

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

ESCUELA DE POSGRADO

PROGRAMA ACADÉMICO DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA, CON
MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE



TESIS

**"Efecto de un biofertilizante natural para mejorar la calidad del
suelo haciendo uso de un bioindicador, Huánuco 2025"**

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN
INGENIERÍA, CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL Y
DESARROLLO SOSTENIBLE

AUTOR: Lavado Berrospi, Sintia Abigail

ASESOR: Cámara Llanos, Frank Erick

HUÁNUCO – PERÚ

2026

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Contaminación Ambiental
AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geología

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Maestro en ingeniería, con mención en gestión ambiental y desarrollo sostenible

Código del Programa: P26

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72287860

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44287920

Grado/Título: Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria.

Código ORCID: 0000-0001-9180-7405

DATOS DE LOS JURADOS:

N°	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Jacha Rojas, Johnny Prudencio	Doctor en medio ambiente y desarrollo sostenible	40895876	0000-0001-7920-1304
2	Vásquez Baca, Yasser	Título oficial de master universitario en planificación territorial y gestión ambiental	42108318	0000-0002-7163-697x
3	Cajahuanca Torres, Raul	Maestro en gestión pública	22511841	0000-0002-5671-1907

D

H



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

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Escuela de Posgrado

ACTA DE SUSTENTACIÓN DEL GRADO DE MAESTRO EN INGENIERÍA

En la ciudad universitaria de la esperanza, siendo las 15:00 horas del día jueves 16 del mes de abril del año dos mil veintiséis, en el auditorio de la facultad de ingeniería, en cumplimiento a lo señalado en el reglamento de grados de maestría y doctorado de la Universidad de Huánuco, se reunió el jurado calificador integrado por los docentes:


- DR. JOHNNY PRUDENCIO JACHA ROJAS
- MG. YASSER VÁSQUEZ BACA
- MG. RAÚL CAJAHUNACA TORRES

Nombrados mediante RESOLUCIÓN Nº 163-2026-D-EPG-UDH; para evaluar la tesis intitulada "EFECTO DE UN BIOFERTILIZANTE NATURAL PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL SUELO HACIENDO USO DE UN BIOINDICADOR, HUÁNUCO 2025". Presentado por el Bach. LAVADO BERROSPI Sintia Abigail, para optar el grado académico de Maestro en Ingeniería con mención en Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible.

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

Habiéndose 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 APROBADO..... por UNANIMIDAD..... con calificativo cuantitativo de ..15..... y cualitativo de ..BUENO.....

Siendo las 16:25..... horas del día jueves 16 del mes de abril del año dos mil veintiséis, los miembros del jurado calificador firman la presente acta en señal de conformidad.


Presidente
Dr. Johnny Prudencio Jacha Rojas
Orcid id: 0000-0001-7920-1304
Dni: 40895876


Secretario
Mg. Yasser Vasquez Baca
Orcid id: 0000-0002-7136-697x
Dni: 42108318


Vocal
Dr. Raul Cajahuanca Torres
Orcid id: 0000-0002-5671-1907
Dni: 22511841



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO



CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: SINTIA ABIGAIL LAVADO BERROSPI, de la investigación titulada "Efecto de un biofertilizante natural para mejorar la calidad del suelo haciendo uso de un bioindicador, Huánuco 2025", con asesor(a) FRANK ÉRICK CÁMARA LLANOS, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 060-2024-D-EPG-UDH del P. A. de MAESTRÍA EN INGENIERÍA CON MENCIÓN EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 16 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

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

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

Huánuco, 18 de marzo de 2026



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

Jr. Hermilio Valdizán N° 871 - Jr. Progreso N° 650 - Teléfonos: (062) 511-113
Telefax: (062) 513-154
Huánuco - Perú

96. Lavado Berrospi, Sintia Abigail.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD



FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	10%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
3	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
4	agriculturawiki.com Fuente de Internet	<1%
5	cathi.uacj.mx Fuente de Internet	<1%



MANUEL E. ALIAGA VIDURIZAGA
D.N.I.: 71345687
cod. ORCID: 0009-0004-1375-5004

DEDICATORIA

Dedico mi investigación a la siguiente persona: A ti, quien, en los momentos más difíciles, nunca dejo de creer en la meta. Este logro es tuyo. A la única persona que nunca me abandonó: yo misma, por haber luchado cada paso hasta el final de esta meta.

AGRADECIMIENTO

A mi familia la misma que se encuentra conformado por mis padres, hermanos, amigos y mascota, que son parte de mi vida y de mis grandes recuerdos, a ellos agradezco gracias por llenar mi vida de alegría, risas y muchos recuerdos inolvidables.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN.....	XI
CAPÍTULO I.....	13
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	15
1.2.1. PROBLEMA GENERAL	15
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	15
1.3. OBJETIVO	15
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	15
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA	16
1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA.....	16
1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA.....	16
1.5. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	16
CAPÍTULO II.....	17
MARCO TEÓRICO	17
2.1. ANTECEDENTES.....	17
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	17
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	18
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	20
2.2. BASES TEORICAS	22
2.2.1. SUELO	22
2.2.2. CONTAMINACIÓN DEL SUELO	23
2.2.3. NORMATIVA PERUANA QUE REGULA LA CALIDAD DEL SUELO.....	25

2.2.4. ¿CÓMO SE PUEDE MEJORAR LA CALIDAD DEL SUELO?	25
2.2.5. ABONOS NATURALES	26
2.2.6. BIOFERTILIZANTE	26
2.2.7. BIOFERTILIZANTE	28
2.2.8. BIOINDICADORES AMBIENTALES	28
2.2.9. MAÍZ (ZEA MAYS)	29
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES	30
2.4. HIPOTESIS.....	31
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL.....	31
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS	31
2.5. VARIABLES.....	32
2.5.1. Variable independiente.....	32
2.5.2. Variable dependiente	32
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	33
CAPÍTULO III.....	35
MÉTODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	35
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	35
3.1.1. ENFOQUE.....	35
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	35
3.1.3. DISEÑO.....	35
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	37
3.2.1. POBLACIÓN	37
3.2.2. MUESTRA	37
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	37
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	37
3.3.2. ETAPA DE CAMPO	38
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	39
3.4.1. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN	39
3.4.2. TÉCNICAS DE PRESENTACIÓN DE DATOS	39
3.4.3. INTERPRETACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS.....	40
3.5. ÁMBITO GEOGRÁFICO TEMPORAL Y PERIODO DE LANVESTIGACIÓN.....	40
3.5.1. Ámbito Geográfico.....	40

3.5.2 PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN	40
CAPÍTULO IV.....	41
RESULTADOS	41
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS.....	41
4.1.1. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE SUELO Y DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DEL BIOINDICADOR.....	41
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS	51
CAPÍTULO V.....	55
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	55
5.1. DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE ESTUDIO DEL SUELO Y BIOINDICADOR (MAÍZ)	55
CONCLUSIONES	58
RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
ANEXOS	66

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables de la investigación titulada: efecto de un biofertilizante natural para mejorar la calidad del suelo haciendo uso de un bioindicador, huánuco 2025	33
Tabla 2 Diseño de la investigación según las dosis.....	36
Tabla 3 Número de muestras de suelo	37
Tabla 4 Actividades realizadas en la etapa de campo.....	38
Tabla 5 Ubicación política del lugar donde se realizará la investigación.....	40
Tabla 6 Resultado del análisis físico de las muestras de suelo según los puntos de muestreo	42
Tabla 7 Resultado del análisis químico (ph y m.o) del suelo de acuerdo a los puntos de muestreo	44
Tabla 8 Resultado de los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) del suelo de acuerdo a los puntos de muestreo	46
Tabla 9 Resultados promedios de los parámetros físicos del bioindicador (Maíz) de acuerdo a los puntos de muestreo	48
Tabla 10 Resultados de los niveles de macronutrientes del biofertilizante natural	50
Tabla 11 Prueba de normalidad de los parámetros de estudio	51
Tabla 12 ANOVA de los parámetros de estudio	52
Tabla 13 Prueba de Kruskal - Wallis de los parámetros de estudio.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diseño transversal de la investigación.....	36
Figura 2 Resultados del análisis físico de las muestras de suelo por punto de muestreo	43
Figura 3 Resultados del análisis químico (PH y M.O.) del suelo de acuerdo a los puntos de muestreo	45
Figura 4 Resultado de los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) del suelo de acuerdo a los puntos de muestreo	47
Figura 5 Resultados de los parámetros físicos del bioindicador (Maíz) de acuerdo a los puntos de muestreo	49
Figura 6 Resultados de los macronutrientes del biofertilizante natural	50

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo general: Demostrar el efecto de un biofertilizante natural para mejorar la calidad del suelo haciendo uso de un bioindicador, Huánuco 2025. La tesis fue experimental, prospectivo, longitudinal y analítico; con enfoque cuantitativo; y de alcance explicativo, con un diseño experimental. Por lo que la metodología consistió en lo siguiente: Ubicación de puntos de muestreo, instalación de las camas experimentales, obtención del biofertilizante y el bioindicador, recolección de muestras de suelo 1, análisis de muestra, siembra del bioindicador y aplicación de la primera dosis (quinto día de la siembra del maíz), monitoreo riego de las camas experimentales, aplicación de la segunda dosis (a los 20 días de la siembra), monitoreo riego de las camas experimentales, aplicación de la tercera dosis (a los 35 días de la siembra), recolección de los parámetros físicos del bioindicador, recolección de muestras 2 de suelo, traslado de muestras, resultados e interpretación. Las dosis establecidas fueron (D1: Dosis 1 – 5%; D2: Dosis 2 – 10 %; D3: Dosis 3 – 20%), el tiempo de la fase experimental fue de 50 días de iniciado la siembra del bioindicador (maíz). Los mejores resultados que se obtuvieron por dosis son los siguientes: 20 % de aplicación del biofertilizante: Para pH disminuyó 0.51 %; M.O., aumentó un 6.62 %; N aumentó en un 50 %; P aumentó un 116.44%; Ca aumentó un 51.36 %. Con la aplicación del 5% de aplicación de biofertilizante: Para K aumentó un 46.67 %; Mg aumentó un 49.23 %; parámetros del bioindicador con la aplicación del biofertilizante al 20% mostro para (altura 109.6, número de hojas 11.2, diámetro del tallo 5.5). Así mismo los valores de sig. del ANOVA fueron (0.000038, 0.000051, 0.004, 0.000, 0.004, 0.000006, 0.000, 0.000018) correspondientes a limo, P, K, ca, Mg, altura, número de hojas y diámetro del tallo. Siendo menores a 0.05, indica que existe diferencia significativa de los parámetros de estudio entre los puntos de muestreo, y se aceptan la hipótesis general y específicas alternas. Se concluye que el biofertilizante natural aplicado en distintas dosis mejora los niveles de macronutrientes del suelo, y el crecimiento del bioindicador (maíz).

Palabras clave: Suelo, Calidad del Suelo, Biofertilizante, Bioindicador, Parámetros, Macronutriente.

ABSTRACT

The general objective of the research was: Demonstrate the effect of a natural biofertilizer to improve soil quality using a bioindicator, Huánuco 2025. The thesis was experimental, prospective, longitudinal and analytical; with a quantitative approach; and explanatory scope, with an experimental design. Therefore, the methodology consisted of the following: Location of sampling points, installation of the experimental beds, obtaining the biofertilizer and the bioindicator, collection of soil samples 1, sample analysis, sowing of the bioindicator and application of the first dose (fifth day of corn sowing), irrigation monitoring of the experimental beds, application of the second dose (20 days after sowing), irrigation monitoring of the experimental beds, application of the third dose (35 days after sowing), collection of the physical parameters of the bioindicator, collection of soil samples 2, transfer of samples, results and interpretation. The established doses were (D1: Dose 1 – 5%; D2: Dose 2 – 10%; D3: Dose 3 – 20%), The time of the experimental phase was 50 days after the start of sowing of the bioindicator (corn). The best results obtained per dose are the following: 20% application of the biofertilizer: For pH it decreased 0.51%; M.O., increase 6.62%; N increase by 50%; P increased 116.44%; Ca increased 51.36%. With the application of 5% biofertilizer application: For K it increased by 46.67%; Mg increased by 49.23%; parameters of the bioindicator with the application of biofertilizer at 20% showed for (height 109.6, number of leaves 11.2, stem diameter 5.5). Likewise the values of sig. from the ANOVA were (0.000038, 0.000051, 0.004, 0.000, 0.004, 0.000006, 0.000, 0.000018) corresponding to silt, P, K, ca, Mg, height, number of leaves and stem diameter. Being less than 0.05, it indicates that there is a significant difference in the study parameters between the sampling points, and the general and alternative specific hypotheses are accepted. It is concluded that the natural biofertilizer applied in different doses improves the macronutrient levels of the soil, and the growth of the bioindicator (corn).

Keywords: Soil, Soil Quality, Biofertilizer, Bioindicator, Parameters, Macronutrient.

INTRODUCCIÓN

La investigación titulada efecto de un biofertilizante natural para mejorar la calidad del suelo haciendo uso de un bioindicador, Huánuco 2025. Abarca las siguientes problemáticas:

La problemática de la baja calidad del suelo es una amenaza global que deteriora las funciones vitales del suelo debido a la erosión (por agua y viento), la contaminación por actividades humanas (agricultura, industria, minería), el sobrepastoreo y la deforestación. Esta degradación reduce la seguridad alimentaria al disminuir la fertilidad y la capacidad de producción, afecta los ecosistemas, la disponibilidad de agua y puede exacerbar el cambio climático, impactando la biodiversidad y la economía mundial (Petro, 2023).

La problemática de los suelos degradados abarca la pérdida de fertilidad, la erosión, la desertificación, la disminución de la biodiversidad y la contaminación, lo que impacta negativamente la seguridad alimentaria, la calidad del agua y el cambio climático. Las causas incluyen prácticas agrícolas insostenibles como la deforestación y el sobrepastoreo, la urbanización y la gestión inadecuada de residuos (Petro, 2023).

La degradación de los suelos es uno de los principales problemas en la actualidad a nivel mundial, siendo a consecuencia de la actividad antrópica que disminuye la capacidad de que los suelos brinden sus servicios ecosistémicos, por lo que disminuye también la calidad del suelo (Novillo, 2019).

La alteración del suelo a causa del aumento de sustancias contaminantes (químicas y orgánicas) en la superficie terrestre, se le conoce como contaminación del suelo, conllevando al perjuicio de la salud pública y todo tipo de vida presente en el ecosistema terrestre (Juste, 2017).

En la última década a nivel mundial la degradación del suelo se aceleró, conllevando a la pérdida de la productividad, fertilidad del suelo, pérdida de los suministros de alimentos a nivel mundial, la pérdida de ecosistemas, siendo ocasionado principalmente por la actividad antrópica. Así mismo la construcción de infraestructuras, la pavimentación del suelo y su sellado de terrenos, son generados por la expansión urbana, conllevando a la pérdida de la fertilidad y con ello a su degradación (Kogut, 2023).

La contaminación del suelo en el departamento de Huánuco, se da mediante la agricultura por el uso de agroquímicos, por el crecimiento urbano que generan residuos sólidos y por la mala disposición final de los mismos realizándose en botaderos a cielo abierto, así mismo por los lixiviados que estos generan, además de las descargas de aguas residuales de todo tipo en el suelo. Entre otras actividades antropogénicas que día a día contaminan y degradan la calidad del suelo.

Ante tal problemática la biorremediación de los suelos, es una opción sustentable y ecológica donde se utilizan (bacterias, hongos, plantas) para la restauración de los ecosistemas terrestres.

Para el desarrollo de cultivos y el mejoramiento de la calidad del suelo los biofertilizantes son muy importantes. Ya que contribuyen con macro y micronutrientes al suelo que mejoran la calidad de estos y con ello contribuyen a un mayor crecimiento de las plantas (Probelte, 2019).

Terra agricultura sostenible (2023) refiere que el biofertilizante Terra, brinda los siguientes beneficios: Actúa como un suplemento combinado con fertilizantes convencionales y abonos orgánicos.

Por ello la problemática mencionada, también es la realidad del punto de muestreo 1, de donde se obtuvo la totalidad de las muestras de suelo necesaria para la investigación (las coordenadas de la misma véase en la tabla 5).

Por consiguiente, el estudio es importante ya que se evaluó el Efecto de un biofertilizante natural, en el mejoramiento de la calidad del suelo, donde se estudió los macronutrientes antes y después de la aplicación del biofertilizante natural al 5, 10 y 20 % de concentración. Así mismo se estudió el efecto de dichas dosis en el crecimiento de un bioindicador (Maíz). La investigación presento como objetivo general: Evaluar el efecto de un biofertilizante natural para mejorar la calidad del suelo haciendo uso de un bioindicador.

Los resultados refieren que el biofertilizante natural aplicado en distintas dosis mejora los niveles de macronutrientes del suelo, y el crecimiento del bioindicador (maíz).

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La degradación de los suelos es uno de los principales problemas en la actualidad a nivel mundial, siendo a consecuencia de la actividad antrópica que disminuyó la capacidad de que los suelos brinden sus servicios ecosistémicos, por lo que disminuyó también la calidad del suelo (Novillo, 2019).

La alteración del suelo a causa del aumento de sustancias contaminantes (químicas y orgánicas) en la superficie terrestre, se le conoce como contaminación del suelo, conllevando al perjuicio de la salud pública y todo tipo de vida presente en el ecosistema terrestre (Juste, 2017).

En la última década a nivel mundial la degradación del suelo se aceleró, conllevando a la pérdida de la productividad, fertilidad del suelo, pérdida de los suministros de alimentos a nivel mundial, la pérdida de ecosistemas, siendo ocasionado principalmente por la actividad antrópica. Así mismo la construcción de infraestructuras, la pavimentación del suelo y su sellado de terrenos, son generados por la expansión urbana, conllevando a la pérdida de la fertilidad y con ello a su degradación (Kogut, 2023).

La materia orgánica presente en el suelo genera estabilidad a nivel estructural. Por lo que la pérdida de la fertilidad, la erosión del suelo por causas naturales o antrópicas, son más probables y más críticas cuando el suelo contiene un porcentaje mínimo de materia orgánica. Así mismo la pérdida de materia orgánica es generada a causa de la degradación del suelo (Kogut, 2023).

Cuando se pierde la capa superficial del suelo, también se pierden los nutrientes presentes como el nitrógeno, fósforo y el potasio. Ya que la capa superficial contiene la mitad de dichos nutrientes, lo que se manifiesta en la disminución del crecimiento y producción de los cultivos. Esa problemática es habitual compensarlo con la adición de fertilizantes. Sin embargo, la degradación y erosión del suelo a un nivel crítico ya no puede revertirse ni compensarse con la adición de fertilizantes. Por que presentan un enraizado

poco profundo, una estructura superficial débil y/o una compactación excesiva del suelo (Kogut, 2023).

