           |
| Arena   | Dosis de 75% | 51.00     | 59.67     | 1.76           | 52.08           | 67.26           |
| Arcilla | Dosis de 25% | 24.00     | 20.00     | -              | 20.00           | 20.00           |
| Arcilla | Dosis de 50% | 24.00     | 18.00     | 1.15           | 13.03           | 22.97           |
| Arcilla | Dosis de 75% | 24.00     | 16.67     | 0.67           | 13.80           | 19.54           |
| Limo    | Dosis de 25% | 25.00     | 27.67     | 0.33           | 26.23           | 29.10           |
| Limo    | Dosis de 50% | 25.00     | 25.00     | 1.15           | 20.03           | 29.97           |
| Limo    | Dosis de 75% | 25.00     | 23.67     | 1.33           | 17.93           | 29.40           |

**Gráfico 1**

*Resultados del análisis mecánico del suelo afectado por la degradación física eólica, Huánuco, 2022*



*Nota.* En la arena, se aprecia un mayor incremento con la dosis de 75%. En la arcilla, en todas las dosis se observa un decremento. En el limo, se observa incremento con la dosis de 25% y en el otro extremo un decremento con la dosis de 75%.

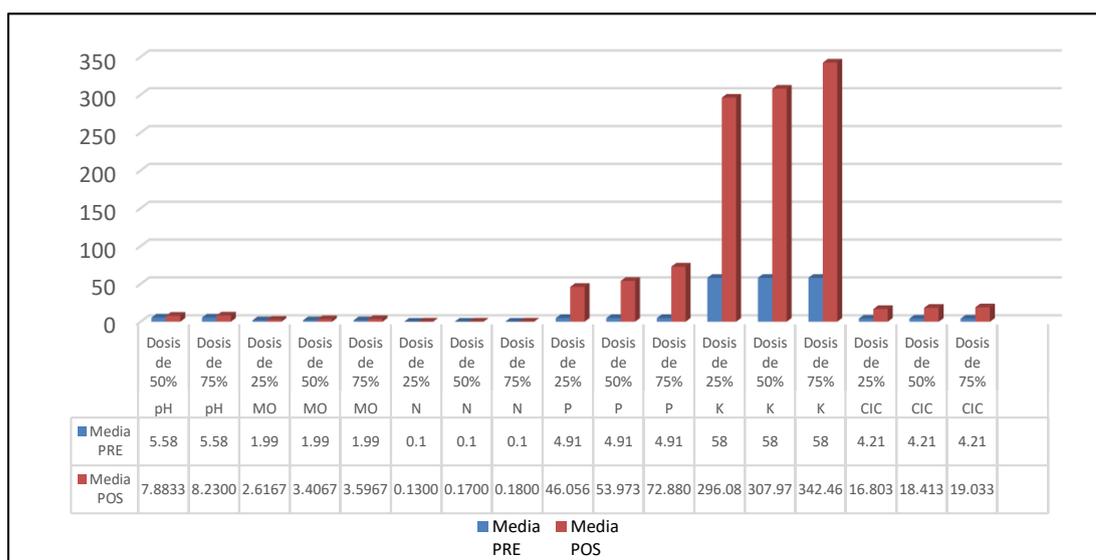
**Tabla 6**

*Resultados de los parámetros fisicoquímicos del suelo afectado por la degradación física eólica, Huánuco, 2022*

| Dosis |              | Post Test |           |                |                 |                 |
|-------|--------------|-----------|-----------|----------------|-----------------|-----------------|
|       |              | Media PRE | Media POS | Error estándar | Límite Inferior | Límite superior |
| pH    | Dosis de 25% | 5.58      | 7.62      | 0.04           | 7.45            | 7.79            |
| pH    | Dosis de 50% | 5.58      | 7.88      | 0.04           | 7.69            | 8.07            |
| pH    | Dosis de 75% | 5.58      | 8.23      | 0.06           | 7.99            | 8.47            |
| MO    | Dosis de 25% | 1.99      | 2.62      | 0.21           | 1.73            | 3.50            |
| MO    | Dosis de 50% | 1.99      | 3.41      | 0.04           | 3.25            | 3.57            |
| MO    | Dosis de 75% | 1.99      | 3.60      | 0.03           | 3.45            | 3.75            |
| N     | Dosis de 25% | 0.10      | 0.13      | 0.01           | 0.08            | 0.18            |
| N     | Dosis de 50% | 0.10      | 0.17      | 0.00           | 0.17            | 0.17            |
| N     | Dosis de 75% | 0.10      | 0.18      | 0.00           | 0.18            | 0.18            |
| P     | Dosis de 25% | 4.91      | 46.06     | 0.36           | 44.51           | 47.60           |
| P     | Dosis de 50% | 4.91      | 53.97     | 0.12           | 53.46           | 54.49           |
| P     | Dosis de 75% | 4.91      | 72.88     | 1.17           | 67.85           | 77.91           |
| K     | Dosis de 25% | 58.00     | 296.09    | 0.92           | 292.11          | 300.07          |
| K     | Dosis de 50% | 58.00     | 307.98    | 3.94           | 291.01          | 324.94          |
| K     | Dosis de 75% | 58.00     | 342.47    | 5.06           | 320.70          | 364.24          |
| CIC   | Dosis de 25% | 4.21      | 16.80     | 0.13           | 16.25           | 17.36           |
| CIC   | Dosis de 50% | 4.21      | 18.41     | 0.12           | 17.89           | 18.93           |
| CIC   | Dosis de 75% | 4.21      | 19.03     | 0.08           | 18.69           | 19.37           |

**Gráfico 2**

*Resultados de los parámetros fisicoquímicos del suelo afectado por la degradación física eólica, Huánuco, 2022*



*Nota.* Se aprecia un mayor incremento del pH, materia orgánica, N, P, K y CIC conforme se incrementa la dosis de bocashi. Es decir, los valores de los parámetros fisicoquímicos son directamente proporcionales a la cantidad de bocashi que participa en el suelo degradado.

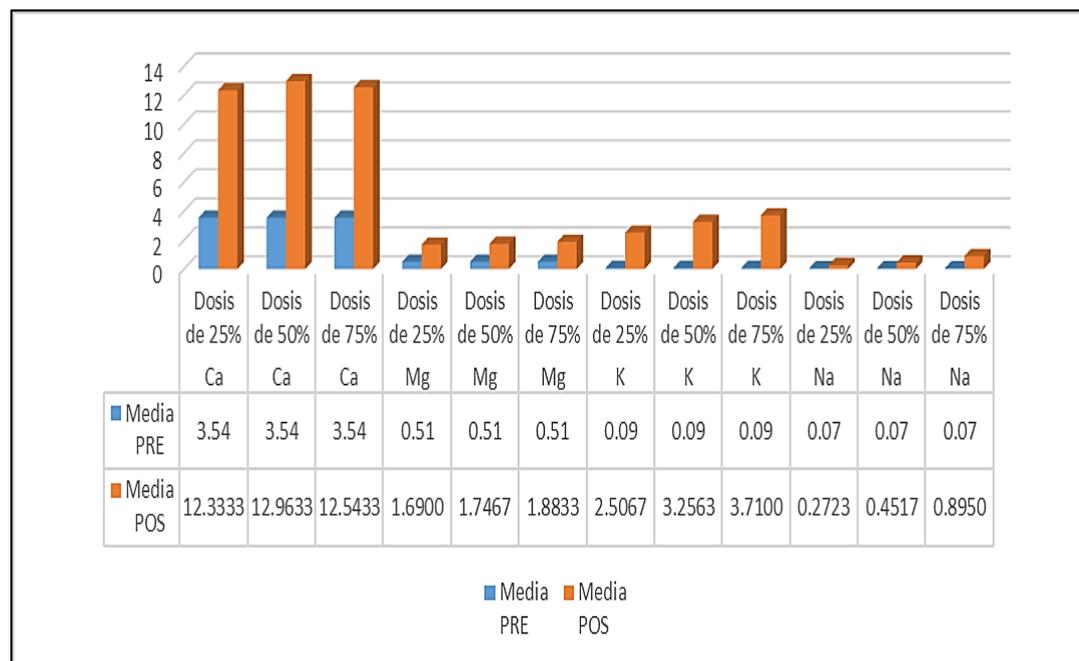
**Tabla 7**

*Resultados de los cambiables del suelo afectado por la degradación física eólica, Huánuco, 2022*