La degradación del suelo con el paso del tiempo genera la desertificación, ya que en dicho lugar se perdió los nutrientes y con ello la inexistencia de la vegetación. Por ello el cambio climático y sobre explotación de la tierra por la actividad antrópica aceleran y propagan la desertificación. También contribuye la erosión causada por el agua y el viento los mismos que eliminan la capa superficial del suelo fértil dejando con ello un suelo pobre de arena y polvo agravando el problema de degradación y desertificación del suelo (Kogut, 2023).

Las instalaciones y edificios industriales y poblacionales abandonados también generan contaminación ambiental. Por tanto, dichos terrenos quedan inservibles para las plantas, animales por mucho tiempo, además en todo ese tiempo generan contaminación a través de los elementos, incluso con residuos peligrosos (Juste, 2017).

Por lo referido se indica que la contaminación del suelo tiene efectos muy nocivos en la salud pública y en los ecosistemas. Los contaminantes pueden transferirse a través del agua, los alimentos y la exposición directa al suelo, lo que aumenta el riesgo de diversas enfermedades y trastornos (Esperanza, 2023).

La contaminación del suelo en el departamento de Huánuco, se da mediante la agricultura por el uso de agroquímicos, por el crecimiento urbano que generan residuos sólidos y por la mala disposición final de los mismos realizándose en botaderos a cielo abierto, así mismo por los lixiviados que estos generan, además de las descargas de aguas residuales de todo tipo en el suelo. Entre otras actividades antropogénicas que día a día contaminan y degradan la calidad del suelo.

Ante tal problemática la biorremediación de los suelos, es una opción sustentable y ecológica donde se utilizan (bacterias, hongos, plantas) para la restauración de los ecosistemas terrestres.

La aplicación de los biofertilizantes es extensa con distintos resultados importantes en suelos contaminados por la actividad minera y radioactividad (Esperanza, 2023).

Por tal motivo, se utilizó el Efecto de un biofertilizante natural para mejorar la calidad del suelo haciendo uso de un bioindicador, Huánuco 2025.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál será el efecto de un biofertilizante natural para mejorar la calidad del suelo haciendo uso de un bioindicador, Huánuco 2025?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál será la calidad del suelo antes y después de la aplicación del biofertilizante natural al 5%, 10% y 20 %?
- ¿Cuál será el efecto del biofertilizante natural al 5%, 10% y 20% en el crecimiento del bioindicador (maíz)?
- ¿Cuál serán el nivel de los macronutrientes del biofertilizante natural?

1.3. OBJETIVO

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Evaluar el efecto de un biofertilizante natural para mejorar la calidad del suelo haciendo uso de un bioindicador, Huánuco 2025.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros fisicoquímicos del suelo antes y después de la aplicación del biofertilizante natural al 5%, 10% y 20 %.
- Determinar el efecto del biofertilizante natural al 5%, 10% y 20% en el crecimiento de (hojas, tallo y diámetro del tallo) del bioindicador (maíz).
- Determinar el nivel de los macronutrientes del biofertilizante natural.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

La investigación planteo un diseño experimental, de tipo experimental verdadero o puro, ya que se contó con un grupo de control. Por tanto, el desarrollo de la investigación brindo data sobre el efecto del biofertilizante orgánico en la calidad del suelo, la misma que se midió y evidencio con el análisis de los parámetros fisicoquímicos. Así mismo se evaluó el crecimiento del bioindicador (maíz). Todo eso beneficia a las próximas investigaciones.

1.4.2. JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

La investigación fue necesaria porque abarco la problemática de la degradación del suelo, en todos sus tipos por tanto se vio la necesidad de buscar alternativas ecológicas que contribuyan a la mejora de la calidad del suelo a nivel local, con el uso del biofertilizante orgánico.

1.4.3. JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La fase experimental consto de la aplicación de dosis al 5%, 10% y 20% del biofertilizante natural así mismo se contó con un grupo control donde no se aplicó el biofertilizante (véase figura 1, tabla 2 y 3). Por lo que se buscó evaluar el efecto del biofertilizante en la mejora del suelo y en el crecimiento de un bioindicador (maíz). Por tanto, la metodología de la investigación es de fácil entendimiento y replicabilidad.

1.5. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

- Disponibilidad de antecedentes: Se contó con antecedentes (internacionales, nacionales y locales) con cuales se realizó la discusión de resultados obtenidos.
- Recursos humanos: Se contó con la asesoría de especialistas, y con el apoyo de asistentes para el trabajo de campo.
- Recursos económicos: Se pudo auto financiar la investigación.
- Disponibilidad técnica: Se tubo la experiencia necesaria para el desarrollo de la investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES

2.1.1. ANTECEDENTE INTERNACIONAL

Cardona et al. (2021) en su investigación intitulada Efecto de diferentes tipos de fertilizantes en el crecimiento del maíz Criollo, Capachi morado, en Antioquia. La misma tuvo por **objetivo**: Evaluación del crecimiento del maíz Capachi morado aplicando distintos fertilizantes. **Metodología**: Conto con un diseño al azar, realizando varias repeticiones por tratamiento, las aplicaciones de los fertilizantes se realizaron a los 14, 29 días y 43 días después de la siembra. La recolección de datos se realizo a los 58 días. **Resultados**: Para la altura de la planta dieron los mejores resultados el T4 (Triple 15, logrando 58.33 cm a las 6 semanas) y T5 (Triple 15 más micorrizas, logrando 56.20 cm); en cuanto a la longitud de las raíces T4 logro 50,20 cm; T5 49.00 cm esto a las 5 semanas; diámetro de la copa T4 91.00 cm y T5 94.88 cm a las 6 semanas. **Conclusión**: Los fertilizantes aplicados en dosis indicadas mejoran el crecimiento del maíz Capachi morado.

Vílches (2022) en su investigación titulada Evaluación de dosis de fertilización convencional y biofertilizantes en el cultivo de maíz (*Zea mays L.*), Managua. La misma tuvo por **objetivo**: Evaluación de distintas dosis de biofertilizantes en un cultivo de maíz. **Metodología**: Su tipo fue experimental, con diseño al azar. Se realizo 3 repeticiones de acuerdo a la necesidad de la investigación, donde de la planta se evaluó su diámetro, numero de hojas y su altura, por tanto, el experimento se realizó por 56 días las dosis por fertilizantes fueron 50, 100 y 150 ml para bombas de 20 litros. Los fertilizantes MEB (Microorganismo eficientes benéficos); HP (Hidrolizado de pescado) y CON (convencional). La aplicación se realizó de manera foliar desde los 14 días hasta los 70 días después iniciado con la fase experimental. **Resultados**: Los mejores datos presento el tratamiento MEB con la dosis de 150 ml, siendo 97.58

cm para altura de planta a los 42 días; para diámetro del tallo 19.41 mm y número de hojas 11.58. **Conclusión:** El uso de biofertilizantes mostro mejores resultados para la planta en cuanto a la altura, diámetro y numero de hojas esto con la siguiente dosis (150 ml para bombas de 20 litros).

Cerón (2019) en su investigación Efecto de tres fertilizantes orgánicos líquidos sobre el crecimiento y rendimiento de maíz en el trópico húmedo de México. La misma tuvo por **objetivo:** Evaluar los efectos de fertilizantes orgánicos líquidos en el rendimiento y crecimiento del maíz. **Metodología:** El tipo fue experimental, de diseño completamente al azar con cinco repeticiones, los fertilizantes se utilizaron 10, 20 y 30 %. Las mismas que se aplicaron 4 veces a los 20, 35, 50 y 65 días después de la siembra del maíz, en el tratamiento testigo se aplicó solamente agua. La fase experimental se realizó en un lapso de 83 días después de la siembra. En cuanto al suelo fue de tipo agrícola. **Resultados:** Del FOL (biol de estiércol de bovino – B20) al 20 % fueron los siguientes: diámetro del tallo 2.1 cm, altura de la planta 2.06 m y número de hojas 12. **Conclusión:** Los resultados en las variables de altura de la planta y diámetro del tallo fueron estadísticamente similares ($P < 0.05$).

2.1.2. ANTECEDENTE NACIONAL

Cruzado, A., y León, L. (2021) en su tesis titulada Aplicación de humus de Eisenia Foetida en la remediación de suelos contaminados por hidrocarburos, usando Zea mays como indicador. La misma tuvo por **objetivo:** Evaluación del humus para remediar el suelo contaminado con hidrocarburos utilizando maíz como indicador. **Metodología:** La investigación fue de tipo aplicada con diseño experimental, por tanto, se realizo el experimento en un suelo contaminado y en un suelo agrícola, se conto con 3 repeticiones por tratamiento para ello se estableció utilizar (2.5 kg, 5 kg y 7.5 kg de humus) en un periodo de 30 días. El porcentaje de hidrocarburo fue hallado mediante análisis de laboratorio, por otro lado, se evaluó el crecimiento de la planta de maíz para lo cual se realizó el Anova y la prueba de Duncan. **Resultados:** El efecto del humus en un

suelo contaminado con hidrocarburos mostro una diferencia estadística significativa disminuyendo la presencia de dichos hidrocarburos siendo para T2 (5 kg) TPH inicial % 3.06 y final de 2.26 %, por lo que mostro una eficiencia de 26.143 %, en cuanto al crecimiento de las plantas de maíz presentó mejores resultados en promedio como una altura de 67.26 cm, 7.8 hojas, 37.66 cm de longitud de raíz y 38.83 gr de peso de planta. **Conclusión:** En 30 días el suelo contaminado con hidrocarburos mostro resultados favorables al disminuir de 3.06% a 2.06% de TPH (Hidrocarburos Totales de Petróleo) y logro resultados favorables en cuanto al crecimiento del maíz. Todo ello aplicando el humus de lombriz en distintas dosis.

Cuadra, E y Veneros, R. (2019) en su tesis titulada Efecto de la solución nutritiva la molina en el crecimiento y productividad de maíz. La misma tuvo por **objetivo:** Determinación de la eficiencia de la goma de tara y del sulfato de aluminio para mejorar la calidad del agua y mejorar el crecimiento del maíz. **Metodología:** La investigación fue aplicada de tipo experimental, por lo que se usó el material biológico, en un diseño al azar. Las concentraciones de T1 (0%) T2 (2%) y T3 (3.5 %). Por lo que se realizó la prueba de Tuckey, y el Anova a los datos obtenidos. Cabe indicar que no detallo los días de experimentación y la regularidad de aplicación de la solución nutritiva. **Resultados:** Los mejores datos presento el T3 siendo para longitud de tallo 1.65 m, diámetro de 29.96 mm. **Conclusión:** El T3 fue el que mostros mejores resultados en el crecimiento del maíz.

Moreno, W., y Nolazco, H. (2020) en su tesis titulada Sistema inteligente de riego con energía renovable en el control de agua y crecimiento del maíz. La misma tuvo por **objetivo:** Determinación de la influencia de un sistema inteligente de riego en el control del agua y en el crecimiento del maíz. **Metodología:** El tipo fue cuasi experimental por lo que se conto con un grupo de control. Los tratamientos contaron con 56 Plantas de maíz cada una los cuales fueron evaluadas en su totalidad, además se midió el volumen de consumo de agua, para analizar los resultados se utilizo el software XLSTAT y la prueba Z. **Resultados:** Se logro mejorar en un 9.6% el crecimiento del maíz a comparación con un

riego en surco, por tanto, alcanzo 14 cm de altura las plantas de maíz en 14 días con riego inteligente, además se pudo controlar mejor agua en un 75.6%. **Conclusión:** El sistema inteligente de riego brindo mejores resultados en el crecimiento de las plantas así mismo en el control del agua por que se utilizo menor volumen de este último.

2.1.3. ANTECEDENTE LOCAL

Cervantes (2022) en su tesis Efecto del biochar de molle en la recuperación de suelos degradados, usando como indicador el maíz. La misma tuvo por **objetivo:** Evaluación del efecto del biochar de molle en la recuperación de un suelo degradado, usando maíz como indicador. **Metodología:** El tipo de investigación fue experimental. Por lo que se estableció 5 repeticiones por grupo operacional, donde se utilizó dosis al 5, 15 y 30 porciento de biochar de molle, después de 15 días de planto maíz pre germinadas y la etapa de evolución se elevó a 60 días. **Resultados:** En cuanto a los mejores resultados por parámetro y por % de biochar fueron los siguientes: 5% de biochar para pH paso de 4.28 a 6.31; en M.O., al 15 % cambio de 0.35 a 2.49 %; N al 15% paso de 0.02 a 0.12 %; P al 15% paso de 5.08 a 17.22 %; K al 15% paso de 92.92 a 389.31%, CIC al 15% de 0.00 a 8.16. Así mismo para el tamaño de planta el grupo con la aplicación del 15 % mostros mejores resultados. **Conclusión:** Los efectos del biochar de molle fueron positivos para los suelos degradados, donde aporto la estabilización del pH, materia orgánica y favoreció el crecimiento de las plantas de maíz.

Gonzáles (2022) en su investigación titulada Efecto alelopático del eucalipto sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas, de un tipo de frijol y de maíz, en condiciones de vivero. La misma tuvo por **objetivo:** Análisis del efecto del extracto de hojas y de la corteza de raíz del eucalipto, en el crecimiento de las plantas de frijoles. **Metodología:** El tipo de investigación fue experimental, para lo cual se estableció cuatro repeticiones por tratamiento, para el análisis estadístico se utilizo en ANOVA y la prueba de Duncan. **Resultados:** El eucalipto genero efecto alelopático en la germinación y el desarrollo de las plantas de maíz y frejol. Por lo que manifestó un retardo en la germinación y

crecimiento de la planta. Así mismo al usar el tratamiento con código V2T2D2 (Variedad 2 – maíz, Tratamiento 2 – con hojas secas, D2 - dosis 2 100 ml). Se obtuvo a los 30 días de sembrado 30 cm del tamaño del tallo de la planta del maíz. Cabe indicar que no se detalló la frecuencia ni aclaro la cantidad de dosis que aplico en toda la fase experimental. **Conclusión:** Los extractos de las raíces de eucalipto y de hojas han generado efectos alelopáticos en la germinación y crecimiento del maíz y frijol, que conllevo a que presenten tallos deformes, achaparramiento y hojas cloróticas.

Santiago (2019) en su investigación titulada Influencia de los cultivos de maíz y leguminosas en la calidad del suelo. La misma tuvo por **objetivo:** Constatar la influencia del maíz y frijol en la calidad del suelo. **Metodología:** La investigación fue de tipo aplicativo con proceso y diseño experimentales, el muestreo fue no probabilístico. Ya que de cada terreno de ½ has por tipo de cultivo (maíz y frijol) se obtuvieron cinco muestras antes de la siembra y después de la cosecha de dichos cultivos. Las muestras de suelos fueron analizadas en el laboratorio de la UNAS. **Resultados:** Los resultados después de la siembra de maíz en la parcela fueron para: pH de 7.17 a 7.02; Pb de 4.97 a 4.82; N de 0.12 a 0.12; P de 7.48 a 7.60; K de 85.42 a 89.94; Ca 7.28 a 7.72; Mg de 4.45 a 4.86; Na de 0.27 a 0.33; CIC de 12.09 a 13.02; M.O. de 2.38 a 2.40. El muestreo 2 se realizó pasado los 30 días de sembrado el maíz. **Conclusión:** La siembra de cultivo de maíz y frijol no influyeron en la calidad química ni física del suelo, en cuanto al nivel biológico influyo negativamente por lo el uso de agroquímicos en los cultivos, lo que generaron la muerte de distintas especies.

2.2. BASES TEORICAS

2.2.1. SUELO

Material compuesto por materia orgánica, organismos, aire, agua y partículas inorgánicas, que se encuentra comprendido desde la superficie de terrestres a los niveles profundos del mismo (MINAM, 2017).

2.2.1.1. TIPOS DE SUELO

MINAM (2017) refiere los siguientes tipos de suelo:

- **Suelo agrícola:** Suelo con potencial para la ganadería y para cultivos siendo destinado para su uso por el potencial que presentan.
- **Suelo residencial/parques:** Suelo destinado a la ocupación poblacional como para la construcción de su vivienda, áreas verdes, y recreacionales.
- **Suelo comercial:** Suelo destinado a la actividad de servicios y comercial.
- **Suelo industrial/extractivo:** Suelo destinada para la actividad extractiva (hidrocarburos, minera, otros similares) así como a la construcción, elaboración y transformación de bienes.

2.2.1.2. CALIDAD DEL SUELO

MINAM (2014). Es la capacidad natural del suelo de satisfacer las funciones agronómicas, ecológicas, culturales, económicas, recreacionales y arqueológicas. Por lo que es el estado del suelo con características químicas, físicas y biológicas, optimas que sustentan un potencial ecosistémico natural y antrópico.

2.2.1.3. LA FERTILIDAD DEL SUELO

Es la capacidad del suelo en contribuir nutrientes necesarios para el desarrollo de la vegetación, por tanto, los suelos fértiles presentan niveles óptimos de macro y micronutrientes. Así mismo un pH de 6.2 a 6.8 en el suelo es optimo ya que contribuye a que

las plantas absorban los nutrientes del suelo siendo ello un factor importante para la fertilidad del suelo. Por lo tanto, un suelo infértil no presenta nutrientes necesarios para el crecimiento de los cultivos (Introducción a Los Suelos: La Calidad de Los Suelos, 2023).

2.2.1.4. SUELO CONTAMINADO

Suelos afectados químicamente por las actividades humanas, por tanto, fueron alteradas negativamente con sustancia contaminantes (MINAM, 2014).

2.2.2. CONTAMINACIÓN DEL SUELO

Es el proceso de alteración del suelo, donde se lleva a cabo la alteración negativa del suelo mediante la liberación y acumulación de distintos contaminantes realizada principalmente por la actividad humana, comprometiendo con ello la salud pública y los ecosistemas (FAO y PNUMA., 2022).

2.2.2.1. DEGRADACIÓN DEL SUELO

La degradación de los suelos es uno de los principales problemas en la actualidad a nivel mundial, siendo a consecuencia de la actividad antrópica que disminuye la capacidad de que los suelos brinden sus servicios ecosistémicos, por lo que disminuye también la calidad del suelo (Novillo, 2019).

2.2.2.2. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN LOS ECOSISTEMAS

Los organismos presentes en el suelo, se ven afectados por la acumulación de contaminantes tóxicos en el suelo lo que conlleva a su desaparición y pérdida de ecosistemas por la contaminación del suelo. Los contaminantes presentes en el suelo pueden ser arrastrados y transportados por acción eólica o hídrica contaminando a su vez los demás componentes ambientales (FAO y PNUMA., 2022).

2.2.2.3. EFECTOS DE LA CONTAMINACIÓN DEL SUELO EN LA SALUD HUMANA

Esperanza (2023) refiere lo siguiente:

La contaminación del suelo tiene efectos muy nocivos en la salud pública, la biodiversidad y la calidad del agua. Los contaminantes pueden transferirse a través del agua, los alimentos y la exposición directa al suelo, lo que aumenta el riesgo de diversas enfermedades y trastornos.

Además, los nutrientes esenciales para plantas y animales pueden ser agotados, lo que afecta la calidad del alimento y los ecosistemas circundantes. La contaminación del suelo puede tener graves consecuencias en la cadena alimentaria. Los contaminantes pueden ser absorbidos por las plantas y, a su vez, ser transferidos a través de la alimentación de los animales y los humanos.

Esto puede provocar la contaminación de los alimentos que se consumen, lo que conlleva diversos efectos negativos en la salud humana que pueden provocar diversas enfermedades, como cáncer, enfermedades neurológicas y trastornos hormonales.

a) Mortalidad excesiva en la población: La exposición a largos periodos a contaminantes del suelo a través de los alimentos puede aumentar la mortalidad en la población.

- Los efectos pueden ser tanto a corto como a largo plazo, como la disminución de la duración de la vida de las personas.
- Es importante tomar medidas para prevenir la contaminación del suelo a través de prácticas agrícolas sostenibles, la gestión adecuada de residuos y la promoción de una agricultura ecológica.
- Estas medidas pueden disminuir los efectos negativos de la contaminación del suelo en la cadena alimentaria, lo que puede mejorar la seguridad alimentaria y la salud humana.

2.2.3. NORMATIVA PERUANA QUE REGULA LA CALIDAD DEL SUELO

- **D.S. N° 011-2017-MINAM:** Aprueban el Estándar de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo dicha normativa se presenta en el Véase anexo 13.

2.2.4. ¿CÓMO SE PUEDE MEJORAR LA CALIDAD DEL SUELO?

a) Técnicas para mejorar la calidad del suelo: Puig (2023) Se pueden usar distintas técnicas para mejorar la calidad del suelo siendo algunas de estas las siguientes:

- **Agricultura de conservación:** La agricultura de conservación utiliza técnicas como rotación de cultivos, siembra directa, cobertura vegetal para reducir la erosión y mejorar la calidad del suelo.
- **Agroforestería:** Es la combinación de la producción de árboles y cultivos en un mismo terreno. La agroforestería puede mejorar la calidad del suelo, reducir la erosión y mejorar la biodiversidad.
- **Fertilización orgánica:** Es la adición de humus, compost, abono verde y estiércol conocidos como abono orgánico que ayuden a mejorar la calidad del suelo y el desarrollo óptimo de cultivos por los que son sustitutos de fertilizantes químicos.

b) Beneficios de la recuperación de suelos degradados:

- Mejora las características del suelo (mejora su fertilidad y calidad).
- Aumentó de productividad de los cultivos.
- Reduce la erosión.
- Reduce la contaminación.
- Conlleva a mejorar la calidad del agua.

c) Riesgos de no recuperar los suelos degradados:

- Pérdida de la capacidad de producción de alimentos.
- Aumenta la erosión.
- Aumenta de la contaminación.
- Pérdida de la biodiversidad.
- Pérdida de la calidad del agua.

2.2.5. ABONOS NATURALES

Producto natural útil para mejorar la calidad del suelo, por lo tanto, es un producto que se obtuvo al de componer residuos orgánicos (Román, et al., 2013).

2.2.5.1. IMPORTANCIA DE LOS ABONOS ORGÁNICOS

Los suelos a largo plazo pierden nutrientes y mediante la aplicación de abonos orgánicos, se mejoran las condiciones (físicas, químicas y biológicas) y con ello la calidad del suelo (Fonag, 2010) citado por Delgado (2018).

2.2.6. BIOFERTILIZANTE

Producto elaborado con microorganismo (bacterias y hongos), que benefician al suelo y las plantas (Probelte, 2019).

2.2.6.1. LOS BIOFERTILIZANTES EN EL SUELO Y LOS CULTIVOS

El biofertilizante es beneficioso para el desarrollo y crecimiento de las plantas ya que los microorganismos presentes se adhieren en las raíces, posibilitando la absorción de los nutrientes del suelo y por lo tanto contribuyen también al mantenimiento de la fertilidad del suelo ya que se produce una simbiosis entre los microorganismos del suelo y el de los biofertilizantes (Probelte, 2019).

2.2.6.2. LOS BIOFERTILIZANTES EN LAS PLANTAS

Los biofertilizantes con el tiempo incrementan la producción en los cultivos y contribuye al sistema inmune de las plantas. Ya que facilitan a las plantas la absorción de los macro y micronutrientes presentes en el suelo y los mantiene alejados de los patógenos que del suelo (Probelte, 2019).

2.2.6.3. ALGUNOS TIPOS DE BIOFERTILIZANTES

Probelte (2019) Destaca los más usadas:

- Las micorrizas son bioestimulantes, que contribuyen beneficiosamente al desarrollo de las plantas. Por lo que es un microorganismo conocido como biofertilizante de acción directa ya que se adhieren a los tejidos vegetales.
- Los biofertilizantes indirectos contribuyen fijar nutrientes a los suelos, luego que estas estén disponibles para las plantas, principalmente son el género Bacillus.

2.2.6.4. VENTAJAS DE LOS BIOFERTILIZANTES

Probelte (2019) refiere las siguientes ventajas:

- Mejoramiento de la estructura del suelo.
- Contribuyen a captar nutrientes.
- Mejora el crecimiento de los cultivos.
- Bajo costo.
- Minimiza el uso de agroquímicos.
- Contribuye al cuidado del medio ambiente.

2.2.6.5. ELABORACIÓN DEL BIOFERTILIZANTE

Bizzozero (2006) indica lo siguiente:

- a) Aerobio:** Es cuando la mezcla se revuelve a diario durante todo el proceso de elaboración, ya que dicha mezcla es clave para la fermentación, el recipiente debe evitar que el agua de lluvia ingrese a si como la proliferación de las moscas. Las herramientas y manejos para el ingreso del aire son:
- Bastón o palo para revolver.
 - Tela, arpillera o de algodón donde se pondrá el insumo principal. Y otra tela para cubrir el bidón.
- b) Anaerobio:** Es la preparación en ausencia de aire, sin que tenga contacto o que ingrese el aire, por tanto, se realiza en un biodigestor tapado herméticamente y solo tener una salida para los gases que se producen como el metano (CH₃), CO₂ y sulfurosos. Estos gases viajan por una manguera hasta el

recipiente con agua donde se desprenden mediante burbujas y posterior se liberan al ambiente.

c) Insumos y materiales: Para ambos procesos son los mismo de acuerdo al tipo de biofertilizante que se quiera preparar. En cuanto a las condiciones para cualquier tipo de proceso es necesario realizarse en un lugar aislada de la luz solar y lluvia.

Generalmente su preparación tarde de 30 a 45 días en climas cálidos y de acuerdo al tipo de biofertilizante a preparar.

d) Conservación: Se deberá conservar el biofertilizante fuere del alcance de la luz solar, por lo que deberá ser en un lugar fresco y deberá contenerse en un recipiente con cierre hermético. Antes de su uso usarlo deberá ser agitado.

e) Uso: Sacar el biofertilizante en recipientes, mezclar con agua de acuerdo a la dosis recomendada.

2.2.7. BIOFERTILIZANTE

Terra agricultura sostenible (2023) refiere los siguientes beneficios:

- Mejora las capacidades de producción en los cultivos.
- En combinación con otros abonos orgánicos y fertilizantes convencionales funciona como suplemento.
- Contiene fitohormonas que contribuyen al crecimiento de los tallos, hojas y de la raíz, por lo que favorecen la productividad de los cultivos, así como mejora la resistencia a plagas (no afecta la polinización) y enfermedades.

a) Composición química del biofertilizante: Estos datos se presentarán en el informe final, ya que se considerará el análisis químico del producto en la fase de ejecución.

2.2.8. BIOINDICADORES AMBIENTALES

Organismos vivos, que, por sus características ecológicas, cuentan con una sensibilidad elevada ante la presencia de contaminantes. Por lo que reaccionan a la acumulación de contaminantes en el medio ambientes antes de otros indicadores abióticos o artificiales (Roldán, 2020).

2.2.8.1. BIOINDICADOR DEL SUELO

Organismo vivo o parte de ello, o una comunidad que son evaluados para determinar la calidad del suelo o de algún componente ambiental. Ya que estos bioindicadores son altamente sensibles a acumulación de contaminantes en el medio ambiente. por lo que los principales bioindicadores son el nitrógeno mineralizable, biomasa microbiana, microflora, microfauna, diversidades de las plantas y su desarrollo de las mismas, entre otros (Alkorta et al., 2003). Citado por Garbísu et. al. (2007).

a) Plantas bioindicadoras: Son en su mayoría malezas que crecen de manera natural o que fueron introducidas por el hombre en los sustratos de bosque, suelos agrícolas, suelos industriales o urbanizados. Estas plantas brindan información de las características (calidad) del suelo (Argueta, 2022).

b) Las especies bioindicadoras: Son las especies que son usadas por sus características como su (distribución, perturbaciones ambientales, dispersión, abundancia, éxito reproductivo, entre otras) en condiciones ambientales de interés, que resulten inconvenientes, costosas y difíciles de evaluar directamente, por lo que no cualquier especie es un bioindicador potencial (Argueta, 2022).

c) Las plantas como indicadores: Cada especie de planta tiene sus propias limitaciones ya sea fisiológicas, morfológicas y reproductivas, que determinan la respuesta de adaptabilidad en su entorno. Por lo que estas pueden indicar las condiciones del suelo como (fertilidad, pH, textura, salinidad y otros parámetros) también son indicadores de la presencia de agua y las condiciones climáticas (Argueta, 2022).

2.2.9. MAÍZ (*Zea mays*)

Equipo editorial, Etecé. (2018) refiere:

La gramínea americana con tallos largos y macizos que producen espigas y mazorcas se le conoce como maíz.

a) Historia: Es de origen americano. Fue cultivado por primera vez hace diez mil años en los pueblos de Tehuacán (México).

- Siendo esparcido hace 2.500 años por todo el continente americano, siendo por ello considerado como el alimento clave de culturas precolombinas, siendo comercializado por sus excedentes y variedades posterior a la llegada de los conquistadores el maíz alcanzo Europa y a otras regiones del mundo ya que es muy adaptativa a distintos climas.

b) Taxonomía:

- Reino: Plantae.
- Clase: Angiosperma.
- Familia: Poaceae.
- Género: Zea.
- Especie: *Zea mays*.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Suelo:** Material compuesto por materia orgánica, organismos, aire, agua y partículas inorgánicas, que se encuentra comprendido desde la superficie de terrestres a los niveles profundos del mismo (MINAM, 2017).
- **Suelo residencial/parques:** Suelo destinado a la ocupación poblacional como para la construcción de su vivienda, áreas verdes, y recreacionales (MINAM, 2017).
- **Calidad del suelo:** Es la capacidad natural del suelo de satisfacer las funciones agronómicas, ecológicas, culturales, económicas, recreacionales y arqueológicas. Por lo que es el estado del suelo con características químicas, físicas y biológicas, optimas que sustentan un potencial ecosistémico natural y antrópico (MINAM, 2014).
- **Biofertilizante:** Producto elaborado con microorganismo (bacterias y hongos), que benefician al suelo y las plantas (Probelte, 2019).
- **Bioindicador:** Organismos vivos, que, por sus características ecológicas, cuentan con una sensibilidad elevada ante la presencia de contaminantes. Por lo que reaccionan a la acumulación de contaminantes en el medio ambientes antes de otros indicadores abióticos o artificiales (Roldán, 2020).

- **Bioindicador del suelo:** Organismo vivo o parte de ello, o una comunidad que son evaluados para determinar la calidad del suelo o de algún componente ambiental. Ya que estos bioindicadores son altamente sensibles a acumulación de contaminantes en el medio ambiente. Por lo que los principales bioindicadores son el nitrógeno mineralizable, biomasa microbiana, microflora, microfauna, diversidades de las plantas y su desarrollo de las mismas, entre otros (Alkorta et al., 2003). Citado por Garbísu et. al. (2007).
- **Muestra simple:** Muestras recolectadas en un lugar y tiempo determinado particular, representando puntualmente las condiciones de una población muestreada en el tiempo que fue recolectado (MINAM, 2014).
- **Estándar de Calidad Ambiental (ECA):** Instrumento de gestión ambiental, establecido para determinar la calidad del ambiente, ya que define los niveles de concentración de elementos que no representan riesgo para la salud ni el medio ambiente (MINAM, 2014).
- **Macronutrientes:** Nutrientes necesarios para las plantas como el P, K, N, Mg y Ca (PROAIN Tecnología, 2020).
- **Parámetro:** Elementos químicos del suelo que define su calidad (MINAM, 2014).

2.4. HIPOTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Ha: La aplicación del biofertilizante natural mejora la calidad del suelo, Huánuco 2025.

Ho: La aplicación del biofertilizante natural no mejora la calidad del suelo, Huánuco 2025.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECIFICAS

• **HE1:** Los parámetros fisicoquímicos del suelo mejoran después de la aplicación del biofertilizante natural al 5%, 10% y 20 %.

• **HE01:** Los parámetros fisicoquímicos del suelo no mejoran después de la aplicación del biofertilizante natural al al 5%, 10% y 20 %.

- **HE2:** La aplicación del biofertilizante natural al 5%, 10% y 20% mejora el crecimiento de (hojas, tallo y diámetro del tallo) del bioindicador.
- **HE02:** La aplicación del biofertilizante natural al 5%, 10% y 20% no mejora el crecimiento de (hojas, tallo y diámetro del tallo) del bioindicador.
- **HE3:** El biofertilizante natural presenta distintos niveles de macronutrientes.
- **HE03:** El biofertilizante natural no presenta distintos niveles de macronutrientes.

2.5. VARIABLES

2.5.1. Variable independiente

- Biofertilizante Natural.

2.5.2. Variable dependiente

- Calidad del suelo y bioindicador.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 1

Operacionalización de variables de la investigación titulada: Efecto de un biofertilizante natural para mejorar la calidad del suelo haciendo uso de un bioindicador, Huánuco 2025

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida	Instrumentos
Variable independiente : • Biofertilizante Natural	<ul style="list-style-type: none"> • Biofertilizante natural: Se trata de un producto elaborado a partir de microorganismos beneficiosos para los suelos y las plantas, sobre todo bacterias y hongos. Estos elementos establecen un proceso de simbiosis con las especies vegetales y les ofrecen su capacidad de nutrición. También afectan positivamente el estado del suelo (Probelte, 2019). 	El biofertilizante natural que se utilizara, es un preparado de insumos naturales por lo que poseen fitohormonas cuyas propiedades aumentan el enraizamiento, promueven la formación y crecimiento de tallos y hojas, favorecen la producción de frutos, entre otros. Dicho producto se aplicará directamente al suelo según las dosis establecidas para este estudio.	Parámetros fisicoquímicos	pH	Niveles de pH	Ficha de campo y Análisis de Laboratorio Equipos: • Fotómetro • Otros
				N, P, K, Mg, Ca, Mg, M.O.	%	
				N.º de Dosis	Uds.	
				N.º de repeticiones	Uds.	
				Dosis optima	% / ppm	

Variable dependiente:	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad del suelo: Es el estado del suelo con características químicas, físicas y biológicas, optimas que sustentan un potencial ecosistémico natural y antrópico (MINAM, 2014). 	<p>La calidad del suelo se evaluará antes y después de la aplicación del biofertilizante natural. Por lo que se enviará a laboratorio para su análisis de los parámetros fisicoquímicos.</p> <p>El bioindicador que se utilizara en este estudio es el maíz (Zea mays) por tanto, se pretende medir el crecimiento de las plantas con aplicación del biofertilizante natural y sin aplicación del mismo.</p>	Parámetros físicos químicos de la calidad del suelo	Peso kg N.º de muestras Uds. pH Niveles de pH Textura % N, P, K, Mg, Ca, Mg, M.O. %	Ficha de campo y Análisis de Laboratorio. Equipos: • Fotómetro • Horno de grafito • Otros.
	<ul style="list-style-type: none"> • Plantas bioindicadoras: Son en su mayoría malezas que crecen de manera natural o que fueron introducidas por el hombre en los sustratos de bosque, suelos agrícolas, suelos industriales o urbanizados. Estas plantas brindan información de las características (calidad) del suelo (Argueta, 2022). 		Parámetros físicos del bioindicador	Altura cm Número de Hojas Uds. Diámetro del tallo cm Días después de la siembra - DDS Uds.	Ficha de Campo

Nota. La tabla, muestra la operacionalización de las variables del proyecto de investigación mostrando los indicadores de acuerdo a las variables de estudio. Donde: * Considerar que los parámetros establecidos para el estudio del suelo, refiere al pH, M.O., macronutrientes del suelo, son estos parámetros indicadores de la calidad del suelo, por lo tanto, se vio necesario su estudio.

CAPÍTULO III

MÉTODOLÓGICA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según (Supo, 2018) fue de tipo: Experimental, porque se realizó la manipulación de las variables en busca de resultados; Prospectivo por que como investigador recolecte datos primarios; longitudinal por que se realizó dos mediciones pre y post aplicación de las dosis de biofertilizantes y analítico por que el estudio contó con dos variables.

3.1.1. ENFOQUE

Tuvo un enfoque cuantitativo, ya que los datos fueron recolectados en dos tiempos (mediciones pre y post aplicación de las dosis de biofertilizantes) para validar las hipótesis planteadas.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

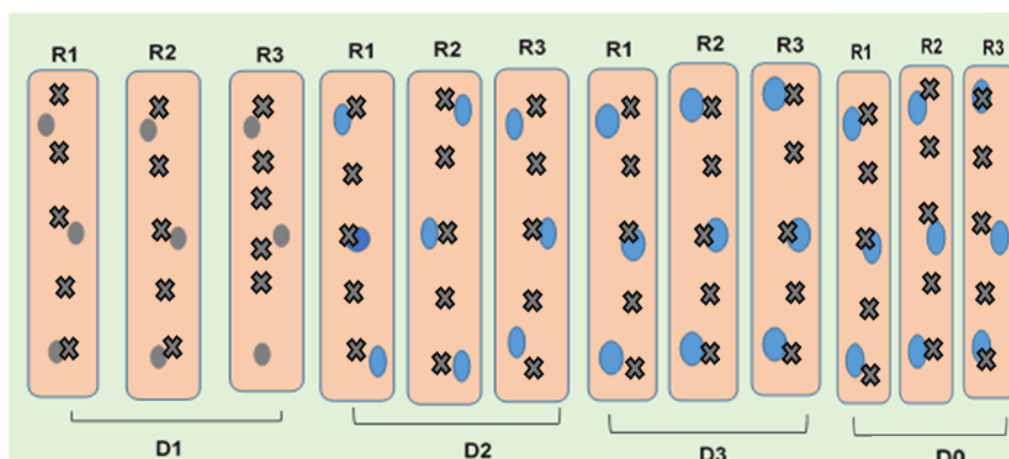
Fue de nivel explicativo; ya que se estudió la causa y efecto, por lo que se llevan a cabo experimentos con hipótesis racional (Supo, 2018). Se puntualiza el estudio y explicación de las condiciones de manifestación de los fenómenos y de la relación entre las variables.