| Dosis |              | Post Test |           |                |                 |                 |
|-------|--------------|-----------|-----------|----------------|-----------------|-----------------|
|       |              | Media PRE | Media POS | Error estándar | Límite Inferior | Límite superior |
| Ca    | Dosis de 25% | 3.54      | 12.3333   | 0.08819        | 11.9539         | 12.7128         |
| Ca    | Dosis de 50% | 3.54      | 12.9633   | 0.03180        | 12.8265         | 13.1001         |
| Ca    | Dosis de 75% | 3.54      | 12.5433   | 0.07623        | 12.2153         | 12.8713         |
| Mg    | Dosis de 25% | 0.51      | 1.6900    | 0.01155        | 1.6403          | 1.7397          |
| Mg    | Dosis de 50% | 0.51      | 1.7467    | 0.00333        | 1.7323          | 1.7610          |
| Mg    | Dosis de 75% | 0.51      | 1.8833    | 0.04372        | 1.6952          | 2.0714          |
| K     | Dosis de 25% | 0.09      | 2.5067    | 0.05491        | 2.2704          | 2.7429          |
| K     | Dosis de 50% | 0.09      | 3.2563    | 0.04452        | 3.0648          | 3.4479          |
| K     | Dosis de 75% | 0.09      | 3.7100    | 0.03772        | 3.5477          | 3.8723          |
| Na    | Dosis de 25% | 0.07      | 0.2723    | 0.00348        | 0.2574          | 0.2873          |
| Na    | Dosis de 50% | 0.07      | 0.4517    | 0.05577        | 0.2117          | 0.6916          |
| Na    | Dosis de 75% | 0.07      | 0.8950    | 0.04214        | 0.7137          | 1.0763          |

**Grafico 3**

*Resultados de los cambiables del suelo afectado por la degradación física eólica, Huánuco, 2022*



*Nota.* Se aprecia un incremento considerable en el Ca con las tres dosis aplicadas, igualmente se aprecian incrementos de Mg, K y Na en todas las dosis aplicadas.

**Tabla 8***Prueba de normalidad de los datos*

| <b>Dosis</b> |      | <b>Shapiro-Wilk</b> |           |             |
|--------------|------|---------------------|-----------|-------------|
|              |      | <b>Estadístico</b>  | <b>gl</b> | <b>Sig.</b> |
| Arena_DIF    | 1,00 | 0.750               | 3         | 0.424       |
|              | 2,00 | 1.000               | 3         | 1.000       |
|              | 3,00 | 0.964               | 3         | 0.637       |
| Arcilla_DIF  | 2,00 | 1.000               | 3         | 1.000       |
|              | 3,00 | 0.750               | 3         | 0.424       |
| Limo_DIF     | 1,00 | 0.750               | 3         | 0.424       |
|              | 2,00 | 1.000               | 3         | 1.000       |
|              | 3,00 | 0.750               | 3         | 0.424       |
| pH_DIF       | 1,00 | 0.862               | 3         | 0.274       |
|              | 2,00 | 0.964               | 3         | 0.637       |
|              | 3,00 | 0.992               | 3         | 0.826       |
| MO_DIF       | 1,00 | 0.997               | 3         | 0.891       |
|              | 2,00 | 0.998               | 3         | 0.915       |
|              | 3,00 | 0.991               | 3         | 0.817       |
| N_DIF        | 1,00 | 1.000               | 3         | 1.000       |
| P_DIF        | 1,00 | 0.994               | 3         | 0.858       |
|              | 2,00 | 0.896               | 3         | 0.373       |
|              | 3,00 | 0.947               | 3         | 0.555       |
| K_DIF        | 1,00 | 0.961               | 3         | 0.619       |
|              | 2,00 | 0.994               | 3         | 0.853       |
|              | 3,00 | 0.772               | 3         | 0.049       |
| CIC_DIF      | 1,00 | 0.840               | 3         | 0.214       |
|              | 2,00 | 0.908               | 3         | 0.413       |
|              | 3,00 | 0.839               | 3         | 0.210       |
| Ca__DIF      | 1,00 | 0.964               | 3         | 0.637       |
|              | 2,00 | 0.824               | 3         | 0.174       |
|              | 3,00 | 0.969               | 3         | 0.664       |
| Mg__DIF      | 1,00 | 1.000               | 3         | 1.000       |
|              | 2,00 | 0.750               | 3         | 0.424       |
|              | 3,00 | 0.855               | 3         | 0.253       |
| K__DIF       | 1,00 | 0.998               | 3         | 0.907       |
|              | 2,00 | 0.824               | 3         | 0.174       |
|              | 3,00 | 0.930               | 3         | 0.488       |
| Na__DIF      | 1,00 | 0.991               | 3         | 0.817       |
|              | 2,00 | 0.802               | 3         | 0.119       |
|              | 3,00 | 0.818               | 3         | 0.157       |

*Nota.* La prueba de normalidad evaluada en las diferencias obtenidas en cada uno de los grupos, indican que los datos tienden a aproximarse a la distribución normal, esto en virtud de haber obtenido un p-valor mayor a 5%

## 4.2. CONTRASTACIÓN Y PRUEBA DE HIPOTESIS

Considerando que se ha llevado a cabo una investigación con intervención por parte del investigador, en el que se considera la participación de una variable independiente y otra dependiente, el estudio contempla el planteamiento y desarrollo de la siguiente hipótesis, mediante el ritual de la significancia estadística de la era informática, con soporte del software estadístico IBM SPSS, versión 24

H1: El bocashi en diferentes dosis tiene efecto en la recuperación del suelo degradado afectado por la degradación física eólica, Huánuco 2021.

Su contraparte es la hipótesis nula:

Ho: El bocashi en diferentes dosis tiene efecto en la recuperación del suelo degradado afectado por la degradación física eólica, Huánuco 2021.

El análisis de datos establecerá si existe diferencias en los resultados entre los grupos en estudio (conformados en función a las diferentes dosis de bocashi), para luego determinar si es que hubo efecto debido a la participación de la variable independiente.

### **Nivel de significancia: 5%**

Se refiere a la cantidad de error tolerable para la aceptación de la hipótesis del investigador, esta es previamente establecida antes de realizar los cálculos.

### **Procedimiento estadístico:**

Análisis de Varianza (ANOVA) con un factor Inter sujetos, es un procedimiento que considera variables numéricas con datos que se aproximan a una distribución normal y con una prueba de homocedasticidad superada.

A continuación, se presentan los resultados de la contratación de la hipótesis, con la prueba correspondiente:

**Tabla 9***Prueba de hipótesis con ANOVA con un factor intersujetos*

|             |                  | Suma de<br>cuadrados | gl | Media<br>cuadrática | F       | Sig.         |
|-------------|------------------|----------------------|----|---------------------|---------|--------------|
| Arena_DIF   | Entre grupos     | 74,889               | 2  | 37,444              | 4,377   | 0,067        |
|             | Dentro de grupos | 51,333               | 6  | 8,556               |         |              |
|             | Total            | 126,222              | 8  |                     |         |              |
| Arcilla_DIF | Entre grupos     | 16,889               | 2  | 8,444               | 4,750   | 0,058        |
|             | Dentro de grupos | 10,667               | 6  | 1,778               |         |              |
|             | Total            | 27,556               | 8  |                     |         |              |
| Limo_DIF    | Entre grupos     | 24,889               | 2  | 12,444              | 3,862   | 0,084        |
|             | Dentro de grupos | 19,333               | 6  | 3,222               |         |              |
|             | Total            | 44,222               | 8  |                     |         |              |
| pH_DIF      | Entre grupos     | ,562                 | 2  | ,281                | 42,476  | <b>0,000</b> |
|             | Dentro de grupos | ,040                 | 6  | ,007                |         |              |
|             | Total            | ,601                 | 8  |                     |         |              |
| MO_DIF      | Entre grupos     | 1,621                | 2  | ,810                | 18,101  | <b>0,003</b> |
|             | Dentro de grupos | ,269                 | 6  | ,045                |         |              |
|             | Total            | 1,889                | 8  |                     |         |              |
| N_DIF       | Entre grupos     | ,004                 | 2  | ,002                | 15,750  | <b>0,004</b> |
|             | Dentro de grupos | ,001                 | 6  | ,000                |         |              |
|             | Total            | ,005                 | 8  |                     |         |              |
| P_DIF       | Entre grupos     | 1139,627             | 2  | 569,813             | 377,479 | <b>0,000</b> |
|             | Dentro de grupos | 9,057                | 6  | 1,510               |         |              |
|             | Total            | 1148,684             | 8  |                     |         |              |
| K_DIF       | Entre grupos     | 3482,037             | 2  | 1741,018            | 41,443  | <b>0,000</b> |
|             | Dentro de grupos | 252,057              | 6  | 42,010              |         |              |
|             | Total            | 3734,094             | 8  |                     |         |              |
| CIC_DIF     | Entre grupos     | 7,949                | 2  | 3,975               | 105,804 | <b>0,000</b> |
|             | Dentro de grupos | ,225                 | 6  | ,038                |         |              |
|             | Total            | 8,175                | 8  |                     |         |              |
| Ca__DIF     | Entre grupos     | ,617                 | 2  | ,309                | 21,144  | <b>0,002</b> |
|             | Dentro de grupos | ,088                 | 6  | ,015                |         |              |
|             | Total            | ,705                 | 8  |                     |         |              |
| Mg__DIF     | Entre grupos     | ,059                 | 2  | ,030                | 14,416  | <b>0,005</b> |
|             | Dentro de grupos | ,012                 | 6  | ,002                |         |              |
|             | Total            | ,072                 | 8  |                     |         |              |
| K__DIF      | Entre grupos     | 2,216                | 2  | 1,108               | 172,566 | <b>0,000</b> |
|             | Dentro de grupos | ,039                 | 6  | ,006                |         |              |
|             | Total            | 2,254                | 8  |                     |         |              |
| Na__DIF     | Entre grupos     | ,616                 | 2  | ,308                | 62,914  | <b>0,000</b> |
|             | Dentro de grupos | ,029                 | 6  | ,005                |         |              |
|             | Total            | ,646                 | 8  |                     |         |              |