3.1.3. DISEÑO

Según Supo (2018) se considera de diseño experimental a nivel de experimento verdadero o puro, porque se manipulo variables de acuerdo a las necesidades de la investigación así mismo se contó con un grupo de control. Siendo además prospectivo, longitudinal y analítico.

Figura 1

Diseño transversal de la investigación



Nota. Se presenta el diseño transversal de la investigación.

Donde:

- R1: Repetición 1.
- R2: Repetición 2.
- R3: Repetición 3.
- D1: Dosis 1 – 5%.
- D2: Dosis 2 – 10%.
- D3: Dosis 3 – 20%.
- D0: Dosis 0 (Grupo control).
- Las figuras circulares representan los puntos de muestreo simple de suelo por repetición y las X muestran el número y ubicación del bioindicador (5 plantas de maíz por repetición) o según corresponda.
- Las dimensiones de cada cama acondicionada por repetición fueron de 35 cm de ancho por 150 cm de largo y una altura de 15 cm.

Tabla 2

Diseño de la investigación según las dosis

Dosis	Volumen de dosis *	de Aplicación de dosis	de Repeticiones	Resultados
1	5 %	D1	R1, R2 y R3	50 días después de sembrado los bioindicadores.
2	10 %	D2	R1, R2 y R3	
3	20 %	D3	R1, R2 y R3	

* Cada dosis contara con sus 3 repeticiones.

Nota. Se presenta el número de dosis y su volumen de acuerdo a los grupos experimentales.

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población del suelo correspondió al suelo residencia del punto de muestreo 1 (costado de la loza deportiva Aparicio Pomares – Distrito de Huánuco, véase anexo 16.2) y la población del bioindicador fue las plantas de maíz sembradas en las camas experimentales tal como se muestra en la figura 1.

3.2.2. MUESTRA

Fueron las recolectadas en campo, realizándose un muestreo no probabilístico del suelo y el muestreo total del bioindicador. Por lo que las muestras de suelo se recolectaron pre y post aplicación de las dosis de biofertilizantes natural. El bioindicador se muestreo las 60 plantas de maíz a los 50 días después de iniciado con la siembra.

Tabla 3

Número de muestras de suelo

Puntos de muestreo	Número de muestras	Volumen de muestras	Muestra por grupo*	Total, de muestra**
1	1	300 kg	1	1
2	7	10 kg	3 (por dosis: D1, D2 y D3) y 1 (dosis 0)	10

*El punto de muestreo 1 del suelo fue al costado de una loza deportiva.

**El punto de muestreo 2 del suelo fue en el lugar donde se acondicionó las camas experimentales.

Nota. Se muestra el número de muestras de suelo según los puntos de muestreo.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

• **Fichaje y análisis de contenido:** Se utilizó referencias bibliográficas que fueron desde locales, nacionales hasta internacionales, para la

recolección de que coadyuvaron a la elaboración del presente proyecto de tesis.

3.3.2. ETAPA DE CAMPO

La etapa de campo se realizó de acuerdo a lo detallado en la siguiente tabla.

Tabla 4

Actividades realizadas en la etapa de campo

ÍTEM	ACTIVIDAD	DETALLE
1	Ubicación de los puntos de muestreo	Se identifico y determino el punto de muestreo (1) del suelo.
2	Instalación de las camas experimentales	Se opto por un lugar adecuado para la instalación de las camas experimentales.
3	Obtención de biofertilizante y el bioindicador	Se obtuvo un biofertilizante natural producida artesanalmente. Así mismo se obtuvo las semillas de maíz (<i>Zea mays</i>) la cual se utilizó como el bioindicador.
4	Recolección de muestras de suelo 1	Se recolecto las muestras de suelo 1 de acuerdo a la tabla 3.
5	Análisis de muestra	Se envió a laboratorio de suelos de la UNAS.
6	Preparación de dosis	Se preparó las dosis de acuerdo a la tabla 2.
7	Siembra del bioindicador y aplicación de la primera dosis	Se realizó la siembra del bioindicador (Maíz) de acuerdo a la figura 1 y se aplicó las dosis de acuerdo a la tabla 2.
8	Monitoreo y riego de las camas experimentales	Se monitoreo regularmente las camas experimentales, se realizó el riego cada vez que fue necesario. Los apuntes de los mismos se presentan en el anexo 11 y 12.
9	Segunda aplicación de dosis	Se realizó una segunda aplicación de dosis a los 20 días de iniciado la fase experimental, la misma se realizó de acuerdo a la tabla 2.
10	Monitoreo y riego de las camas experimentales	Se monitoreo regularmente las camas experimentales, se realizó el riego cada vez que fue necesario. Los apuntes de los mismos se presentan en el anexo 11 y 12.

11	Tercera aplicación de dosis	Se realizó una segunda aplicación de dosis a los 35 días de iniciado la fase experimental, la misma se realizó de acuerdo a la tabla 2.
12	Monitoreo y riego de las camas experimentales	Se monitoreo regularmente las camas experimentales, se realizó el riego cada vez que fue necesario. Los apuntes de los mismos se presentan en el anexo 11 y 12.
13	Recolección de muestras 2 de suelo	Se recolecto la segunda muestra del suelo a los 50 días después de iniciado con la aplicación de las dosis y se envió a laboratorio.
14	Recolección bioindicador del	Se recolecto los parámetros físicos del maíz a los 50 días después de iniciado con la aplicación de las dosis, de ello se obtuvo los datos del vigor de las plantas, véase anexo 12 y 19.
15	Traslado de muestras	Las muestras de suelo obtenidas fueron trasladadas al laboratorio correspondiente.
16	Interpretación de resultados	Los resultados emitidos por el laboratorio se interpretaron y se comparó por dosis de aplicación, véase los anexos 17 y 18.

Nota. La tabla, muestra las actividades de campo que se realizó en la ejecución de la investigación.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.4.1. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los datos cuantitativos se obtuvieron del informe de ensayo del laboratorio, estas se procesaron con Excel y SPSS.

3.4.2. TÉCNICAS DE PRESENTACIÓN DE DATOS

Los datos cuantitativos se presentaron en tablas y en forma gráfica, estas se procesaron con Excel y SPSS según correspondieron, además se presentan sus descripciones correspondientes.

3.4.3. INTERPRETACIÓN DE DATOS Y RESULTADOS

Los datos que se obtuvieron del análisis de laboratorio se presentan por dosis de aplicación, en tablas y gráficos de barras, la prueba de normalidad y la prueba paramétrica (Anova) fue realizado con el SPSS.

3.5. ÁMBITO GEOGRÁFICO TEMPORAL Y PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN

3.5.1. Ámbito Geográfico

Se llevó a cabo en la ciudad de Huánuco, distrito de Huánuco, provincia de Huánuco; la misma se realizó desde octubre del 2024 a mayo del 2025.

Tabla 5

Ubicación política del lugar donde se realizará la investigación

Ubicación política	
Región	Huánuco
Provincia	Huánuco
Distrito	Huánuco
Ciudad	Huánuco
Coordenadas	
E:	362758.28 m
N:	8901888.28 m
Altitud:	1994

Nota. GOOGLE EARTH PRO.

3.5.2 PERIODO DE LA INVESTIGACIÓN

• **Periodo del desarrollo de investigación:** La etapa de campo se realizó desde octubre del 2024 a mayo del 2025.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Las muestras de suelo se analizaron en el laboratorio de la UNAS. Por tanto, se presenta los resultados de los parámetros fisicoquímicos de las muestras de suelo después de la aplicación de las dosis establecidas (D1: 5%, D2: 10 %, D3: 20% y D0: 0%) de biofertilizante natural, los resultados obtenidos se presentan en concordancia con el objetivo general de la investigación: Evaluar el efecto de un biofertilizante natural para mejorar la calidad del suelo haciendo uso de un bioindicador.

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

4.1.1. ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS DE SUELO Y DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DEL BIOINDICADOR

Los resultados de los análisis de las muestras de suelo y de los parámetros físicos del bioindicador después de la aplicación de las dosis implementadas se; se detallan en las tablas del 6 al 8 y figuras del 2 al 4.

4.1.1.1. ANÁLISIS FÍSICO DEL SUELO

Se muestra los resultados del análisis del suelo de acuerdo a los puntos de muestreo.

Tabla 6

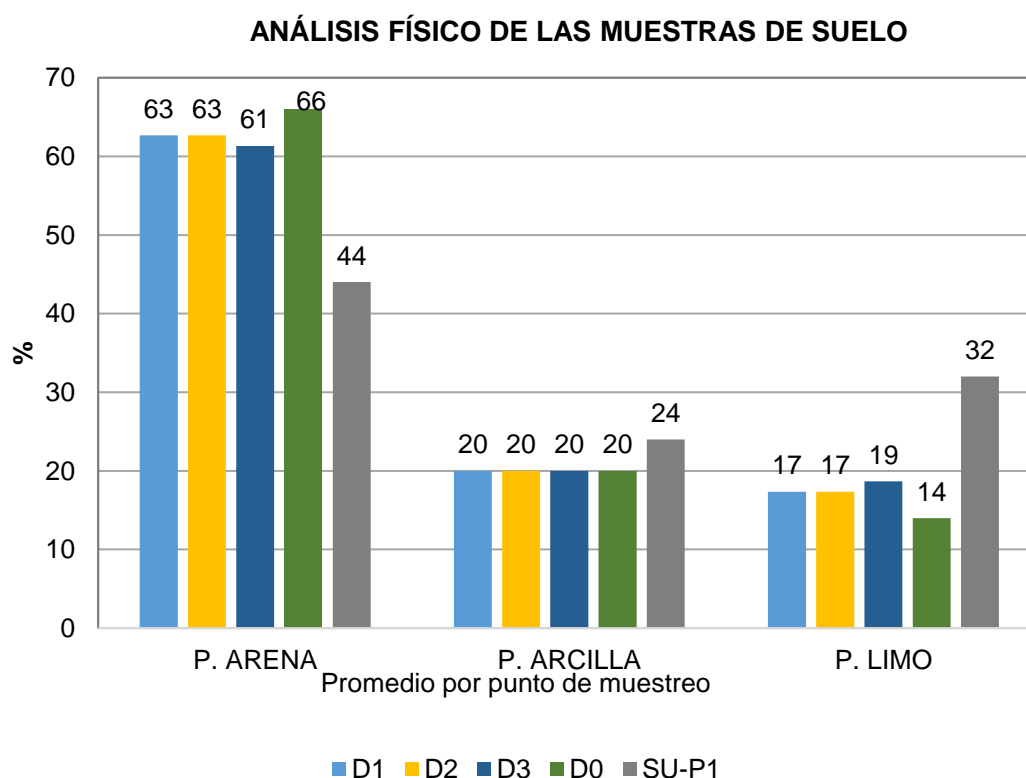
Resultado del análisis físico de las muestras de suelo según los puntos de muestreo

Ítem	Código de Muestra	Detalles de las Muestras	Análisis Físico				Promedio del Análisis Físico			
			Arena %	Arcilla %	Limo %	Clase Textura	P. Arena %	P. Arcilla %	P. Limo %	P. Clase Textura
D1	M1-D1-SU	Muestra 1 de suelo de la dosis 1	58	20	22	Franco Arenoso	63	20	17	Franco Arenoso
	M2-D1-SU	Muestra 2 de suelo de la dosis 1	64	20	16	Franco Arenoso				
	M3-D1-SU	Muestra 3 de suelo de la dosis 1	66	20	14	Franco Arenoso				
D2	M1-D2-SU	Muestra 1 de suelo de la dosis 2	62	20	18	Franco Arenoso	63	20	17	Franco Arenoso
	M2-D2-SU	Muestra 2 de suelo de la dosis 2	64	20	16	Franco Arenoso				
	M3-D2-SU	Muestra 3 de suelo de la dosis 3	62	20	18	Franco Arenoso				
D3	M1-D3-SU	Muestra 1 de suelo de la dosis 3	62	20	18	Franco Arenoso	61	20	19	Franco Arenoso
	M2-D3-SU	Muestra 2 de suelo de la dosis 3	58	20	22	Franco Arenoso				
	M3-D3-SU	Muestra 3 de suelo de la dosis 3	64	20	16	Franco Arenoso				
D0	M1-D0-SU	Muestra 1 de suelo de la dosis 0	66	20	14	Franco Arenoso	66	20	14	Franco Arenoso
SU-P1	SU-01-P1	Muestra 1 de suelo del punto de monitoreo 1	44	24	32	Franco	44	24	32	Franco

Nota. Se muestran el análisis físico del suelo analizado en laboratorio, ello de acuerdo a los (resultados del ensayo de fecha 16/04/2025 – Anexo 18). Donde: *P.: Promedio; D1: Dosis 1 – 5%; D2: Dosis 2 – 10%; D3: Dosis 3 – 20%; D0: Dosis 0 (Grupo control); SU-P1: punto de muestreo (1) del suelo.

Figura 2

Resultados del análisis físico de las muestras de suelo por punto de muestreo



Nota. Se presenta los resultados promedios del análisis físico del suelo por punto de muestreo.

Descripción: La tabla 6 y figura 2, muestran los resultados promedios del análisis físico del suelo por punto de muestreo, donde se evidencia que en cuanto al % de Arena el D0 (Dosis 0 – Grupo control) muestra el valor más alto de 66 %; SU-P1 (punto de muestreo 1 del suelo) muestra el resultado más alto en cuanto a Arcilla 24 % y el SU-P1 muestra el resultado más alto en cuanto a Limo 32 %.

4.1.1.2. PH y M.O. DEL SUELO

Se muestra los resultados del análisis químico (pH y M.O.) del suelo de acuerdo a los puntos de muestreo.

Tabla 7

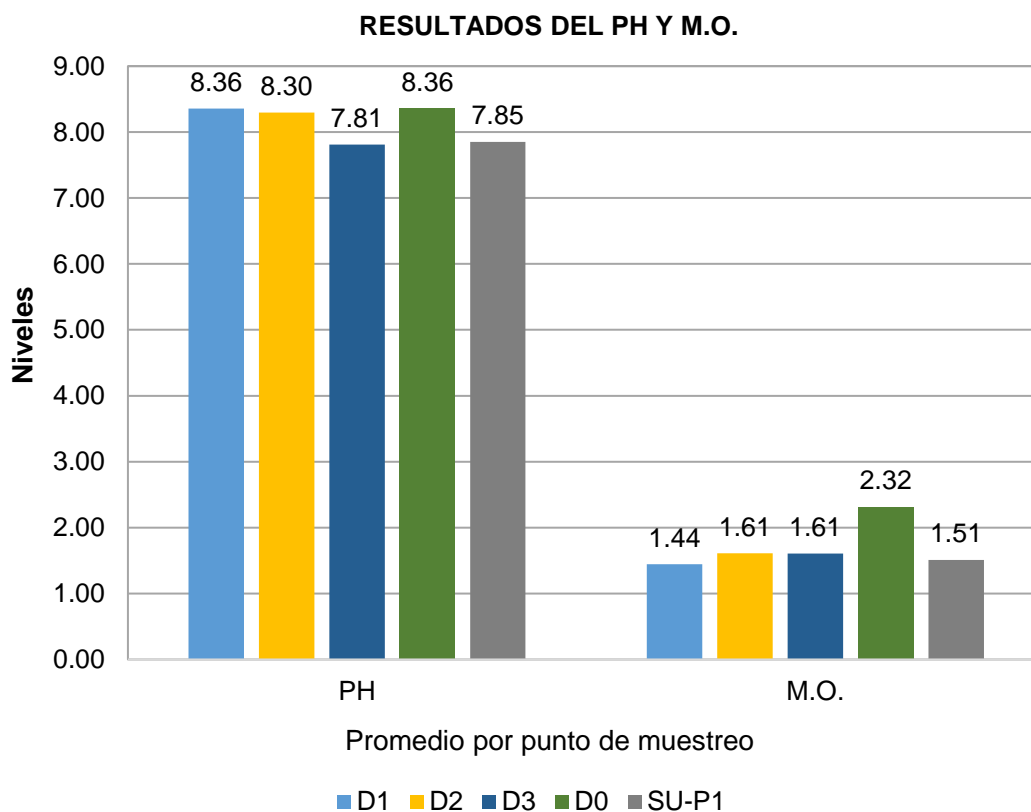
Resultado del análisis químico (pH y M.O) del suelo de acuerdo a los puntos de muestreo

Punto de Muestreo	Código de Muestra	Detalles de las Muestras	Análisis Químico		Promedio del pH Y M.O.	
			PH	Materia Orgánica (M.O.)	PH	Materia Orgánica (M.O.)
			1:1	%	1:1	%
D1	M1-D1-SU	Muestra 1 de suelo de la dosis 1	8.18	1.15	8.36	1.44
	M2-D1-SU	Muestra 2 de suelo de la dosis 1	8.41	1.56		
	M3-D1-SU	Muestra 3 de suelo de la dosis 1	8.48	1.62		
D2	M1-D2-SU	Muestra 1 de suelo de la dosis 2	8.31	1.42	8.30	1.61
	M2-D2-SU	Muestra 2 de suelo de la dosis 2	8.35	1.67		
	M3-D2-SU	Muestra 3 de suelo de la dosis 3	8.23	1.74		
D3	M1-D3-SU	Muestra 1 de suelo de la dosis 3	7.75	1.58	7.81	1.61
	M2-D3-SU	Muestra 2 de suelo de la dosis 3	7.85	1.53		
	M3-D3-SU	Muestra 3 de suelo de la dosis 3	7.83	1.71		
D0	M1-D0-SU	Muestra 1 de suelo de la dosis 0	8.36	2.32	8.36	2.32
SU-P1	SU-01-P1	Muestra 1 de suelo del punto de monitoreo 1	7.85	1.51	7.85	1.51

Nota. Muestra los resultados de los análisis químicos (pH y M.O.) de las muestras de suelo analizadas en laboratorio, ello de acuerdo a los (resultados del ensayo de fecha 16/04/2025 – Anexo 18). Donde: D1: Dosis 1 – 5%; D2: Dosis 2 – 10%; D3: Dosis 3 – 20%; D0: Dosis 0 (Grupo control); SU-P1: punto de muestreo (1) del suelo.

Figura 3

Resultados del análisis químico (pH y M.O.) del suelo de acuerdo a los puntos de muestreo



Nota. Se presenta los resultados promedios de los análisis químicos (pH y M.O.) del suelo por punto de muestreo.

Descripción: La tabla 7 y figura 3, presenta los resultados promedios de los análisis químicos (pH y M.O.) del suelo por punto de muestreo, donde se evidencia que en cuanto al nivel de pH el D1 (Dosis 1 – 5%) y D0 (Dosis 0 - Grupo control) muestran los valores más altos de 8.36; en cuanto a M.O., el D0 muestra el nivel más alto con 2.32 %.

4.1.1.3. MACRONUTRIENTES DEL SUELO

Se muestra los resultados de los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) del suelo de acuerdo a los puntos de muestreo.