*Nota.* Los resultados de la contratación de hipótesis indican que no existe diferencias en los porcentajes de arena, limo y arcilla tras la intervención con el bocashi en las diferentes dosis empleadas. Por otro lado, si existe diferencias significativas en los resultados obtenidos en cada uno de los parámetros fisicoquímicos y los cambiables, en cada una de las dosis de bocashi empleadas en el suelo con degradación física eólica.

**Tabla 10**

*Tabla interpretativa del efecto de la aplicación de las diferentes dosis de bocashi sobre la calidad del suelo con degradación física eólica*

| Indicador    | Indicadores de calidad de suelo | Pre Test | 25% Pos | 50% Pos | 75% Pos | Interpretación  |
|--------------|---------------------------------|----------|---------|---------|---------|---|
| pH           | 6.5-7.5                         | 5.58     | 7.62    | 7.88    | 8.23    | Las tres dosis tuvieron efecto en la calidad del suelo  |
| MO           | 1.5-2.5                         | 1.99     | 2.62    | 3.41    | 3.60    | Las tres dosis incrementaron los valores  |
| N            | 0.1-0.2                         | 0.10     | 0.13    | 0.17    | 0.18    | Se presentó un incremento con las tres dosis  |
| P            | 35-70                           | 4.91     | 46.06   | 53.97   | 72.88   | Las dos menores dosis llevaron al P en el rango ideal, tuvieron efecto en la calidad del suelo      |
| K asimilable | 150-300                         | 58.00    | 296.1   | 307.9   | 342.4   | Se presentó un incremento con las tres dosis  |
| CIC          | 20-35                           | 4.21     | 16.80   | 18.41   | 19.03   | Ninguna dosis tuvo efecto en la calidad del suelo; la dosis de 75% estuvo muy cerca de tener efecto |
| Ca           | 9-10.5                          | 3.54     | 12.33   | 12.96   | 12.54   | Las tres dosis tuvieron efecto en la calidad del suelo  |
| Mg           | 1.5-2.5                         | 0.51     | 1.69    | 1.75    | 1.88    | Las tres dosis tuvieron efecto en la calidad del suelo  |
| K            | 0.5-1.2                         | 0.09     | 2.51    | 3.26    | 3.71    | Las tres dosis sobrepasaron el rango de K cambiante   |
| Na           | 0.4-1.3                         | 0.07     | 0.27    | 0.45    | 0.89    | La dosis de 50% y 75% tuvo efecto en la calidad del suelo   |

Nota: se puede identificar que las tres dosis tuvieron efecto con el Ph, MO, N, K asimilable, ca, Mg, K, Na. Así también se precisa que las dos menores dosis llevaron al P en el rango ideal. En cuanto al CIC ninguna dosis tuvo efecto.

## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

Según el objetivo principal: Demostrar el efecto de diferentes dosis de bocashi en la recuperación de suelos afectados por la degradación física eólica, Huánuco, 2021.

En el presente estudio se encontraron diferencias significativas en las variables fisicoquímicas en estudio (pH, MO, N, P, K, CIC) y en los cambiables (Ca, Mg, K, Na). Para el caso del pH, la dosis que logró un mayor incremento (de 5.58 a 8.23) fue la de 75% de bocashi, igual resultado se encontró en la MO (de 1.99 a 3.60), en el N (de 0.10 a 0.18), en el P (de 4.91 a 72.88), en el K (de 58 a 342.47) y en el CIC (de 4.21 a 19.03). Los menores incrementos se dieron con la dosis de 25%, es decir, los incrementos están directamente relacionados a la cantidad de bocashi que se emplea.

En la investigación realizada por Ríos (2015), que tuvo por objetivo evaluar el efecto del estiércol tipo bocashi sobre la calidad de un suelo degradado por ácido, encontró que hubo diferencias estadísticas con el empleo de diferentes cantidades de bocashi, siendo la cantidad de 400 g aplicados al suelo, el que mejoró la fertilidad del mismo, con un aumento del pH de 4.3 a 5.2, asimismo, con un incremento de la materia orgánica de 2% a 5%, el nitrógeno se incrementó de 0.09% a 0.24%, el fósforo de 7.7 ppm a 11.38 ppm, para el caso de las bases cambiables, el incremento se dio de un 30.9% a 95.06%. Dicho estudio concluyó que el estiércol tipo bocashi efectivamente ayudó a recuperar la fertilidad del suelo degradado.

El propósito del presente estudio pretendió establecer que se obtiene un efecto al aplicar diferentes dosis de bocashi para la recuperación de suelos con degradación física eólica. Con estos resultados se está demostrando que no solamente se logra establecer diferencias significativas en la aplicación de diferentes dosis de bocashi, sino que además se ha logrado establecer cuál es la dosis que provoca un mayor efecto en el suelo degradado.

El efecto sobre la mejora de la calidad del suelo degradado tras la aplicación del bocashi se dio de la siguiente manera: en el pH, con las tres

dosis hubo efecto, en la materia orgánica, se incrementó con las tres dosis, en el N, con las tres dosis hubo efecto, en el fósforo, con las dosis de 25% y 50% hubo efecto, en el K, con las tres dosis se dio el efecto, en el CIC, ninguna de las dosis, en el Ca cambiante, con las tres dosis hubo efecto, en el Mg cambiante, con las tres dosis hubo efecto, en el K cambiante, con las tres dosis hubo efecto, en el Na cambiante, con las tres dosis hubo efecto.

Según el objetivo secundario 1: Describir el análisis mecánico del suelo afectado por la degradación física eólica antes y después de emplearse las diferentes dosis de bocashi

Luego de la aplicación de las diferentes dosis de bocashi sobre el suelo con degradación física eólica, se aprecia que los resultados en cuanto al análisis mecánico son estadísticamente iguales, aun cuando descriptivamente se aprecie que tengan diferencias. Esto quiere decir que la aplicación de diferentes dosis es indiferente. Estos resultados refieren tanto para la arena, arcilla y limo.

Por otro lado, con respecto a los valores iniciales obtenidos en el pre test y el post test, según la prueba de contrastación de hipótesis, no se aprecian diferencias significativas tras la intervención con las diferentes dosis de bocashi.

Según el objetivo secundario 2: Describir los parámetros fisicoquímicos y cambiables del suelo afectado por la degradación física eólica antes y después de emplearse las diferentes dosis de bocashi.

Se ha encontrado diferencias significativas en los resultados de los parámetros fisicoquímicos tras la aplicación de las diferentes dosis de bocashi. Lo mismo se aprecia en los resultados del pre y post test.

Se resalta un mayor incremento de los valores de los indicadores fisicoquímicos cuando se emplea una mayor cantidad de bocashi.

Según el objetivo secundario 3: Describir los Ecas de suelo afectado por la degradación física eólica antes y después de emplearse las diferentes dosis de bocashi se ha encontrado que el efecto se dio todos en los indicadores fisicoquímicos excepto en el CIC.

## CONCLUSIONES

Considerando el objetivo principal, se concluye que las tres dosis aplicadas de bocashi (25%, 50% y 75%), tuvieron efecto en la mejora de la calidad del suelo afectado por la degradación física eólica en los indicadores del pH, materia orgánica, Nitrógeno, Potasio, CIC, Ca, Mg, K cambiante y Sodio.

Respecto al objetivo secundario 1, se concluye que la intervención con las diferentes dosis de bocashi no tuvieron efecto significativo en las propiedades mecánicas, además que no existe diferencia significativa entre la aplicación de las tres dosis de bocashi.

Respecto al objetivo secundario 2, se concluye que la aplicación de las diferentes dosis de bocashi si tuvo efecto en los parámetros físicos químicos, excepto en el CIC.

Con respecto al objetivo secundario 3, se concluye que, en el pH, con las tres dosis hubo efecto, en la materia orgánica, se incrementó con las tres dosis, en el N, con las tres dosis hubo efecto, en el fósforo, con las dosis de 25% y 50% hubo efecto, en el K, con las tres dosis se dio el efecto, en el CIC, ninguna de las dosis, en el Ca cambiante, con las tres dosis hubo efecto, en el Mg cambiante, con las tres dosis hubo efecto, en el K cambiante, con las tres dosis hubo efecto, en el Na cambiante, con las tres dosis hubo efecto.

## **RECOMENDACIONES**

Debido a que se ha encontrado que con las tres dosis de bocashi aplicada se tuvo efecto significativo favorable en la mejora de la calidad del suelo afectado por degradación eólica, se recomienda la aplicación de la dosis de 25% por razones de economía de recursos aplicados.

Se recomienda la difusión de los resultados obtenidos entre los grupos de interés para el presente estudio, de tal modo que sea posible la masificación de la aplicación de esta técnica que ha mostrado resultados favorables.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abonos orgánicos. (25 de noviembre de 2011). *Infoagro*. obtenido de [https://www.infoagro.com/documentos/abonos\\_organicos.asp](https://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp)
- Acosta, B. (25 de junio de 2019). *Ecología verde*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/bokashi-o-bocashi-compost-que-es-y-como-hacerlo-2102.html>
- Agredo España, d. (2014). *Comparación de la eficiencia en la producción de lechuga (lactuca sativa) en un suelo rehabilitado con abono orgánico bocashi en el mismo suelo con fertilizante químico n-p-k*. Santiago de Cali. Obtenido de <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/6137/1/t04167.pdf>
- Ariztisabal Quintero, D., & Baquero Pañuela, J. (2012). *Tecnologías conservacionistas para el manejo de suelos arroceros en la Orinoquia Colombia*. Colombia: Corpoica. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11348/4178>
- Bastida López, F. (2008). *Procesos de degradación y recuperación de suelos en zonas semiáridas*. España. obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=50060>
- Bautista C, E. B. (2004). *La calidad del suelo y sus indicadores. ecosistemas revista científica y técnica de ecología y medio ambiente.*, 5-20. obtenido de [www.revistasecosistemas.net](http://www.revistasecosistemas.net)
- Bermeo Naira, R. L. (2018). *Elaboración de bocashi como alternativa para el tratamiento de residuos orgánicos del matadero y mercado del distrito de Chulucanas - Morropon*. Chulucanas. obtenido de <http://repositorio.ucss.edu.pe/handle/ucss/584>
- Bornacelly, C. (2002). *Estrategias de organización, comercialización y tecnológicas para mejorar la competitividad del sistema de producción del algodón en el cesar y guajira*. Bogotá: Manuel Arévalo A. obtenido de <https://n9.cl/y5je>

- Buschiazzo, D. E. (enero de 2012). *Erosión eólica*. obtenido de [https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_-\\_viento\\_2.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_-_viento_2.pdf)
- Campo. (01 de 07 de 2020). *El mercurio*. obtenido de <https://www.elmercurio.com/campo/noticias/noticias/2018/03/08/recomendaciones-para-la-recuperación-de-suelos-degradados.aspx?disp=1>
- Cóndor López, D. A. (2019). *Producción de biogás y biol en biodigestores batch a partir de residuos agropecuarios pre - tratados con la técnica de bocashi*. Lima. Obtenido de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/unalm/4131>
- Departamento agrícola de las naciones unidas. (1996). *Clasificación del suelo según ph*. obtenido de <https://n9.cl/ygj39>
- Duran Orbezo, W. J., Justiniano Nieto, R., & Olortegui Sifuentes, E. (2016). *Efecto del bocashi y biol en el rendimiento del cultivo de repollo (brassica oleracea l. var. capitata) variedad corazón de buey en condiciones edafoclimaticas de Colpa Baja - Huánuco - 2016*. Huánuco. obtenido de <https://n9.cl/dptj>
- Económica, Ministerio de Planificación Nacional y Política. (1998). *Producción en semilleros de plántulas de tomate sin virus*. Biblioteca iica-cidia, 2. obtenido de <https://n9.cl/9rk21>
- Farro Paredes , A. W. (2015). *Efecto del abono orgánico tipo bokashi sobre el desarrollo de la capirona (calycophyllum spruceanum (benth) hook f. ex.) producidas en tubetes y en bolsas de polietileno*. Rupa Rupa - Huánuco. obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/unas/620>
- Figuroa, D. (02 de 02 de 2004). *Horticultura*. Obtenido de <https://www.interempresas.net/horticola/articulos/73362-estrategias-para-la-recuperacion-de-suelos-degradados.html>
- Gamboa, W. (2005). *Producción agroecológica una opción para el desarrollo del cultivo del chayote*. Costa Rica: Editorial de la Universidad de Costa Rica obtenido de [https://books.google.com.pe/books/about/producci%C3%B3n\\_agroecol%C3%B3gica.html?hl=ptbr&id=pwdjaaaamaaj&output=html\\_text&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/producci%C3%B3n_agroecol%C3%B3gica.html?hl=ptbr&id=pwdjaaaamaaj&output=html_text&redir_esc=y)

- Ganadería, m. d. (2011). *Elaboración y uso del bocashi . centro nacional de tecnología agropecuaria y fo*, <http://www.fao.org/3/a-at788s.pdf>.
- Hidalgo Saavedra, a. (2016). *Efecto del compost de residuos sólidos municipales biodegradables y del bocashi en el crecimiento de plántones de cacao (theobroma cacao l.), en Tingo Maria. Rupa Rupa - Huánuco*. obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/unas/1250>
- Instituto de Tecnología Agrícola. (17 de octubre de 2017). *Los abonos orgánicos. beneficios, tipos y contenidos nutrimentales*. obtenido de <https://www.intagri.com/articulos/agricultura-organica/los-abonos-organicos-beneficios-tipos-y-contenidos-nutrimentales>
- Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias. (2014). *Elaboración y uso de abonos orgánicos. módulo de capacitación para capacitadores, 21*. obtenido de <https://www.iniap.gob.ec/pruebav3/>
- Martínez, C. R. (1999). *Lombricultura y abonos orgánicos*. Mexico.
- Minam., D. S.–2. (2017). *Estándares de calidad ambiental (eca) para suelo*. obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-suelo-0>
- Ministerio de agricultura riego. (2013). *Elaboración de bocashi*. Huancavelica. obtenido de <https://n9.cl/i89h>
- Ministerio del Ambiente. (2014). *Guía para muestreo de suelos. Perú. Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura*. (mayo de 2015). Suelos y biodiversidad. Obtenido de <file:///c:/users/toshibaf/downloads/a-i4551s.pdf>
- Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura. (2020). *Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura*. obtenido de <http://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>
- Portal Frutícola (2018) *Valores y rangos de referencia de un análisis de suelo*. Obtenido de <https://www.portalfruticola.com/noticias/2018/04/03/valores-y-rangos-de-referencia-de-un-analisis-de-suelo/>