Tabla 8

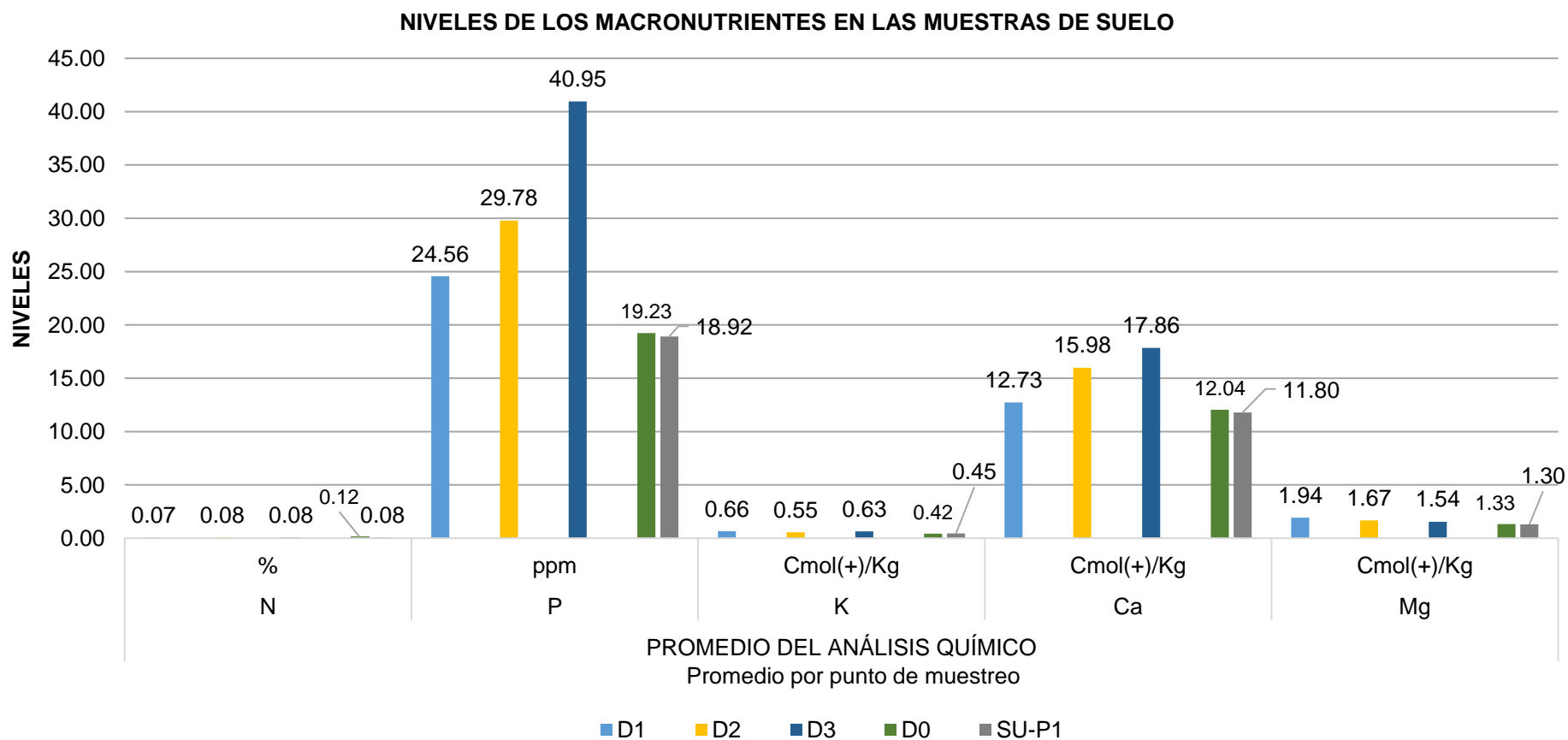
Resultado de los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) del suelo de acuerdo a los puntos de muestreo

Punto de Muestreo	Código de Muestra	Detalles de las Muestras	Análisis Químico					Promedio del Análisis Químico				
			N	P	K	Ca	Mg	N	P	K	Ca	Mg
			%	ppm	Cmol (+)/Kg			%	ppm	Cmol (+)/Kg		
D1	M1-D1-SU	Muestra 1 de suelo de la dosis 1	0.06	25.34	0.60	12.90	1.80					
	M2-D1-SU	Muestra 2 de suelo de la dosis 1	0.08	20.93	0.64	12.60	1.88	0.07	24.56	0.66	12.73	1.94
	M3-D1-SU	Muestra 3 de suelo de la dosis 1	0.08	27.40	0.73	12.70	2.12					
D2	M1-D2-SU	Muestra 1 de suelo de la dosis 2	0.07	26.19	0.57	16.05	1.82					
	M2-D2-SU	Muestra 2 de suelo de la dosis 2	0.08	26.00	0.56	16.80	1.68	0.08	29.78	0.55	15.98	1.67
	M3-D2-SU	Muestra 3 de suelo de la dosis 3	0.09	37.16	0.51	15.10	1.52					
D3	M1-D3-SU	Muestra 1 de suelo de la dosis 3	0.08	42.89	0.78	17.20	1.86					
	M2-D3-SU	Muestra 2 de suelo de la dosis 3	0.08	40.35	0.56	17.40	1.36	0.08	40.95	0.63	17.86	1.54
	M3-D3-SU	Muestra 3 de suelo de la dosis 3	0.09	39.60	0.57	18.97	1.39					
D0	M1-D0-SU	Muestra 1 de suelo de la dosis 0	0.12	19.23	0.42	12.04	1.33	0.12	19.23	0.42	12.04	1.33
SU-P1	SU-01-P1	Muestra 1 de suelo del punto de monitoreo 1	0.08	18.92	0.45	11.80	1.30	0.08	18.92	0.45	11.80	1.30

Nota. Muestra los resultados de los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) de las muestras de suelo analizadas en laboratorio, ello de acuerdo a los (resultados del ensayo de fecha 16/04/2025 – Anexo 18). Donde: D1: Dosis 1 – 5%; D2: Dosis 2 – 10%; D3: Dosis 3 – 20%; D0: Dosis 0 (Grupo control); SU-P1: punto de muestreo (1) del suelo; N: Nitrógeno; P: Fósforo; K: Potasio; Ca: Calcio; Mg: Magnesio.

Figura 4

Resultado de los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) del suelo de acuerdo a los puntos de muestreo



Nota. Se presenta los resultados de los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) del suelo por punto de muestreo.

Descripción: La tabla 8 y figura 4, presenta los resultados promedios de los macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg) del suelo de acuerdo a los puntos de muestreo, donde se evidencia que en cuanto al nivel de N (Nitrógeno) el D0 (Dosis 0 -Grupo control) con 0.12 muestra el nivel más alto, para P (Fósforo) el D3 (Dosis 3 – 20%) con 40.95 es el nivel más alto, para K (Potasio) el D1 (Dosis 1 – 5%) con 0.66 es el nivel más alto, para Ca (Calcio) el D3 con 17.86 es el nivel más alto y para Mg (Magnesio) el D1 con 1.94 presenta el nivel más alto.

4.1.1.4. Parámetros físicos del bioindicador

Se muestra los resultados de los parámetros físicos del bioindicador (Maíz) del suelo de acuerdo a los puntos de muestreo.

Tabla 9

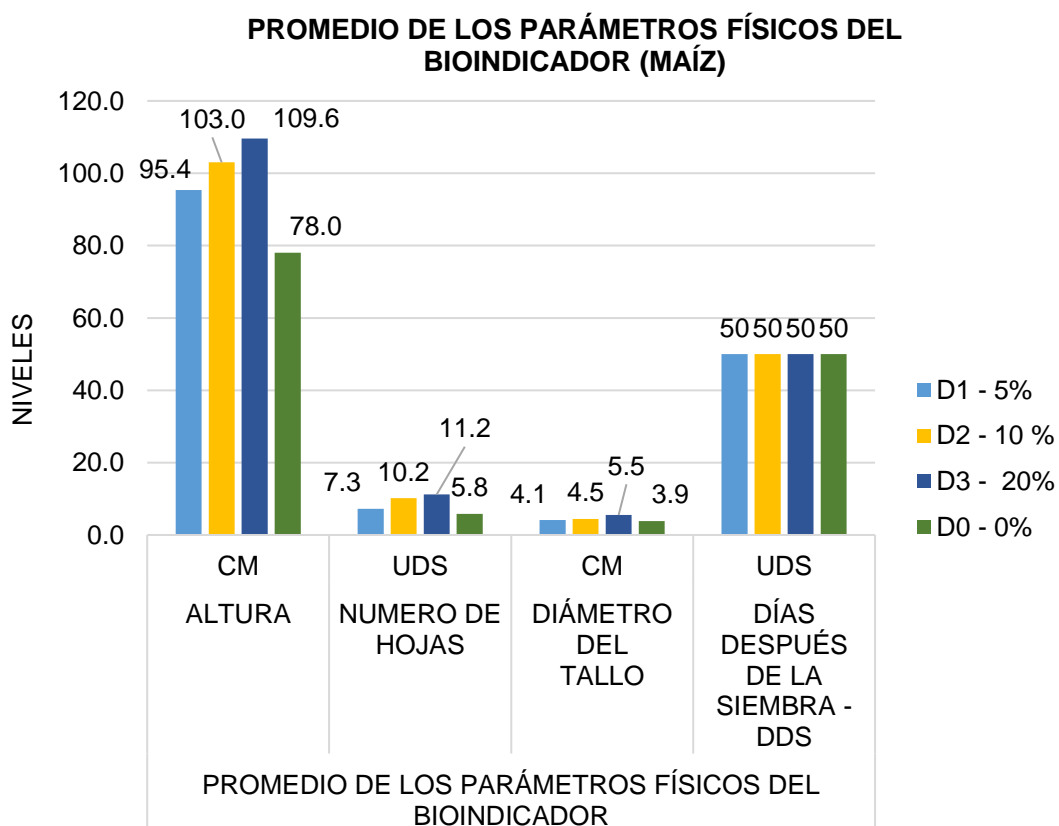
Resultados promedios de los parámetros físicos del bioindicador (Maíz) de acuerdo a los puntos de muestreo

Punto de Muestreo	Código General de las Muestras	Promedio de los Parámetros Físicos del Bioindicador			
		Altura	Número de Hojas	Diámetro del Tallo	*DDS
		CM	UDS	CM	UDS
D1	M-D1-PA	95.4	7.3	4.1	50
D2	M-D2-PA	103.0	10.2	4.5	50
D3	M-D3-PA	109.6	11.2	5.5	50
D0	M-D0-PA	78.0	5.8	3.9	50

Nota. Muestra los resultados promedios de los parámetros físicos del bioindicador de acuerdo a los puntos de muestreo, ello de acuerdo a los (resultados obtenidos en el final de la fase experimental, véase anexo 12 y 19). Donde: D1: Dosis 1 – 5%; D2: Dosis 2 – 10%; D3: Dosis 3 – 20%; D0: Dosis 0 (Grupo control); CM: Centímetro; UDS: Unidades; * DDS: Días después de la siembra.

Figura 5

Resultados de los parámetros físicos del bioindicador (Maíz) de acuerdo a los puntos de muestreo



Nota. Muestra los resultados promedios de los parámetros físicos del bioindicador.

Descripción: La tabla 9 y figura 5, presenta los resultados promedios de los parámetros físicos del bioindicador (Maíz) de acuerdo a los puntos de muestreo, donde se evidencia que en cuanto a la altura D3 (Dosis 3 – 20%) con el 109.6 cm es el nivel más alto, para el número de hojas el D3 con 11.2 presenta el nivel más alto, para diámetro del tallo el D3 con 5.5 presenta el nivel más alto.

4.1.1.5. Macronutrientes del biofertilizante natural

Se presentan resultados de los macronutrientes del biofertilizante natural.

Tabla 10

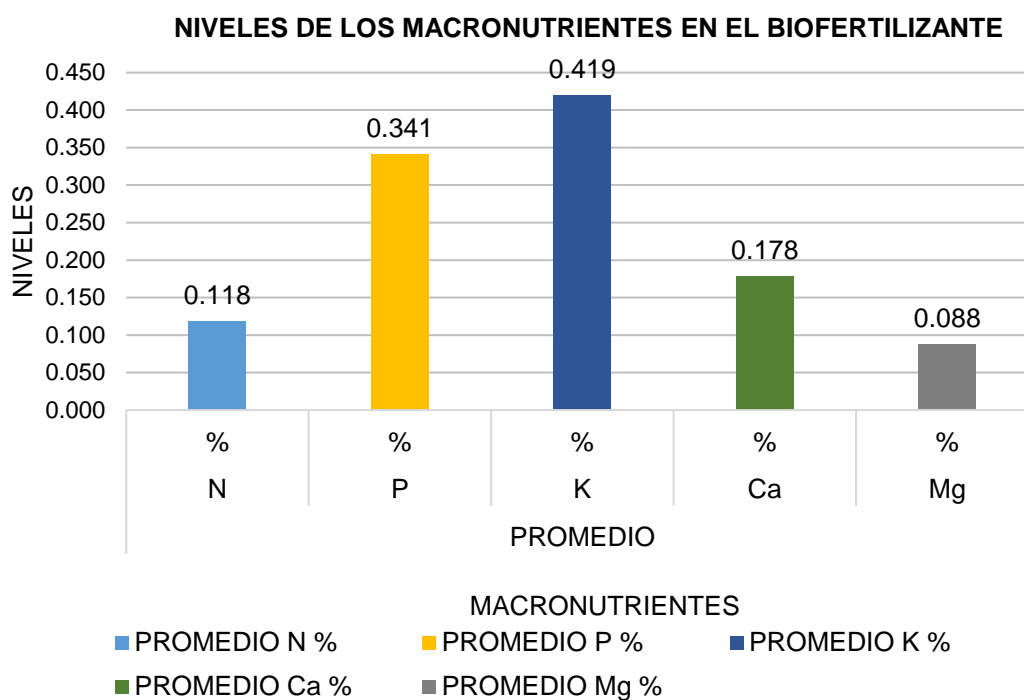
Resultados de los niveles de macronutrientes del biofertilizante natural

Punto de Muestreo	Código General de las Muestras	Macronutrientes				
		N	P	K	Ca	Mg
		%	%	%	%	%
PM-01-BN	BN-01	0.118	0.341	0.419	0.178	0.088

Nota. Se presenta los niveles de macronutrientes del biofertilizante natural.

Figura 6

Resultados de los macronutrientes del biofertilizante natural



Nota. Muestra los niveles de macronutrientes del biofertilizante natural.

Descripción: La tabla 10 y figura 6, presenta los resultados de los niveles de macronutrientes del biofertilizante natural, donde se evidencia que el K presenta mayor nivel con 0.419%, seguido por el P con 0.341%, Ca con 0.178%, N 0.118% y el menor fue Mg con 0.088 %.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPOTESIS

Para contrastar la hipótesis, se realizó la prueba de normalidad, y la prueba paramétrica (ANOVA), Prueba no paramétrica Kruskal - Wallis y de manera descriptiva en base a las hipótesis planteadas.

a) Prueba de normalidad de los parámetros de estudio

Tabla 11

Prueba de normalidad de los parámetros de estudio

Parámetros	Prueba de Normalidad		
	Estadístico	Gl	Sig.
Arena	0.738	5	0.023
Arcilla	0.552	5	0.000
Limo	0.779	5	0.054
pH	0.757	5	0.035
M.O.	0.736	5	0.022
N	0.727	5	0.018
P	0.886	5	0.337
K	0.914	5	0.490
Ca	0.852	5	0.202
Mg	0.928	5	0.586
Altura	0.948	4	0.702
Número de Hojas	0.933	4	0.613
Diámetro del Tallo	0.895	4	0.405

Nota. Se muestra la prueba de normalidad.

Descripción: La tabla 11 muestra la prueba de normalidad de los parámetros de estudio, don el 61.54 % de los resultados valores de Sig. de los parámetros (Limo, P, K, Ca, Mg, Altura, Número de hojas y Diámetro del tallo) presentan valores mayores a 0.05, por lo que siguen una distribución normal por ende para la prueba estadística se utilizó la prueba paramétrica (ANOVA) y lo otro restante el 38.48% de los resultados de sig. de los parámetros (Arena, Arcilla, pH, M.O., N) presentan valores menores a 0.05, por lo que no siguen una distribución normal por lo que se empleara la prueba no paramétricas (Kruskal - Wallis).

b) Prueba paramétrica ANOVA

Tabla 12

Anova de los parámetros de estudio

		ANOVA				
		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Limo	Entre grupos	587,733	4	146,933	24,489	,000038
	Dentro de grupos	60,000	10	6,000		
	Total	647,733	14			
P	Entre grupos	1000,190	4	250,048	22,848	,000051
	Dentro de grupos	109,438	10	10,944		
	Total	1109,629	14			
K	Entre grupos	,136	4	,034	8,083	,004
	Dentro de grupos	,042	10	,004		
	Total	,179	14			
Ca	Entre grupos	87,178	4	21,795	64,519	,000
	Dentro de grupos	3,378	10	,338		
	Total	90,556	14			
Mg	Entre grupos	,819	4	,205	7,934	,004
	Dentro de grupos	,258	10	,026		
	Total	1,078	14			
Altura	Entre grupos	1671,960	3	557,320	64,060	0,000006
	Dentro de grupos	69,600	8	8,700		
	Total	1741,560	11			
Número de hojas	Entre grupos	56,810	3	18,937	227,240	0,000
	Dentro de grupos	,667	8	,083		
	Total	57,477	11			
Diámetro del tallo	Entre grupos	4,813	3	1,604	48,133	0,000018
	Dentro de grupos	,267	8	,033		
	Total	5,080	11			
DDS	Entre grupos	,000	3	,000	.	.
	Dentro de grupos	,000	8	,000		
	Total	,000	11			

Nota. Se presenta la prueba paramétrica ANOVA.

Descripción: La tabla 12, presenta la prueba paramétrica (ANOVA) de los parámetros de estudio, por lo que se puede observar que la totalidad de los valores de Sig. (Significancia) son menores a 0.05, por lo tanto, indica que existe diferencia significativa de los parámetros de estudio entre los puntos de muestreo (D1: Dosis 1 - 5%, D2: Dosis 2 - 10%; D3: Dosis - 20 %; D0: Dosis - 0%) por lo tanto se aceptan la hipótesis general alterna y la hipótesis específicas alternas.

c) Prueba no paramétrica Kruskal - Wallis

Tabla 13

Prueba de Kruskal - Wallis de los parámetros de estudio

	HIPÓTESIS NULA	PRUEBA	SIG.	DECISIÓN
1	La distribución de ARENA es la misma entre las categorías de DOSIS.		,033	Rechace la hipótesis nula
2	La distribución de ARCILLA es la misma entre las categorías de DOSIS.	Prueba de	,048	Rechace la hipótesis nula
3	La distribución de PH es la misma entre las categorías de DOSIS.	Kruskal – Wallis	,024	Rechace la hipótesis nula
4	La distribución de M.O. , es la misma entre las categorías de DOSIS	para muestras independientes	,071	Conserva la hipótesis nula
5	La distribución de N es la misma entre las categorías de DOSIS		,085	Conserva la hipótesis nula

Nota. Se presenta la prueba no paramétrica Kruskal - Wallis de los parámetros de estudio.