- Restrepo, J. (1994). *Abonos orgánicos fermentados experiencias de agricultores en Centro América y Brasil*. San José - Costa Rica. Obtenido de <https://n9.cl/pyz7h>
- Rioja. (2007). *Clasificación del suelo según ph*.
- Ramos, D., Alfonso, E., Soto, F., & Cabrera J. (2014). *Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en bocas del toro, panamá*. scielo. Obtenido de <https://n9.cl/jelf>
- Rios, W. (2015). *Efectos de aplicación del bocashi en el crecimiento del sachá inchi (plukenetia volubilis l.) y recuperación de un suelo degradado en el distrito de Daniel Alomía Robles. Huánuco. Rupa Rupa - Huánuco*. obtenido de <https://n9.cl/o580k>
- Ruiz, C. (2018). Biblioteca. INIA. obtenido de <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/serieactas/nr32805.pdf>
- Rural, M. D. (2001). *Agricultura orgánica. proyecto piloto de zonas de reserva campesina*, 8 obtenido de [https://books.google.com.pe/books/about/informe\\_final\\_proyecto\\_piloto\\_de\\_zonas\\_d.html?id=dap3m3de45mc&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/informe_final_proyecto_piloto_de_zonas_d.html?id=dap3m3de45mc&redir_esc=y)
- Salinas Patiño, M. V. (2017). *Estudio de factibilidad para la implementación de una empresa productora y comercializadora de abono orgánico (bocashi), para el cantón Loja*. Loja-Ecuador. Obtenido de: [https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/9557/browse?type=subject&sort\\_by=1&order=asc&rpp=20&etal=1&value=administraci%  
c3%93n+de+empresas&offset=64](https://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/9557/browse?type=subject&sort_by=1&order=asc&rpp=20&etal=1&value=administraci%c3%93n+de+empresas&offset=64)
- Soto, G., & Meléndez, G. (2003). *Taller de abonos orgánicos*. sabanilla.
- Supo, J., & Zacarias Ventura, H. (2020). *Metodología de la investigación científica. Guatemala: Bioestadístico EIRL*. Obtenido de [https://upla.edu.pe/wp-content/uploads/2017/12/3-upla-portafolio-aprendizajedocencia-en-investigaci%  
c3%b3ncient%c3%adfica.pdf](https://upla.edu.pe/wp-content/uploads/2017/12/3-upla-portafolio-aprendizajedocencia-en-investigaci%c3%b3ncient%c3%adfica.pdf)
- Villagómez Castillo, D. (2014). *Elaboración de bocashi a partir de residuos del faenamiento de animales del camal de la maná, provincia de cotopaxi. quito-ecuador*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/7707>

Villar, J. (2016). *Guía de la fertilidad de suelos y la nutrición vegetal en producción integrada. España.* Obtenido de <https://www.agroptima.com/es/blog/analisis-de-suelos-agricolas/>

Yugsi, L. (2011). *Elaboración y uso de abonos orgánicos.* Quito - Ecuador. obtenido de <https://n9.cl/n037>

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

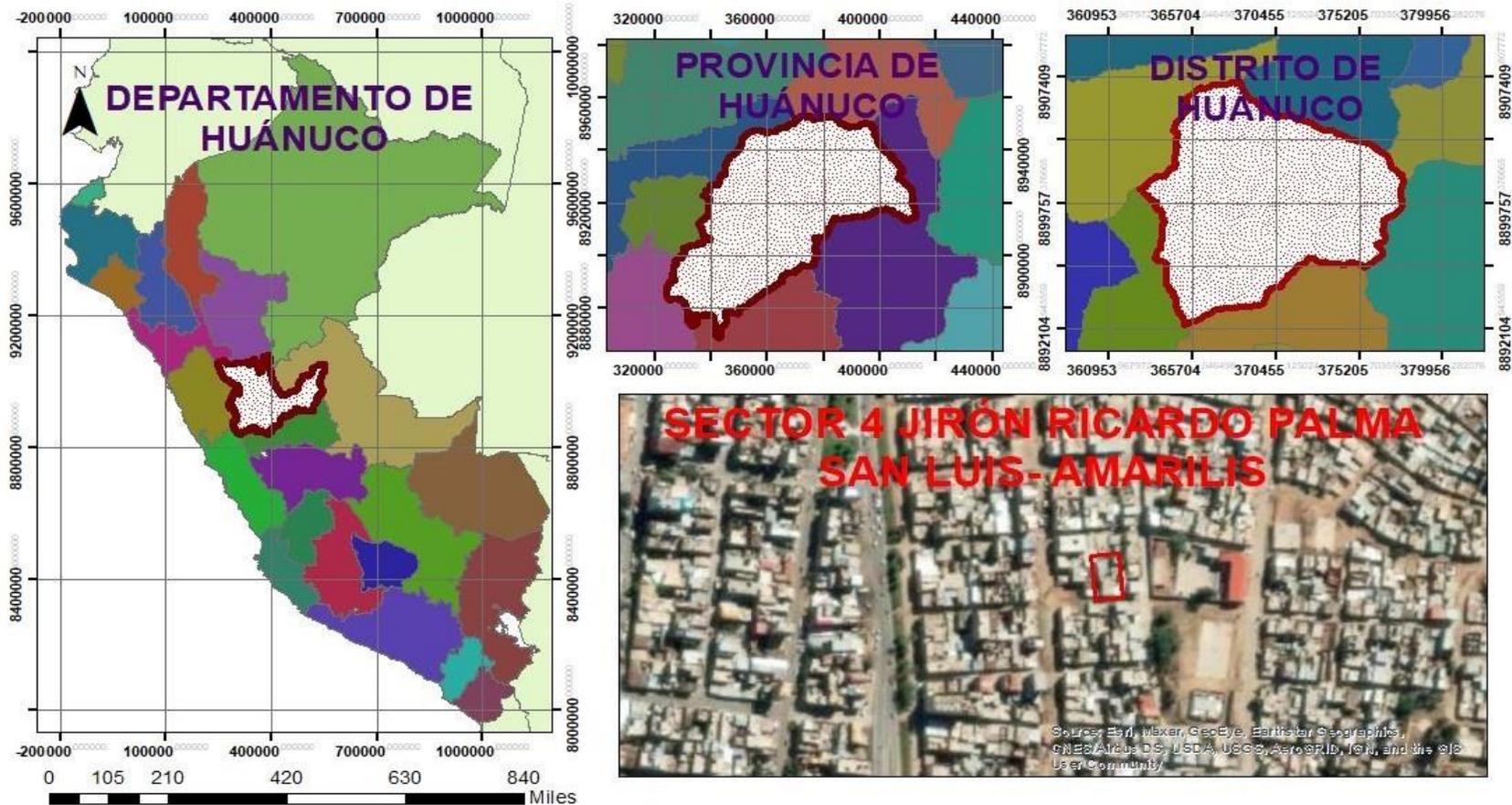
Benancio Ambrocio, S. (2023) *Efecto de diferentes dosis de bocashi en la recuperación de suelos afectados por la degradación física eólica, Huánuco, 2022* [Tesis pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

**ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA**  
**EFFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE BOCASHI EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS AFECTADOS POR LA DEGRADACIÓN FÍSICA EÓLICA, HUÁNUCO, 2022**

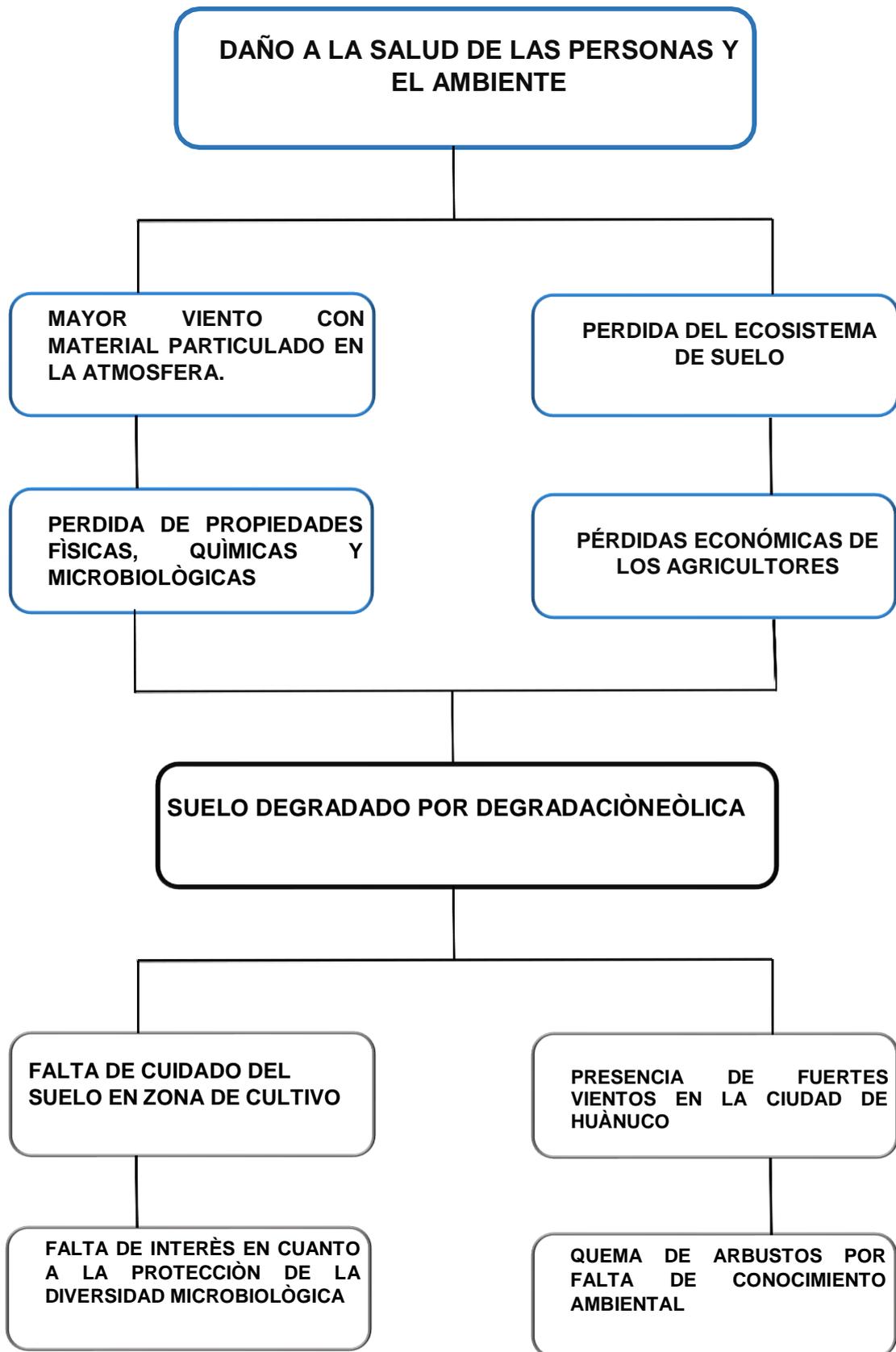
| <b>PROBLEMA PRINCIPAL</b>   | <b>OBJETIVO PRINCIPAL</b>   | <b>HIPOTESIS PRINCIPAL</b>  | <b>VARIABLES</b>  | <b>METODO</b>  |
|---|---|---|---|--|
| ¿Cuál es el efecto de diferentes dosis de bocashi en la recuperación de suelos afectados por la degradación física eólica, Huánuco, 2021?                                       | Demostrar el efecto de diferentes dosis de bocashi en la recuperación de suelos afectados por la degradación física eólica, Huánuco, 2021                                     | El bocashi en diferentes dosis tiene efecto en la recuperación del suelo degradado afectado por la degradación física eólica, Huánuco 2021. | <p><b>Variable Independiente</b><br/>Dosis de Bocashi<br/>Indicadores: Elaboración del Bocashi</p> <p><b>Variable Dependiente</b><br/>Recuperación de suelo degradado.<br/>Indicadores:<br/><b>Análisis Mecánico</b><br/>% Arena<br/>% Arcilla<br/>% Limo<br/><b>Parámetros físicoquímicos</b><br/>- pH<br/>- Materia orgánica<br/>- Nitrógeno<br/>- Fósforo<br/>- Potasio<br/>- CIC<br/><b>Cambiables</b><br/>- Ca<br/>- Mg<br/>- K<br/>- Na</p> | <p>DISEÑO: El presente estudio sigue un diseño prospectivo, Analítico con intervención y longitudinal.</p> <p>POBLACIÓN: El presente estudio considera como población al suelo degradado afectados por la degradación física – eólica en la provincia y departamento de Huánuco.</p> <p>MUESTRA: La muestra considerada es no probabilística debido a que el muestreo se llevará a cabo en un punto que elegirá mi persona para poder realizar el desarrollo del proyecto.</p> |
| <b>PROBLEMA SECUNDARIO</b>  | <b>OBJETIVO SECUNDARIO</b>  |   |   |  |
| ¿Cuál es el análisis mecánico del suelo afectado por la degradación física eólica antes y después de emplearse las diferentes dosis de bocashi?                                 | Describir el análisis mecánico del suelo afectado por la degradación física eólica antes y después de emplearse las diferentes dosis de bocashi.                              |   |   |  |
| ¿Cuáles son los parámetros físicoquímicos y cambiables del suelo afectado por la degradación física eólica antes y después de emplearse las diferentes <u>dosis de bocashi?</u> | Describir los parámetros físicoquímicos y cambiables del suelo afectado por la degradación física eólica antes y después de emplearse las diferentes <u>dosis de bocashi.</u> |   |   |  |
| ¿Cuáles son los Ecas del suelo afectado por la degradación física eólica antes y después de emplearse las diferentes dosis de bocashi?  | Describir los Ecas del suelo afectado por la degradación física eólica antes y después de emplearse las diferentes dosis de bocashi   |   |   |  |