Descripción: La tabla 13, presenta la prueba no paramétrica (*Kruskal - Wallis*) de los parámetros de estudio, por lo que se puede observar que los valores de Sig. de M.O., y N son mayores a 0.05 por lo que refiere que no hay diferencia estadística significativa para dichos parámetros, así mismo para la Arena, Arcilla y pH, son menores a 0.05, por lo tanto, indica que existe diferencia significativa de los parámetros de estudio entre los puntos de muestreo (D1: Dosis 1 - 5%, D2: Dosis 2 - 10%; D3: Dosis - 20 %; D0: Dosis - 0%) por lo tanto se aceptan la hipótesis general alterna y la hipótesis específicas alternas de acuerdo a lo siguiente:

- Si el valor p (o de significancia) es menor a 0.05, se considera un resultado estadísticamente significativo, lo que significa que hay evidencia sólida para rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa. Esto indica que los datos observados probablemente representan una relación o efecto real, y la probabilidad de que se deba simplemente al azar es inferior al 5%.
- Una diferencia estadísticamente significativa es la señal que buscamos para aceptar la hipótesis alternativa y concluir que existe un fenómeno o efecto real, en lugar de una simple variación aleatoria.

Interpretación. - Considerando los resultados hallados y presentados, se acepta las siguientes hipótesis alternas:

- **Hipótesis general - Ha (alterna):** La aplicación del biofertilizante natural mejora la calidad del suelo, Huánuco 2025.
- **Hipótesis específica - HE1 (alterna):** Los parámetros fisicoquímicos del suelo mejoran después de la aplicación del biofertilizante natural al 5%, 10% y 20 %.
- **Hipótesis específica – HE2 (alterna):** La aplicación del biofertilizante natural al 5%, 10% y 20% mejora el crecimiento de La planta, Número de hojas y el diámetro del tallo) del bioindicador.
- **Hipótesis específica – HE3 (alterna):** El biofertilizante natural presenta distintos niveles de macronutrientes.

Por lo que para constatar dichos resultados véase las tablas del 6 al 13, figuras del 2 al 6 y anexos de 06 al 19.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos de las muestras de suelo y bioindicadores (maíz) de los puntos de muestreo, mejoran después de la aplicación del biofertilizante en las 3 dosis establecidas para el estudio (D1: Dosis 1 – 5%, D2: Dosis 2 – 10% y D3: Dosis 3 – 20 %); por lo tanto, se presenta el siguiente análisis en consideración de los objetivos de la investigación.

5.1. DE ACUERDO A LOS PARÁMETROS DE ESTUDIO DEL SUELO Y BIOINDICADOR (MAÍZ)

Los resultados de los parámetros químicos de las muestras de suelo y los parámetros físicos del bioindicador (maíz) de acuerdo a los puntos de muestreo después de la aplicación del biofertilizante en las 3 dosis establecidas para el estudio (D1: Dosis 1 – 5%, D2: Dosis 2 – 10% y D3: Dosis 3 – 20 %); considerando que el tiempo experimental fue 50 días, se presentan en las tablas (6 al 12) y figuras (2 al 6).

a) De acuerdo al objeto de investigación: Los mejores niveles (de los parámetros de estudio) que presentaron después de la aplicación del biofertilizante fue:

D3 (Dosis 3 – 20 %) de aplicación del biofertilizante: Para pH disminuyó 0.51 % siendo su nivel final (7.81); M.O., aumentó un 6.62 % siendo su nivel final 1.61; N aumentó en un 50 % siendo su nivel final 0.12, P aumentó un 116.44% siendo su nivel final 40.95; Ca aumentó un 51.36 % siendo su nivel final 17.86; Altura de la planta aumentó un 40.51 % siendo su altura final de 109.6, Número de hojas aumentó en un 93.10 % siendo su nivel final 11.2; Diámetro del tallo aumentó un 41.03 % siendo su nivel 5.5.

D1 (Dosis 1 – 5 %) de aplicación de biofertilizante: Para K aumentó un 46.67 % siendo su nivel final 0.66; Mg aumentó un 49.23 % siendo su nivel final 1.94.

- Al respecto Cardona et al. (2021) en su investigación aplicada obtuvo en el maíz una altura de 58.33 cm de altura en 6 semanas, para ello aplico un biofertilizante tripe 15, en una cantidad de 15 gramos por planta,

concluyendo que los fertilizantes aplicados en dosis indicadas mejoran el crecimiento del maíz Capachi morado. Así mismo Vílches (2022) en su investigación utilizando biofertilizante MEB con la dosis de 150 ml para bombas de 20 litros, obtuvo 97.58 cm de altura, 19.41 mm, número de hojas 11.58, para las plantas de maíz ello en 42 días, por lo que concluyó que dicho fertilizante fortalece el vigor de la planta. Cerón (2019) en su tesis para la planta del maíz obtuvo 2.06 metros de altura, 2.1 cm de diámetro del tallo, 12 para números de hojas, ello en 83 días después de siembra y donde utilizó un fertilizante orgánico líquido (FOL) a un 30%, donde refiere que el FOL es muy beneficioso para el crecimiento del maíz.

- Por su parte Cruzado, A., y León, L. (2021) en su investigación experimental logro obtener para la altura del maíz 67.26 cm y 7.8 hojas por planta, ello a los 30 días y aplicando 5 kg de humus de lombriz en un suelo contaminado por hidrocarburos totales de petróleo (TPH). Concluyendo que el humus de lombriz aplicado en un suelo contaminado con TPH contribuye al crecimiento del maíz. También Cuadra, E y Veneros, R. (2019) en su tesis utilizando solución nutritiva la molina al 3.5 % para la planta del maíz logro obtener una altura de 1.65 m. Considerando que contribuyó al crecimiento del maíz. Y Moreno, W., y Nolazco, H. (2020) en su tesis obtuvo un aumentó de 9.6% en el crecimiento del maíz utilizando un sistema inteligente de riego, por lo que concluyó que utilizando dicho método mejoro el crecimiento del maíz. Por lo que dichas investigaciones son concordantes con los resultados hallados en la presente investigación ya que con la aplicación del biofertilizante a un 20% después de 50 días se obtuvo 109.6 cm de altura, 11.2 número de hojas y 5.5 cm de diámetro del tallo.
- Por su parte Cervantes (2022) en su investigación experimental utilizando biochar de molle al 15% para la recuperación de suelos degradados presento sus resultados para: pH paso de 4.28 a 6.31; en M.O., cambio de 0.35 a 2.49 %; N paso de 0.02 a 0.12 %; P paso de 5.08 a 17.22 %; K paso de 92.92 a 389.31%. Así mismo el tamaño de la planta del maíz mostro mejores resultados. Por donde concluyó que Los efectos del biochar de molle fueron positivos para los suelos degradados, donde apporto la estabilización del pH, materia orgánica y favoreció el crecimiento

de las plantas de maíz. Así mismo González (2022) en su tesis obtuvo una altura de 30 cm para la planta del maíz en 30 días, el tratamiento utilizado para ello fue V2T2D2 (Variedad 2 – maíz, Tratamiento 2 – con hojas secas, D2 - dosis 2 100 ml). Donde concluyó que los extractos de las raíces de eucalipto y de hojas han generado efectos alelopáticos en la germinación y crecimiento del maíz y frijol, que conllevo a que presenten tallos deformes, achaparramiento y hojas cloróticas. Y Santiago (2019) en su investigación experimental donde sembraron maíz para determinar la calidad del suelo, los resultados obtenidos fueron: para: pH de 7.17 a 7.02; Pb de 4.97 a 4.82; N de 0.12 a 0.12; P de 7.48 a 7.60; K de 85.42 a 89.94; Ca 7.28 a 7.72; Mg de 4.45 a 4.86; Na de 0.27 a 0.33 M.O. de 2.38 a 2.40. El muestreo 2 se realizó pasado los 30 días de sembrado el maíz. Donde concluyó que no pudo evidenciarse la mejora de la calidad física y química de dichos suelos, en cuanto al nivel biológico influyo negativamente por lo el uso de agroquímicos en los cultivos, lo que generaron la muerte de distintas especies. Por lo que dichas investigaciones son concordantes con los resultados hallados en la presente investigación ya que con la aplicación del biofertilizante a un 20% después de 50 días se obtuvo los siguientes resultados: pH disminuyó 0.51 % siendo su nivel final (7.81); M.O., aumentó un 6.62 % siendo su nivel final 1.61; N aumentó en un 50 % siendo su nivel final 0.12, ppm aumentó un 116.44% siendo su nivel final 40.95; Ca aumentó un 51.36 % siendo su nivel final 17.86 y aplicando el biofertilizante en un 5 % se obtuvo para K aumentó un 46.67 % siendo su nivel final 0.66; Mg aumentó un 49.23 % siendo su nivel final 1.94.

Se indica que los autores referenciados hallaron resultados similares, ya que de acuerdo a los resultados de la investigación se refiere que el biofertilizante aplicado en diferentes dosis al 5, 10 y 20 % mejoraron los parámetros químicos del suelo, también mejoraron los parámetros físicos del bioindicador (plantas de maíz) en cuanto a la altura, número de hojas y diámetro del tallo (véase las tablas del 6 al 13).

CONCLUSIONES

Se llegó a las siguientes conclusiones, de acuerdo a los objetivos de planteados:

De acuerdo al objetivo general:

a) Evaluar el efecto de un biofertilizante natural para mejorar la calidad del suelo haciendo uso de un bioindicador, Huánuco 2025. Siendo los mejores niveles presentados en cuanto a los macronutrientes del suelo después de la aplicación del biofertilizante las siguientes dosis:

- D3 (Dosis 3 – 20 %) de aplicación del biofertilizante: Para pH disminuyó 0.51 %; M.O., aumentó un 6.62 %; N aumentó en un 50 %; P aumentó un 116.44%; Ca aumentó un 51.36 %.
- D1 (Dosis 1 – 5 %) de aplicación de biofertilizante: Para K aumentó un 46.67 %; Mg aumentó un 49.23 %.

Por consiguiente, la dosis 3 fue la que brindo mejores resultados, por tanto, se indica que el biofertilizante natural al aplicar a un suelo degradado puede mejorar la M.O., P, N y Ca.

De acuerdo a los objetivos específicos:

b) Determinar los parámetros fisicoquímicos del suelo antes y después de la aplicación del biofertilizante natural al 5%, 10% y 20%:

- Parámetros del suelo antes de la aplicación: (Arena 44%, Arcilla 24%, Limo 32%, pH 7.85, M.O. 1.51, N 0.08, P 18.92, K 0.45, Ca 11.80, Mg 1.30).
- Parámetros del suelo después de la aplicación del biofertilizante al 5% (Arena 63%, Arcilla 20%, Limo 17%, pH 8.36, M.O. 1.44, N 0.07, P 24.56, K 0.66, Ca 12.73, Mg 1.94).
- Parámetros del suelo después de la aplicación del biofertilizante al 10% (Arena 63%, Arcilla 20%, Limo 17%, pH 8.30, M.O. 1.61, N 0.08, P 29.78, K 0.55, Ca 15.98, Mg 1.67).
- Parámetros del suelo después de la aplicación del biofertilizante al 20% (Arena 61%, Arcilla 20%, Limo 19%, pH 7.81, M.O. 1.61, N 0.08, P 40.95, K 0.63, Ca 17.86, Mg 1.54).

Por consiguiente, se puede referir que al aplicar un biofertilizante natural aun suelo degradada mejora sus parámetros físicos y químicos.

c) Determinar el efecto del biofertilizante natural al 5%, 10% y 20% en el crecimiento de (hojas, tallo y diámetro del tallo) del bioindicador (maíz):

- Parámetros del bioindicador con la aplicación del biofertilizante al 5% (Altura 95.4, Número de Hojas 7.3, Diámetro del tallo 4.1).
- Parámetros del bioindicador con la aplicación del biofertilizante al 10% (Altura 103.0, Número de Hojas 10.2, Diámetro del tallo 4.5).
- Parámetros del bioindicador con la aplicación del biofertilizante al 20% (Altura 109.6, Número de Hojas 11.2, Diámetro del tallo 5.5).

Se refiere que al aplicar un biofertilizante natural aun suelo degradado, y sembrar en ello plantas de maíz, contribuye al crecimiento del tallo, aumento del diámetro del tallo y del número de hojas de las plantas de maíz.

d) Determinar el nivel de los macronutrientes del biofertilizante natural:

- Los niveles de los macronutrientes presente en el biofertilizante natural fueron para: K 0.419%, P 0.341%, Ca 0.178%, N 0.118% y Mg 0.088%.

Se refiere que el biofertilizante natural presento altos niveles de macronutrientes, por lo que es efectivo para mejorar los parámetros físicos y químicos de un suelo degradado.

RECOMENDACIONES

- Para investigaciones similares se recomienda aumentar los parámetros físicos, químicos y microbiológicos para un estudio detallado.
- El muestreo de suelo se debe realizar de acuerdo a la Guía para el Muestreo de Suelos (MINAM, 2014).
- Se recomienda realizar estudios complementarios utilizando otros tipos de biofertilizantes naturales y adicionando un riego inteligente.
- Se recomienda utilizar distintos tipos de bioindicadores, que coadyuven a mejorar la calidad del suelo.
- Se recomienda fortalecer las investigaciones locales sobre la recuperación de suelos degradados.
- A las autoridades competentes se recomienda, realizar monitoreos periódicos de la calidad del suelo, con la finalidad de determinar el estado situacional, con ello poder mitigar y/o prevenir la degradación de los suelos a nivel local.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Argueta, A. (2022, November 16). LAS PLANTAS COMO BIOINDICADORES DE LA CALIDAD DE SUELO Y AGUA. Ecosistemas | Ecosistemas Proyectos Ambientales, S. A.; Ecosistemas. <https://ecosistemas.com.gt/las-plantas-como-bioindicadores-de-la-calidad-de-suelo-y-agua/#:~:text=Plantas%20indicadoras%20o%20bioindicadoras%3A%20Son,plantas%20introducidas%20por%20el%20hombre.>
- Bizzozero, F. (2006). CENTRO URUGUAYO DE TECNOLOGIAS APROPIADAS - CEUTA. Biofertilizantes nutriendo cultivos sanos. <https://vdocuments.net/biofertilizantes-nutriendo-cultivos-sanos.html?page=1>
- Cardona Restrepo, K. T., Escobar Posada, E. A., Ramírez Franco, L.A. y Rivera Hernández, J. F. (2021). Efecto de diferentes tipos de fertilizantes en el crecimiento del maíz criollo, Capachi morado, en el municipio de Andes, Antioquia. *Temas Agrarios* 26(2): 140-151. <https://doi.org/10.21897/rta.v26i2.2847>
- Cerón, L. (2019). *Efecto de tres fertilizantes orgánicos líquidos sobre el crecimiento y rendimiento de maíz en el trópico húmedo de México*. [Tesis para optar el grado de maestro en ciencias]. Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas; Tabasco – México. <http://colposdigital.colpos.mx:8080/xmlui/handle/10521/4253>
- Cervantes, J. (2022). *Efecto del biochar de molle (Schinus molle L.) en la recuperación de suelos degradados, usando como indicador el maíz (Zea mays L.), Huánuco 2021*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero ambiental]. Universidad de Huánuco; Huánuco - Perú. <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/3408>
- CEUTA (2006) Biofertilizantes Nutriendo cultivos Sanos, Nutriendo cultivos sanos. (n.d.). https://www.ciaorganico.net/documypublic/822_Biofertilizantes_cultivos_sanos.pdf

- Cruzado, A., y León, L. (2021). *Aplicación de humus de Eisenia Foetida en la remediación de suelos contaminados por hidrocarburos, usando Zea mays como indicador, en la ciudad de Piura, 2021*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero ambiental] Universidad Privada del Norte; Trujillo – Perú. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/33109>
- Cuadra, E., y Veneros, R. (2019). *Efecto de la solución nutritiva la molina en el crecimiento y productividad de Zae mayz L. V-53 maíz en condiciones de campo experimentales*. [Tesis para optar el título de biólogo]. Universidad nacional de Trujillo; Trujillo – Perú. <https://dspace.unitru.edu.pe/items/c4105377-2f25-4aee-8def-d1a2a7d7bde2>
- Delgado, E. (2018). *Elaboración de abono orgánico a partir de vísceras de pescado para cultivos agrícolas*. [Tesis de grado, para optar el título profesional de ingeniero pesquero]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa – Perú. <https://repositorio.unsa.edu.pe/items/a5cbe808-8391-4584-ad97-ee8a5cd4498c/full>
- Equipo editorial, Etecé. (2018, October 18). Maíz: historia, cultivo, variedades, usos y características. Enciclopedia Humanidades; Enciclopedia Humanidades. <https://humanidades.com/maiz/>
- Esperanza. (2023, June 14). *La contaminación del suelo, sus efectos negativos en nuestra salud y medio ambiente*. Renovables; Renovables. <https://renovables.blog/blog/contaminacion-suelo-efectos/>
- FAO; Ministerio de agricultura y ganadería, gobernación del departamento central (2013), El manejo del suelo en la producción de hortalizas con buenas prácticas agrícolas
- FAO y PNUMA. (2022). Evaluación mundial de la contaminación del suelo – Resumen para los formuladores de políticas. Roma, FAO. <https://doi.org/10.4060/cb4827es>
- Garbísu, C., Becerril, J., Epelde, L. & Alkorta, L. (2007). *Bioindicadores de la calidad del suelo: herramienta metodológica para la evaluación de la eficacia de un proceso fitorremediador*. Ecosistemas 16 (2): 44-49., mayo 2007. <http://www.revistaecosistemas.net/articulo.asp?Id=485>

- Gonzáles, M. (2022). *Efecto alelopático del eucalipto (Eucalyptus sp.) sobre la germinación de semillas y desarrollo de plántulas, de un tipo de frijol y de maíz, en condiciones de vivero - 2020 – 2021*. [Tesis para optar el título profesional de ingeniero ambiental]. Universidad de Huánuco; Huánuco - Perú. <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/3492>
<https://earth.google.com/web/>
- Introducción a los Suelos: La Calidad de los Suelos. (2023). Psu.edu. <https://extension.psu.edu/introduccion-a-los-suelos-la-calidad-de-lossuelos>
- Juste, I. (2017, November 21). Contaminación del suelo: causas, consecuencias y soluciones. Ecologiaverde.com; Ecologiaverde.com. <https://www.ecologiaverde.com/contaminacion-del-suelo-causas-consecuencias-y-soluciones-285.html>
- Kogut, P. (2023, July 20). Degradación Del Suelo: Técnicas Para Evitar Sus Efectos. EOS Data Analytics; EOS Data Analytics. <https://eos.com/es/blog/degradacion-del-suelo/>
- Ministerio del Ambiente (2014). Guía para el muestreo de suelos en el marco del D.S. N° 002 – 2013 MINAM, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para suelo.
- Ministerio del Ambiente (2017). D.S. N° 012-2017 – MINAM: Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo.
- Moreno, W., y Nolzco, H. (2020). *Sistema inteligente de riego con energía renovable en el control de agua y crecimiento del maíz*. [Tesis para optar el título de ingeniero de sistemas y computacionales]. Universidad Privada del Norte; Trujillo – Perú. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/24123>
- Novillo, C. (2019, June 26). Qué es la degradación del suelo. Ecologiaverde.com; Ecologiaverde.com. <https://www.ecologiaverde.com/que-es-la-degradacion-del-suelo-2075.html>
- Nutriendo cultivos sanos. (n.d.). https://www.ciaorganico.net/documypublic/822_Biofertilizantes-_cultivos_sanos.pdf