## ANEXO 2. MAPA DE UBICACIÓN (ARC GIS)

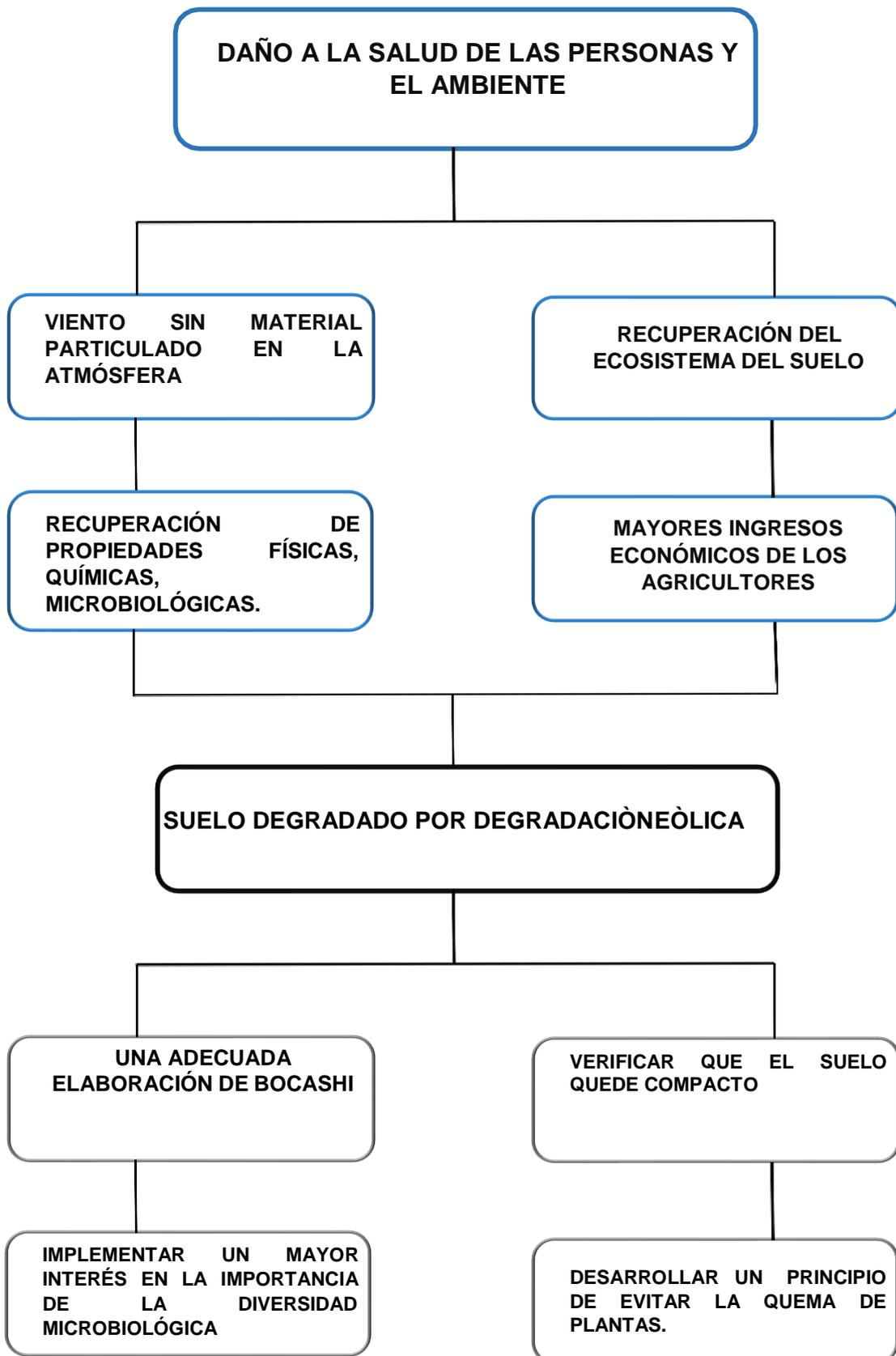


|   |  |  |   |                           |                               |                |
|---|--|--|---|---------------------------|-------------------------------|----------------|
|  | <b>NOMBRE: "EFECTO DE DIFERENTES DOSIS DE BOCASHI EN LA RECUPERACIÓN DE SUELOS POR DEGRADACIÓN FÍSICA EÓLICA, HUÁNUCO, 2022"</b> | <b>UBICACIÓN:</b><br>SECTOR 4 SAN LUIS | <b>CADISTA:</b> BENANCIO AMBROCIO SERGIUS VINCENT | <b>PLANO</b>              | <b>SISTEMA DE COORDENADAS</b> | <b>ESCALA</b>  |
|   |  | <b>DISTRITO:</b><br>HUÁNUCO            |   |                           | <b>PROYECCIÓN UTM</b>         | <b>1/10000</b> |
|   |  | <b>PROVINCIA:</b><br>HUÁNUCO           |   | <b>ZONA:</b> 18 SUR       | <b>FECHA</b>                  |                |
|   |  | <b>REGION:</b><br>HUÁNUCO              |   | <b>COORDENADAS UTM-84</b> | <b>5/11/2022</b>              |                |

### ANEXO 3. ARBOL DE CAUSA Y EFECTO



#### ANEXO 4. ARBOL DE MEDIOS Y FINES



**Tabla 11***Clasificación del suelo según Ph*

| pH       | Carácter              |
|----------|-----------------------|
| <4,5     | Extremadamente Acido  |
| 4,5-5,0  | Muy Fuertemente Acido |
| 5,0-5,5  | Fuertemente Acido     |
| 5,5-6,0  | Medianamente Acido    |
| 6,0-6,5  | Ligeramente Acido     |
| 6,5-7,3  | Neutro                |
| 7,3-7,8  | Medianamente Básico   |
| 7,8-8,4  | Básico                |
| 8,4-9,0  | Ligeramente Alcalino  |
| 9,0-10,0 | Alcalino              |
| >10,0    | Fuertemente Alcalino  |

Tabla 1 (DEPARTAMENTO AGRICOLA DE LAS NACIONES UNIDAS, 1996)

**Tabla 12***Clasificación del suelo según (MO)*

| Materia orgánica | Clase    |
|------------------|----------|
| <0,9             | Muy Bajo |
| 1,0-1,9          | Bajo     |
| 2,0-2,5          | Normal   |
| 2,6-3,5          | Alto     |
| >3,6             | Muy Alto |

Tabla 2 (RIOJA, 2007)

**Tabla 13***Niveles de potasio en el suelo (k)*

| Niveles de K al suelo (ppm) | interpretación |
|-----------------------------|----------------|
| mayor a 125                 | bajo           |
| 125-175                     | medio          |
| 175-250                     | óptimo         |
| 250-350                     | alto           |
| menor a 350                 | muy alto       |

Tabla 3 (Villar, 2016)

**Tabla 14***Ficha de muestreo de suelos*

| <b>DATOS GENERALES</b>                           |   |
|--|---|
| NOMBRE DEL SITIO EN ESTUDIO                      | Departamento:                             |
| Razón Social:                                    | Provincia:                                |
| Uso principal                                    | Dirección del Predio:                     |
| <b>DATOS DEL PUNTO DE MUESTREO:</b>              |   |
| Nombre del Punto de muestreo:                    | Operador:                                 |
| Coordenadas:                                     | Descripción de la superficie:             |
| Temperatura:                                     | Precipitación (si/no intensidad):         |
| Técnica de muestreo:                             | Instrumentos usados:                      |
| Profundidad final:                               | Napa freática:                            |
| Instalación de un pozo en el agujero:            | Relleno del agujero después del muestreo: |
| <b>DATOS DE LAS MUESTRAS</b>                     |   |
| Clave de muestra:                                |   |
| Fecha:   |   |
| Hora:  |   |
| Profundidad desde:                               |   |
| Profundidad hasta:                               |   |
| Características Organolépticas:                  |   |
| Color:   |   |
| Olor:  |   |
| Textura:   |   |
| Compactación/ Consistencia:                      |   |
| Humedad:   |   |
| Componentes antropogénicos:                      |   |
| Estimación de la fracción                        |   |
| Cantidad de la muestra:                          |   |
| Medidas de conservación:                         |   |
| Tipo de muestra:                                 |   |
| <b>PARA MUESTRAS SUPERFICIALES Y COMPUESTAS:</b> |   |
| Area del muestro:                                |   |
| Numero de sub – muestras:                        |   |

Tabla 4 (Ministerio del Ambiente, 2014)

## ANEXO 5. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

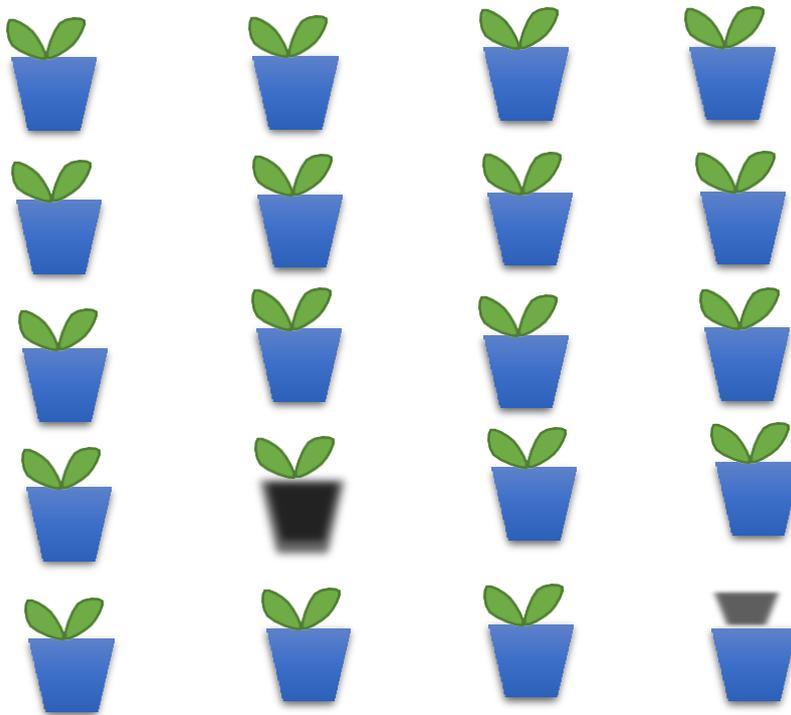
### A) PREPARACIÓN DEL BOCASHI

- Guano
- Tierra
- Afrecho O Cascarilla De Arroz
- Yogurt
- Ceniza O Carbón Vegetal
- Melaza



### B) SUELO DEGRADADO

75% BOCASHI 50% BOCASHI 25% BOCASHI



SUELO DEGRADADO 100 %

## ANEXO 6. RESULTADO DE LABORATORIO

### RESULTADO DE ANÁLISIS DEL BOCASHI



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

*Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología*

*Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 944407531*

*analisisdesuelosnas@hotmail.com*



## ANÁLISIS ESPECIAL

| SOLICITANTE:        |         |      |            | <b>BENANCIO AMBROSIO SERGIUS VINCENT</b> |                      |             |                      |             |                         |                                   |        |        |        |       |         |          |        |         |  |
|---------------------|---------|------|------------|--|----------------------|-------------|----------------------|-------------|-------------------------|-----------------------------------|--------|--------|--------|-------|---------|----------|--------|---------|--|
| DATOS DE LA MUESTRA |         |      |            | RESULTADOS EN BASE HUMEDA                |                      |             |                      |             | RESULTADOS EN BASE SECA |                                   |        |        |        |       |         |          |        |         |  |
| Código              | Tipo    | PH   | CE (uS/cm) | Humedad Hd (%)                           | Materia Organica (%) | Cenizas (%) | Materia Organica (%) | Cenizas (%) | N (%)                   | P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%) | Ca (%) | Mg (%) | Na (%) | K (%) | Zn ppm  | Fe ppm   | Cu ppm | Mn ppm  |  |
| E0903               | BOCASHI | 8.74 | 9990       | 25.36                                    | 15.18                | 59.46       | 20.33                | 79.67       | 0.95                    | 1.869                             | 0.422  | 0.059  | 0.110  | 0.158 | 132.530 | 6033.133 | 57.651 | 822.892 |  |

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 001-0658396

Tingo Maria 04 de octubre 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo Maria



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

## RESULTADO DE ANÁLISIS DEL SUELO LUEGO DE HABER APLICADO EL BOCASHI PARA LA RECUPERACIÓN



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA**

Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Agua y Ecotoxicología

# ANÁLISIS DE SUELOS



| SOLICITANTE: |                 |                | BENANCIO AMBROSIO SERGIUS VINCENT |         |      |                |      |       |      |      |            |        | PROCEDENCIA |                       |      | HUANUCO |       |      |      |      |            |           |         |
|--------------|-----------------|----------------|-----------------------------------|---------|------|----------------|------|-------|------|------|------------|--------|-------------|-----------------------|------|---------|-------|------|------|------|------------|-----------|---------|
| N°           | DATOS           |                | ANÁLISIS MECÁNICO                 |         |      |                | pH   | CE    | M.O. | N    | P          | K      | CIC         | CAMBIABLES Cmol(+)/kg |      |         |       |      |      | CICe | %          | %         | %       |
|              | CODIGO DEL LAB. | REFERENCIA     | Arena                             | Arcilla | Limo | Textura        | 1:1  | dS/m  | %    | %    | disponible |        |             | Ca                    | Mg   | K       | Na    | Al   | H    |      | Bas. Camb. | Ac. Camb. | Sat. Al |
|              |                 |                | %                                 | %       | %    |                |      |       |      |      | ppm        | ppm    |             |                       |      |         |       |      |      |      |            |           |         |
| 1            | S1656-1         | T1 - D1 - 25%  | 52                                | 20      | 28   | Franco Arenoso | 7.54 | 2.100 | 2.96 | 0.15 | 46.11      | 294.70 | 16.65       | 12.30                 | 1.67 | 2.409   | 0.266 | 0.00 | 0.00 | --   | 100        | 0         | 0       |
| 2            | S1656-2         | T1 - D2 - 25 % | 53                                | 20      | 27   | Franco Arenoso | 7.65 | 2.110 | 2.25 | 0.11 | 45.41      | 295.72 | 17.06       | 12.50                 | 1.69 | 2.599   | 0.273 | 0.00 | 0.00 | --   | 100        | 0         | 0       |
| 3            | S1656-3         | T1 - D3 - 25%  | 53                                | 20      | 28   | Franco Arenoso | 7.67 | 2.050 | 2.64 | 0.13 | 46.65      | 297.84 | 16.70       | 12.20                 | 1.71 | 2.512   | 0.278 | 0.00 | 0.00 | --   | 100        | 0         | 0       |
| 4            | S1656-4         | T2 - D1 - 50%  | 53                                | 20      | 27   | Franco Arenoso | 7.80 | 3.070 | 3.34 | 0.17 | 54.13      | 315.09 | 18.25       | 12.90                 | 1.74 | 3.205   | 0.402 | 0.00 | 0.00 | --   | 100        | 0         | 0       |
| 5            | S1656-5         | T2 - D2 - 50%  | 57                                | 18      | 25   | Franco Arenoso | 7.90 | 3.740 | 3.41 | 0.17 | 53.74      | 301.47 | 18.65       | 13.00                 | 1.75 | 3.345   | 0.563 | 0.00 | 0.00 | --   | 100        | 0         | 0       |
| 6            | S1656-6         | T2 - D3 - 50%  | 61                                | 16      | 23   | Franco Arenoso | 7.95 | 3.750 | 3.47 | 0.17 | 54.05      | 307.37 | 18.34       | 12.99                 | 1.75 | 3.219   | 0.390 | 0.00 | 0.00 | --   | 100        | 0         | 0       |
| 7            | S1656-7         | T3 - D1 - 75%  | 59                                | 16      | 25   | Franco Arenoso | 8.14 | 4.260 | 3.66 | 0.18 | 71.18      | 347.75 | 18.94       | 12.40                 | 1.97 | 3.637   | 0.931 | 0.00 | 0.00 | --   | 100        | 0         | 0       |
| 8            | S1656-8         | T3 - D2 - 75%  | 57                                | 18      | 25   | Franco Arenoso | 8.33 | 4.200 | 3.59 | 0.18 | 72.34      | 332.35 | 18.97       | 12.57                 | 1.85 | 3.730   | 0.811 | 0.00 | 0.00 | --   | 100        | 0         | 0       |
| 9            | S1656-9         | T3 - D3 - 75%  | 63                                | 16      | 21   | Franco Arenoso | 8.22 | 4.830 | 3.54 | 0.18 | 75.12      | 347.30 | 19.19       | 12.66                 | 1.83 | 3.763   | 0.943 | 0.00 | 0.00 | --   | 100        | 0         | 0       |

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

RECIBO N° 001-0658397

TINGO MARIA, 26 DE SETIEMBRE 2022



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA  
Tingo Maria

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



## RESULTADO DE ANÁLISIS DEL SUELO ANTES DE HABER APLICADO EL BOCASHI PARA LA RECUPERACIÓN



**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

**SOLICITANTE: BENANCIO AMBROSIO SERGIUS VINCENT**

| N° | CODIGO DEL LABORATORIO | DEPARTAMENTO | PROVINCIA | DISTRITO | SECTOR    | NOMBRE DE LA PARCELA | AREA (Has) | CULTIVO ANTERIOR | CULTIVO ACTUAL           | RENDIMIENTO (Kg/Ha) | PROFUNDIDAD DE MUESTREO (cm) | DENSIDAD DE SIEMBRA | COORDENADAS |          | ALTITUD (m.s.n.m.) |
|----|------------------------|--------------|-----------|----------|-----------|----------------------|------------|------------------|--------------------------|---------------------|------------------------------|---------------------|-------------|----------|--------------------|
|    |                        |              |           |          |           |                      |            |                  |                          |                     |                              |                     | LATITUD     | LONGITUD |                    |
| 1  | 50058                  | HUANUCO      | HUANUCO   | HUANUCO  | EL BOSQUE | EL TINGO             | 1          | PASTO AMERICANO  | SIN PRESENCIA DE SIEMBRA | --                  | --                           | --                  | --          | --       | --                 |

| N° | DATOS                  |                        | ANÁLISIS MECÁNICO |         |      | pH                     | M.O. | N    | P    | K    | CIC | CAMBIABLES Cmol(+)/kg |      |      |      |            |      | CICe | %    | %   | % |    |    |   |    |    |   |
|----|------------------------|------------------------|-------------------|---------|------|------------------------|------|------|------|------|-----|-----------------------|------|------|------|------------|------|------|------|-----|---|----|----|---|----|----|---|
|    | CODIGO DEL LABORATORIO | CODIGO DEL SOLICITANTE | Arena             | Arcilla | Limo |                        |      |      |      |      |     | Textura               | 1:1  | %    | %    | disponible |      |      |      |     |   | Ca | Mg | K | Na | Al | H |
|    |                        |                        | %                 | %       | %    |                        |      |      |      |      |     |                       |      |      |      | ppm        | ppm  |      |      |     |   |    |    |   |    |    |   |
| 1  | 50058                  | M1                     | 51                | 24      | 25   | Franco Arcillo Arenoso | 5.58 | 1.99 | 0.10 | 4.91 | 58  | 4.21                  | 3.54 | 0.51 | 0.09 | 0.07       | 0.00 | 0.00 | 4.21 | 100 | 0 | 0  |    |   |    |    |   |

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE  
 RECIBO 001-0641955  
 TINGO MARIA, 31 DE ENERO 2022

## ANEXO 7. PANEL FOTOGRÁFICO

### Fotografía 1

*Área donde se realizó la investigación*



### Fotografía 2

*Toma de muestras antes de la aplicación del bocashi en diferentes concentraciones*



**Fotografía 3**

*Preparación del bocashi*



**Fotografía 4**

*Preparado del bocashi*



**Fotografía 5**

*Seguimiento del estado de concentración del bocashi*



**Fotografía 6**

*Seguimiento del estado de concentración del bocashi*



**Fotografía 7**

*Cernido y peso de las muestras según dosis*



**Fotografía 8**

*Cernido y peso de las muestras según dosis*



**Fotografía 9**

*Envío de muestras al laboratorio*



**Fotografía 10**

*Análisis de muestra en laboratorio*