- Perú. Ministerio del Ambiente Guía para el Muestreo de Suelos / Ministerio del Ambiente. Dirección General de Calidad Ambiental. -- Lima: MINAM, 2014.
- Petro, D. (2023, July 20). Degradación Del Suelo: Técnicas Para Evitar Sus Efectos. EOS Data Analytics. <https://eos.com/es/blog/degradacion-del-suelo/#:~:text=Efectos%20Y%20Consecuencias%20Del%20Deterioro,d iariamente%20a%20diversas%20consecuencias%20directas>
- Probelte. (2019, October 7). *¿Cómo actúan los biofertilizantes en el suelo y los cultivos?* Probelte España. <https://probelte.com/es/noticias/como-actuan-los-biofertilizantes-en-el-suelo-y-los-cultivos/>
- PROAIN Tecnología. (2020, October 6). LOS MACRONUTRIENTES Y SU RELACIÓN EN EL SUELO. ProainShop; ProainShop. <https://proain.com/blogs/notas-tecnicas/los-macronutrientes-y-surelacion-en-el-suelo>.
- Puig, A. (2023, May 15). *¿Cómo se pueden recuperar los suelos degradados?: Mejora la fertilidad del terreno con estrategias efectivas.* AgriculturaWiki; AgriculturaWiki. <https://agriculturawiki.com/como-se-pueden-recuperar-los-suelos-degradados-mejora-la-fertilidad-del-terreno-con-estrategias-efectivas/>
- Roldán, L. (2020, June 29). Bioindicadores: qué son, tipos y ejemplos. Ecologiaverde.com; Ecologiaverde.com. <https://www.ecologiaverde.com/bioindicadores-que-son-tipos-y-ejemplos-2846.html>
- Román, P.; Martínez, M.; y Pantoja, A. (2013) Manual de compostaje del agricultor/Fao, Oficina Regional para América Latina y el Caribe Santiago de Chile. 122 p.
- Santiago, Y. (2019). *Influencia de los cultivos de gramíneas (Zea mays) y leguminosas (Phaseolus vulgaris) en la calidad del suelo de San Juan de Miraflores, distrito de San Francisco de Cayrán – Huánuco, 2019.* [Tesis para optar el título profesional de ingeniero ambiental]. Universidad de Huánuco; Huánuco - Perú. <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/2229>
- Supo, J. (2018). Seminario de investigación científica. Arequipa, Perú: bioestadística.

Terra agricultura sostenible (2023). Facebook.com.
<https://www.facebook.com/profile.php?id=100076055985812>

Vilches, J. (2022). *Evaluación de dosis de fertilización convencional y biofertilizantes en el cultivo de maíz (Zea mays L.)*, UNA, Managua, 2021-2022. [Trabajo de tesis para optar el grado de ingeniero agrónomo]. Universidad Nacional Agraria; Managua – Nicaragua.
<https://repositorio.una.edu.ni/4577/>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Lavado Berrospi, S. (2026). *Efecto de un biofertilizante natural para mejorar la calidad del suelo haciendo uso de un bioindicador, Huánuco 2025* [Tesis de postgrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

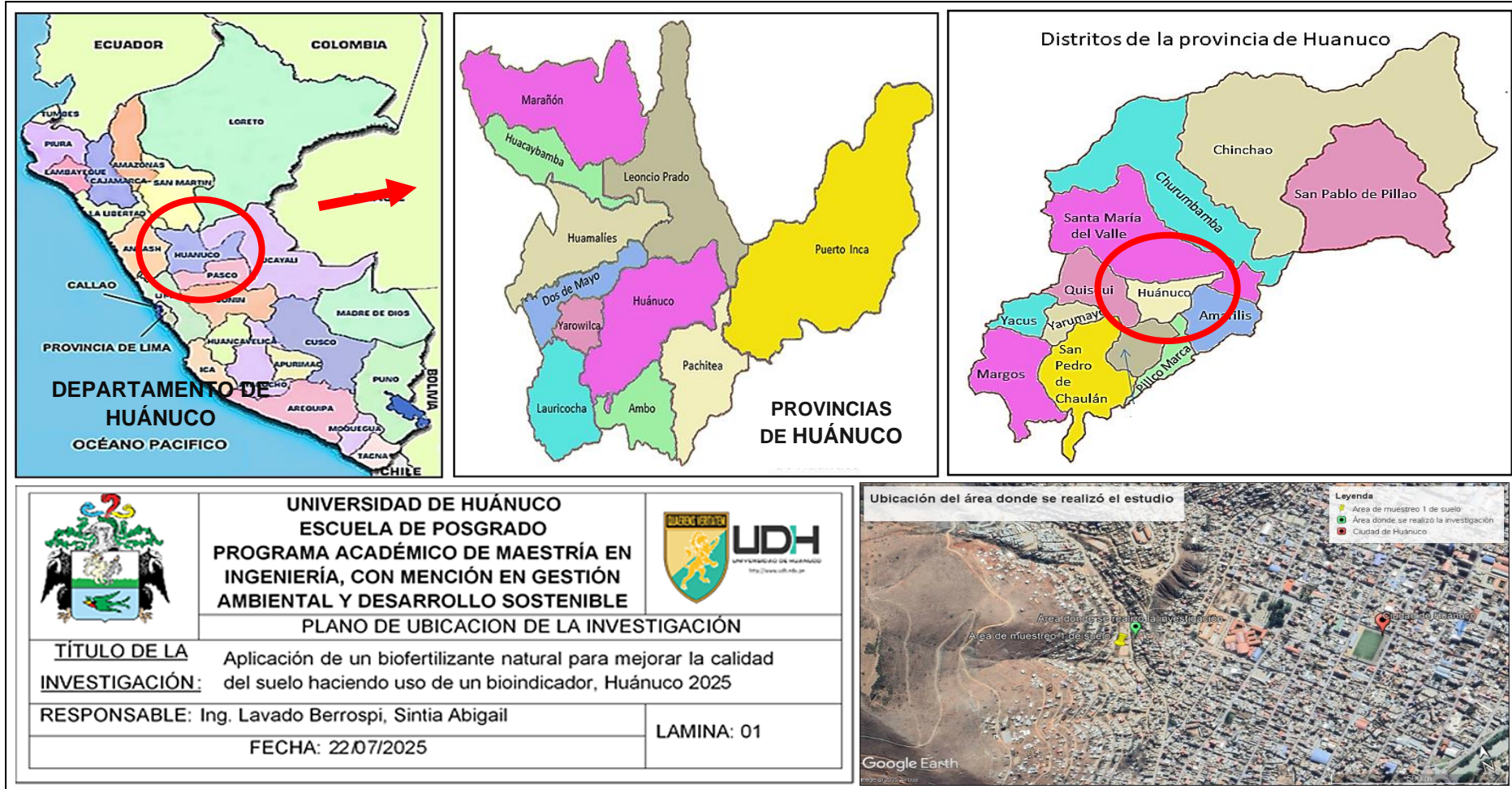
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSION	INDICADORES	POBLACION Y MUESTRA
<p>Problema general: ¿Cuál será el efecto de un biofertilizante natural para mejorar la calidad del suelo haciendo uso de un bioindicador, Huánuco 2025?</p> <p>Problemas Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> ¿Cuál será la calidad del suelo antes y después de la aplicación del biofertilizante natural al 5%, 10% y 20 %? 	<p>General: Evaluar el efecto de un biofertilizante natural para mejorar la calidad del suelo haciendo uso de un bioindicador, Huánuco 2025.</p> <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Determinar los parámetros fisicoquímicos del suelo antes y después de la aplicación del biofertilizante natural al 5%, 10% y 20 %. Determinar el efecto del biofertilizante natural al 5%, 	<p>General: Ha: La aplicación del biofertilizante natural mejora la calidad del suelo, Huánuco 2025. Ho: La aplicación del biofertilizante natural no mejora la calidad del suelo, Huánuco 2025.</p> <p>Específicos: HE1: Los parámetros fisicoquímicos del suelo mejoran después de la aplicación del biofertilizante natural al 5%, 10% y 20 %. HE01: Los parámetros fisicoquímicos del suelo no mejoran después de la aplicación del biofertilizante natural al 5%, 10% y 20 %. HE2: La aplicación del biofertilizante natural al 5%, 10% y 20% mejora el</p>	<p>V. independiente: Biofertilizante Natural.</p>	<p>Parámetros fisicoquímicos</p>	<p>pH</p> <hr/> <p>N, P, K, Ca, Mg, M.O.</p> <hr/> <p>N.º de Dosis</p> <hr/> <p>N.º de repeticiones</p> <hr/> <p>Dosis optima</p> <hr/> <p>Peso</p> <hr/> <p>N.º de muestras</p> <hr/> <p>pH</p> <hr/> <p>Textura</p> <hr/> <p>N, P, K, Mg, Ca, M.O.</p>	<p>Población: La población del suelo correspondió al suelo residencia del punto de muestreo 1 (costado de la loza deportiva Aparicio Pomares – Distrito de Huánuco, véase anexo 16.2) y la población del bioindicador fue las plantas de maíz sembradas en las camas experimentales tal como se muestra en la figura 1.</p> <p>Muestra: Las muestras fueron las que se recolectaron en campo, por lo que se</p>

<ul style="list-style-type: none"> • ¿Cuál será el efecto del biofertilizante natural al 5%, 10% y 20% en el crecimiento del bioindicador (maíz)? • ¿Cuál serán el nivel de los macronutrientes del biofertilizante natural? 	<p>10% y 20% en el crecimiento de (hojas, tallo, y diámetro del tallo) del bioindicador (maíz).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar el nivel de los macronutrientes del biofertilizante natural. 	<p>crecimiento de (hojas, tallo y diámetro del tallo) del bioindicador.</p> <p>HE02: La aplicación del biofertilizante natural al 5%, 10% y 20% no mejora el crecimiento de (hojas, tallo y diámetro del tallo) del bioindicador.</p> <p>HE3: El biofertilizante natural presenta distintos niveles de macronutrientes.</p> <p>HE03: El biofertilizante natural no presenta distintos niveles de macronutrientes.</p>	<p>Parámetros físicos del bioindicador</p>	<p>Altura</p> <hr/> <p>Número de Hojas</p> <hr/> <p>Diámetro del tallo</p> <hr/> <p>Días después de la siembra - DDS</p>	<p>realizó un muestreo no probabilístico del suelo y del bioindicador. Por lo que las muestras de suelo se recolectaron pre y post aplicación de las dosis de biofertilizantes natural. El bioindicador se muestreará las 60 plantas de maíz a los 50 días después de iniciado con la siembra.</p>
--	---	--	--	--	--

Nota. El anexo, muestra la matriz de consistencia del proyecto de investigación la misma que contiene (Problema de investigación, objetivos, hipótesis, variables, dimensión, indicadores, población y muestra).

ANEXO 2

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
ESCUELA DE POSGRADO
PROGRAMA ACADÉMICO DE MAestrÍA EN
INGENIERÍA, CON MENCIÓN EN GESTIÓN
AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE



PLANO DE UBICACION DE LA INVESTIGACIÓN

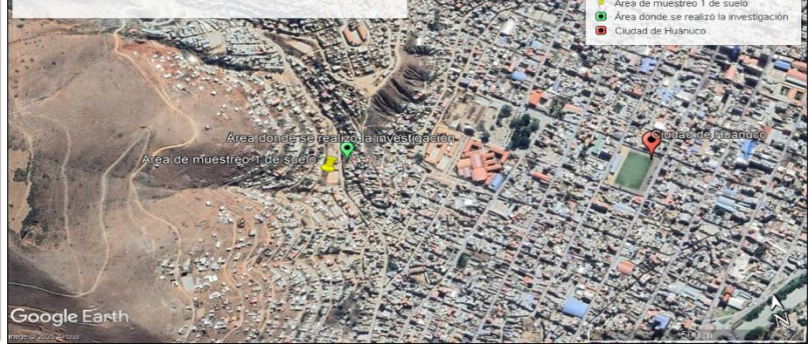
TÍTULO DE LA INVESTIGACIÓN: Aplicación de un biofertilizante natural para mejorar la calidad del suelo haciendo uso de un bioindicador, Huánuco 2025

RESPONSABLE: Ing. Lavado Berrospi, Sintia Abigail

FECHA: 22/07/2025

LAMINA: 01

Ubicación del área donde se realizó el estudio

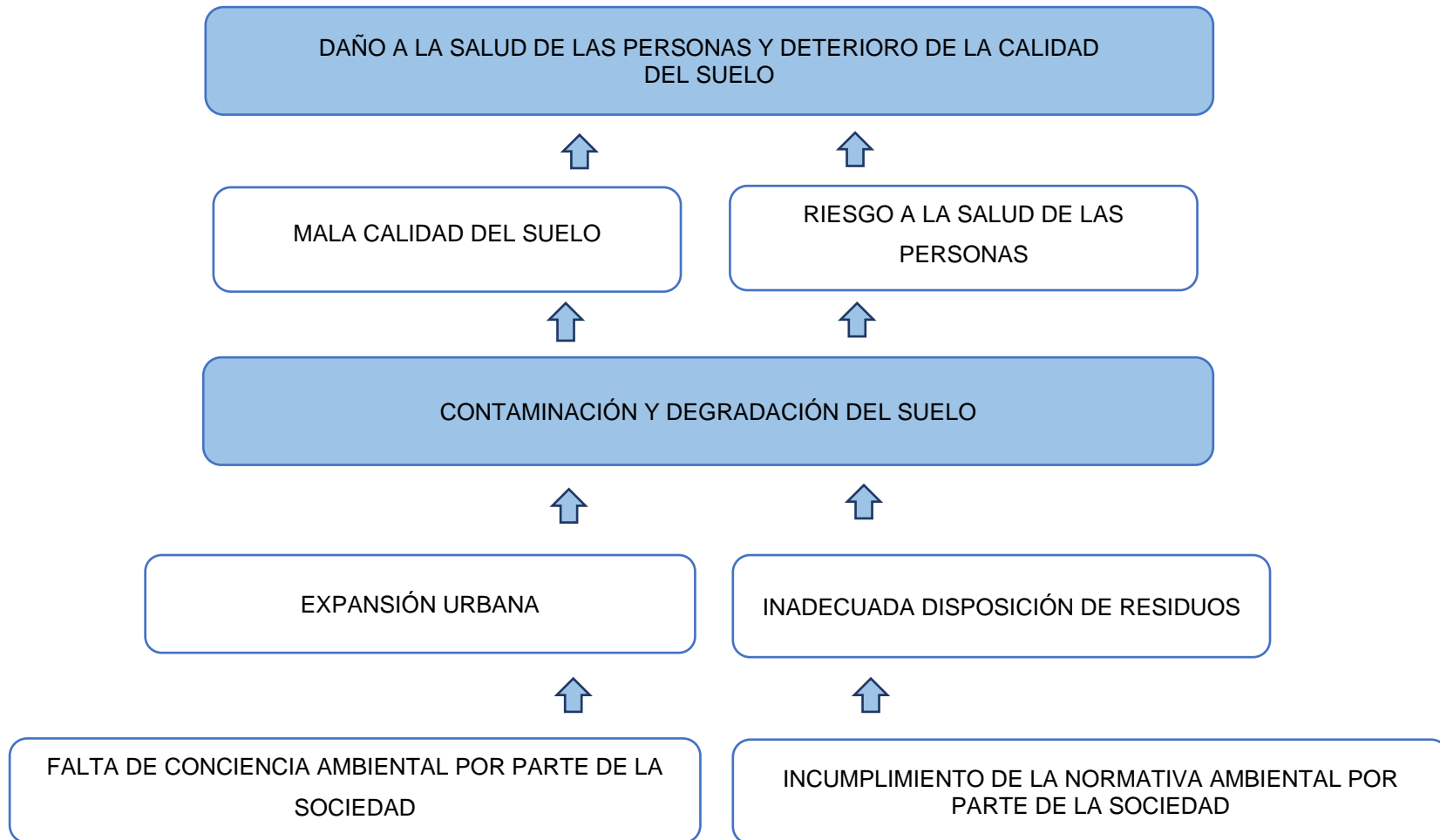


ANEXO 3 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



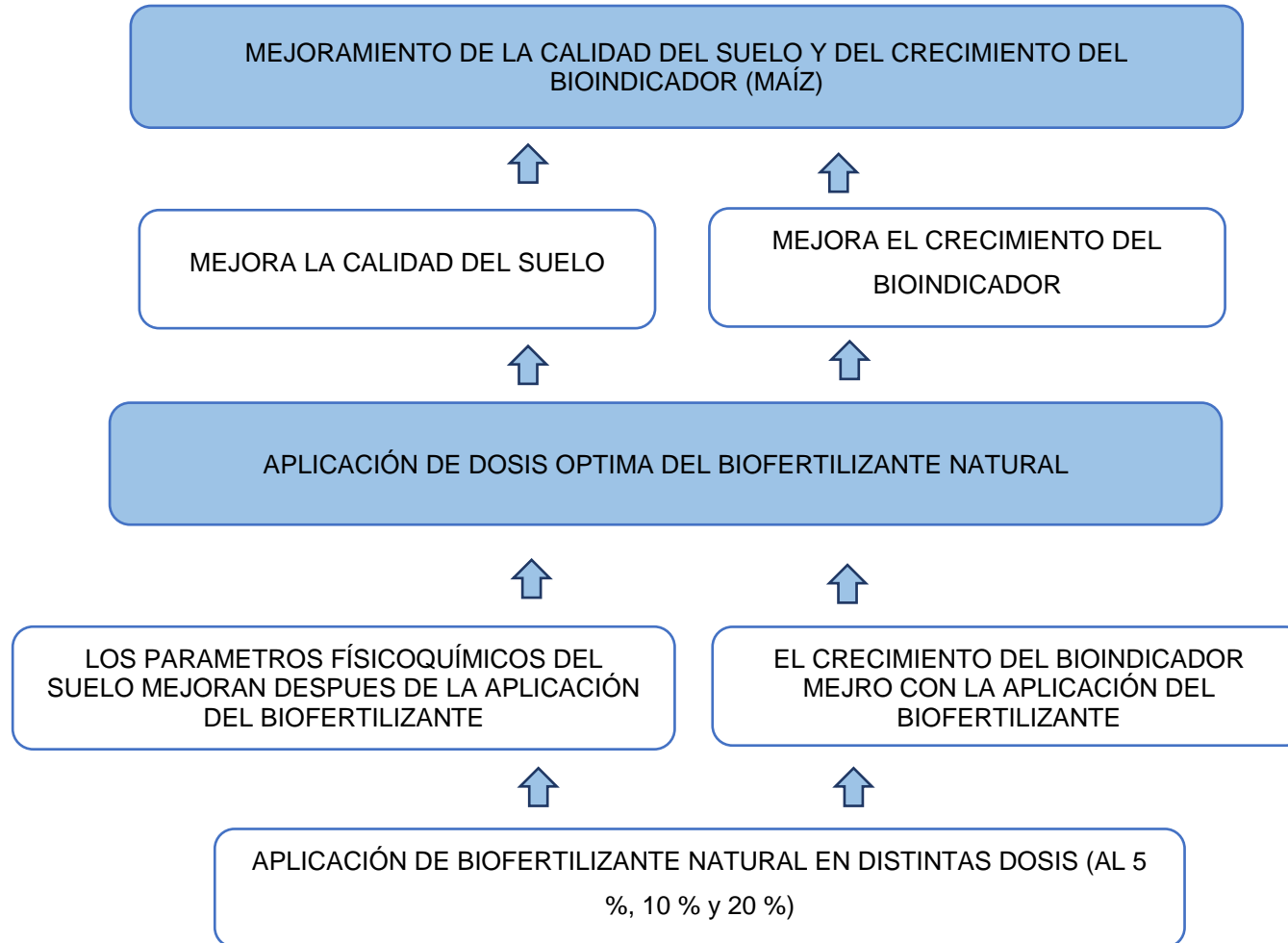
ANEXO 4

ÁRBOL DE CAUSA Y EFECTO



ANEXO 5

ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 6

FORMATO PARA MUESTREO DE SUELO 1 y 2 - RELLENADO

Datos Generales	
Nombre del sitio de muestreo: <u>Aparicio Pomares</u>	Departamento: <u>Huánuco</u>
Razón social: <u> </u>	Provincia: <u>Huánuco</u>
Uso principal: <u>Suelo Residencial / Parques</u>	Distrito: <u>Huánuco</u>
Datos del punto de muestreo	
Coordenadas UTM (X, Y): <u>X: 367716 Y: 8401857</u>	Operador: <u>Sintia A. Lavado Berrospi</u>
Técnica de muestreo: <u>Muestra Simple</u>	Instrumentos usados: <u>Pala, pro; otros</u>
Profundidad: <u>0 - 10 cm</u>	Relleno del agujero después del muestreo: <u>SI</u>
Datos de las muestras	
Clave de la muestra: <u>P1</u>	Número de muestra: <u>01</u>
Fecha de muestreo: <u>22/09/24</u>	Hora: <u>16:45 Hs</u>
Características organolépticas: <u>color rojizo oscuro</u>	Color: <u>Rojizo oscuro</u> Olor: <u> </u>
Textura: <u> </u>	Medido en campo: SI () - No (X)
Cantidad de muestra: <u>200 Kg - para laboratorio (1 Kg)</u>	
Medidas de conservación: <u>La muestra se tubo en un bolso Ziploc con cierre hermético y se cubo de la luz solar.</u>	
Tipo de muestra: <u>Suelo Residencial / Parques</u>	
Detalles/ Observaciones adicionales: <u>Los muestros se llenó en sacos de polietileno, y la muestra que se envia a laboratorio fue de 1kg.</u>	

2024".

Datos Generales	
Nombre del sitio de muestreo: <u>Zona de estudio - Jr. Sotay Hco.</u>	Departamento: <u>Huánuco</u>
Razón social: <u> </u>	Provincia: <u>Huánuco</u>
Uso principal: <u> </u>	Distrito: <u>Huánuco</u>
Datos del punto de muestreo	
Coordenadas UTM (X, Y): <u>X: 362754 Y: 8401888</u>	Operador: <u>Sintia A. Lavado Berrospi</u>
Técnica de muestreo: <u>M. Simple</u>	Instrumentos usados: <u>Espectro</u>
Profundidad: <u>0 - 20 cm</u>	Relleno del agujero después del muestreo: <u> </u>
Datos de las muestras	
Clave de la muestra: <u>(M1-00-50 ; M2-00-50)</u>	Número de muestra: <u>02</u>
Fecha de muestreo: <u>21/01/25</u>	Hora: <u>15:29 - 15:35</u>
Características organolépticas: <u> </u>	Color: <u>Marrón oscuro</u> Olor: <u> </u>
Textura: <u>se realizó en laboratorio</u>	Medido en campo: SI () - No (X)
Cantidad de muestra: <u>02 kg</u>	
Medidas de conservación: <u>bolso Ziploc, sellado herméticamente</u>	
Tipo de muestra: <u>Suelo</u>	
Detalles/ Observaciones adicionales: <u>Se realizó una muestra simple de 114 x Repetición.</u>	

Datos Generales D1 → (Dosis 1)	
Nombre del sitio de muestreo: Zona de estudio - Jr. Jectoy 498 Hco	Departamento: Huancayo
Razón social:	Provincia: Huancayo
Uso principal:	Distrito: Huancayo
Datos del punto de muestreo	
Coordenadas UTM (X, Y): X: 362760 Y: 8901889	Operador: Simha A. Lovado Berrospi
Técnica de muestreo: Muestreo Simple	Instrumentos usados: Espátula
Profundidad: 0 - 20 cm	Relleno del agujero después del muestreo: <input checked="" type="checkbox"/>
Datos de las muestras	
Clave de la muestra: M1-D1-SU, M2-D1-SU, M3-D1-SU	Numero de muestra: 03
Fecha de muestreo: 21/01/25	Hora: 15:46 - 15:49 - 15:51
Características organolépticas: —	Color: Marrón oscuro Olor: —
Textura: Se analizara en laboratorio	Medido en campo: Si () - No (X)
Cantidad de muestra: 03 kg	
Medidas de conservación: Bolsa Ziploc con Sierra Hermética	
Tipo de muestra: Suelo	
Detalles/ Observaciones adicionales: Se recolecto 1 muestra simple de 1kg x Repetición	

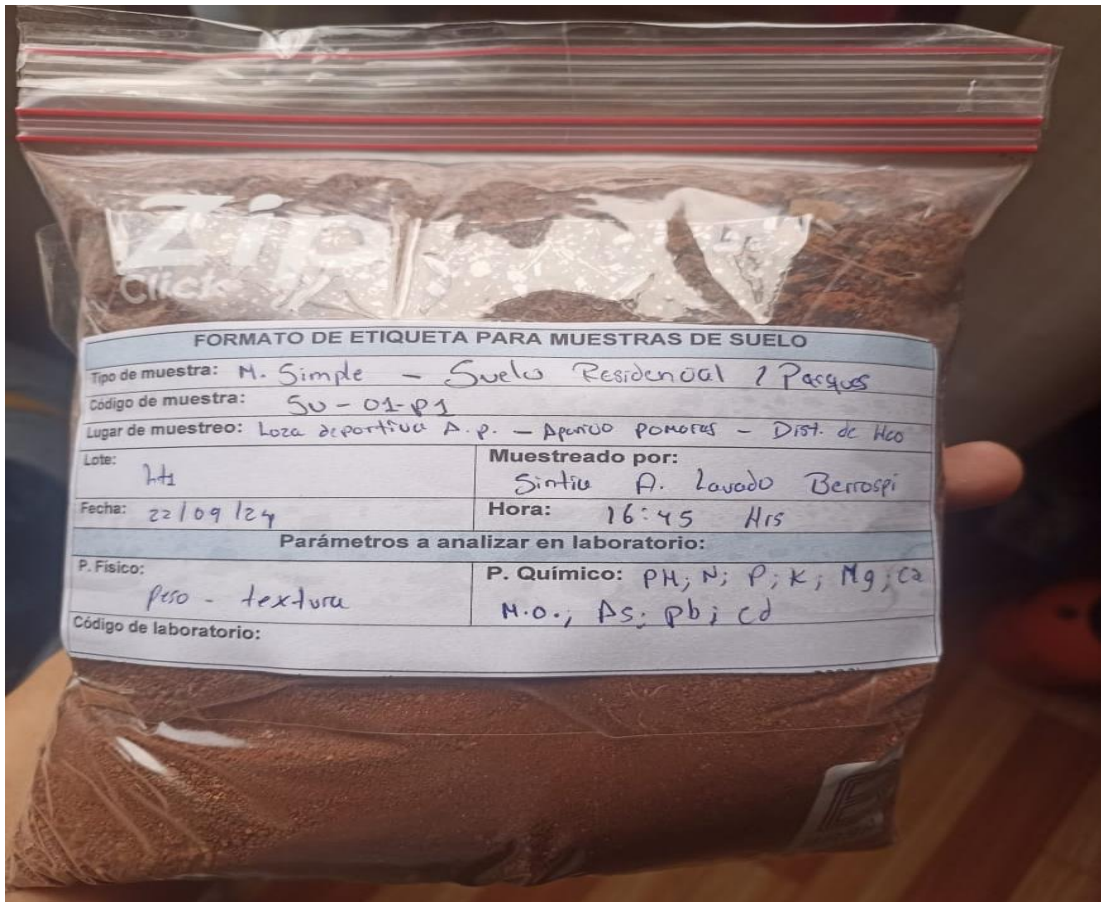
Datos Generales D2 (Dosis 2)	
Nombre del sitio de muestreo: Zona de estudio - Jr. Jectoy 498 - Hco	Departamento: Hco
Razón social:	Provincia: Hco
Uso principal:	Distrito: Hco
Datos del punto de muestreo	
Coordenadas UTM (X, Y): X: 362763 Y: 8901897	Operador: Simha A. Lovado Berrospi
Técnica de muestreo: Muestreo Simple	Instrumentos usados: Espátula
Profundidad: 0 - 20 cm	Relleno del agujero después del muestreo: Si
Datos de las muestras	
Clave de la muestra: M1-D2-SU, M2-D2-SU, M3-D2-SU	Numero de muestra: 03
Fecha de muestreo: 21-01-25	Hora: 15:52 - 16:00 - 16:03
Características organolépticas: —	Color: Marrón Oscuro Olor: —
Textura: Se recolecto en laboratorio	Medido en campo: Si () - No (X)
Cantidad de muestra: 03 kg	
Medidas de conservación: Bolsa Ziploc con Sierra Hermética	
Tipo de muestra: Suelo	
Detalles/ Observaciones adicionales: Se recolecto 1 muestra simple de 1kg x Repetición	

Datos Generales		D7 (Dosis 3)
Nombre del sitio de muestreo:	Zona de Estudio - Jr. Jockey 458-140	Departamento:
Razón social:	—	Provincia: HCO
Uso principal:	—	Distrito:
Datos del punto de muestreo		
Coordenadas UTM (X, Y):	X: Y:	Operador: Sinto P. Lizardo Berrospi
Técnica de muestreo:	Muestra Simple	Instrumentos usados: Espátula
Profundidad:	0-20 cm	Relleno del agujero después del muestreo: Si
Datos de las muestras		
Clave de la muestra:	M1-D7-S4, M2-D7-S4 y M3-D7-S4	Numero de muestra: 09
Fecha de muestreo:	21/07/25	Hora: 16:10 - 16:13 - 16:16
Características organolépticas:	—	Color: Hueso Oscuro Olor: —
Textura:	Se realiza el análisis en laboratorio	Medido en campo: Si () - No (X)
Cantidad de muestra:	03 Kg	
Medidas de conservación:	Bolsa Ziploc con leon hermético	
Tipo de muestra:	Suelo	
Detalles/ Observaciones adicionales: Si se hace 1 muestra simple de cada 1kg de cada repetición		

ANEXO 7

FORMATO DE ETIQUETA PARA MUESTRAS DE SUELO - RELLENADO

FORMATO DE ETIQUETA PARA MUESTRAS DE SUELO	
Tipo de muestra: M. Simple - Suelo Residencial / Parques	
Código de muestra: SU-01-P1	
Lugar de muestreo: Loza deportiva A.p. - Aparto pomeres - Dist. de Hco	
Lote: H1	Muestreado por: Sintia A. Lavado Berrospi
Fecha: 22/09/24	Hora: 16:45 Hrs
Parámetros a analizar en laboratorio:	
P. Físico: peso - textura	P. Químico: PH; N; P; K; Mg; Ca M.o.; As; Pb; Cd
Código de laboratorio:	



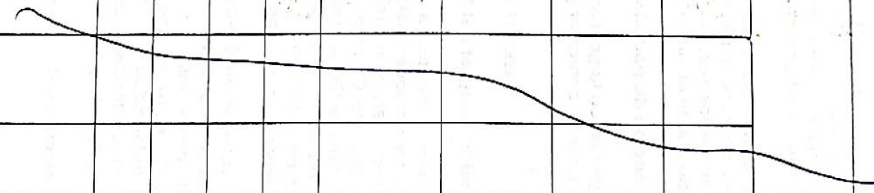
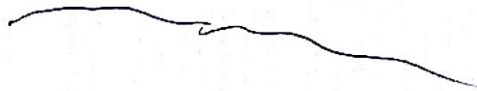
ANEXO 8

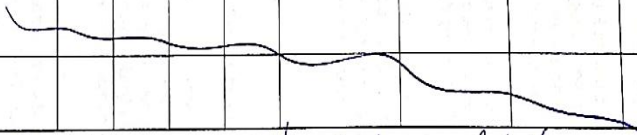
FORMATO DE ETIQUETA PARA EL BIOFERTILIZANTE NATURAL. - RELLENADO

FORMATO DE ETIQUETA PARA EL BIOFERTILIZANTE NATURAL	
Tipo de insumo:	Abrono líquido
Denominación:	Biofertilizante Natural
Código:	BN-01
Fecha y hora de embazado:	02-02-25 → para mandar a laboratorio
Lote:	21
Contenido (L):	100 ml
Tipo de aplicación:	Directa al suelo
Dosis:	utilizado para el estudio 5% - 10% - 20%
Volumen de aplicación:	5% (125 ml) 10% (250 ml) - 20% (500 ml)
Otras indicaciones:	Se mandara para el analisis en laboratorio de los siguientes parametros (PH, M.O./N, Ca, Mg, K, P).

ANEXO 9

FICHA DE MUESTREO DE SUELO DE ACUERDO A LAS DOSIS DE ESTUDIO - RELLENADO

Lugar donde se realiza la investigación: Zona de estudio					Distrito: Huancayo					
Provincia: Huancayo					Departamento: Huancayo					
Coordenadas utm de la zona de muestreo: E: 762259 N: 8901888					Altitud: 1996.5 m					
Fecha y hora del muestreo	Zona de muestreo de acuerdo a la dosis				Profundidad de muestreo	N.º de muestra simple	Código de muestra (s)	Peso de la muestra	Numero de muestra compleja	Código de muestra (c)
	D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%						
21/01/25 - 15:29				X	0-20 cm	1	M1-00	1kg	1	M1-00-SU
21/01/25 - 15:35				X	0-20 cm	1	M2-00	1kg	1	M2-00-SU
										
OBSERVACIONES:										
										

Lugar donde se realiza la investigación: Zona de estudio					Distrito: Huancayo					
Provincia: Huancayo					Departamento: Huancayo					
Coordenadas utm de la zona de muestreo: E: 762760 N: 8901889					Altitud: 1991.8 m.s.n.m					
Fecha y hora del muestreo	Zona de muestreo de acuerdo a la dosis				Profundidad de muestreo	N.º de muestra simple	Código de muestra (s)	Peso de la muestra	Numero de muestra compleja	Código de muestra (c)
	D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%						
21/01/25 - 15:48	X				0-20 cm	1	M1-D1	1kg	1	M1-D1-SU
21/01/25 - 15:49	X				0-20 cm	1	M2-D1	1kg	1	M2-D1-SU
21/01/25 - 15:51	X				0-20 cm	1	M3-D1	1kg	1	M3-D1-SU
										
OBSERVACIONES: Se realizó un muestro simple por repetición.										

Lugar donde se realiza la investigación: Zona de Estudio					Distrito: Huancayo					
Provincia: Huancayo					Departamento: Huancayo					
Coordenadas utm de la zona de muestreo: E: 362763 N: 8901897					Altitud: 1993.9					
Fecha y hora del muestreo	Zona de muestreo de acuerdo a la dosis				Profundidad de muestreo	N.º de muestra simple	Código de muestra (s)	Peso de la muestra	Numero de muestra compleja	Código de muestra (c)
	D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%						
21/01/25 - 15:57		X			0-20 cm	1	M1-D2	1 kg	1	M1-D2-SU
21/01/25 - 16:00		X			0-20 cm	1	M2-D2	1 kg	1	M2-D2-SU
21/01/25 - 16:07		X			0-20 cm	1	M3-D3	1 kg	1	M3-D2-SU
OBSERVACIONES: Se Recolecta una Muestra Simple por Repetición.										

Lugar donde se realiza la investigación: Zona de Estudio					Distrito: Huancayo					
Provincia: Huancayo					Departamento: Huancayo					
Coordenadas utm de la zona de muestreo: E: 362763 N: 8901897					Altitud: 1996.0 m.s.n.m					
Fecha y hora del muestreo	Zona de muestreo de acuerdo a la dosis				Profundidad de muestreo	N.º de muestra simple	Código de muestra (s)	Peso de la muestra	Numero de muestra compleja	Código de muestra (c)
	D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%						
21/01/25 - 16:10			X			1	M1-D3	1 kg	1	M1-D3-SU
21/01/25 - 16:13			X			1	M2-D3	1 kg	1	M2-D3-SU
21/01/25 - 16:16			X			1	M3-D3	1 kg	1	M3-D3-SU
OBSERVACIONES: Se Recolecta una Muestra Simple por Repetición.										

ANEXO 10

PROTOCOLO DE ELABORACIÓN DEL BIOFERTILIZANTE NATURAL

PROTOCOLO DE ELABORACIÓN DEL BIOFERTILIZANTE NATURAL	
INTRODUCCIÓN	Se tuvo la necesidad de contar con un protocolo de cómo se elaboró el biofertilizante natural, que indique los procedimientos a seguir para la obtención del producto (biofertilizante natural) que se utilizó como insumo en la investigación titulada Efecto de un biofertilizante natural para mejorar la calidad del suelo haciendo uso de un bioindicador, Huánuco 2025.
OBJETIVO	Contar con un protocolo de elaboración del biofertilizante natural para el presente estudio.
ALCANCE Y APLICACIÓN	El presente Protocolo de elaboración del biofertilizante natural, es específicamente para la investigación.
PREPARACIÓN DE MATERIALES, EQUIPOS E INDUMENTARIA DE PROTECCIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • Materiales: Bidón de 80 Lt con tapa, Baldes de 20 L, Manguera transparente, Palo de escoba, Otros. • Equipos: Multiparámetro, Cámara fotográfica, GPS. • Indumentaria de protección: Guantes, Lentes, Mascarilla, Guardapolvo. • Formatos: Ficha de datos de Campo, Etiquetas. • Otros: Lapicero, Plumones, Cinta Adhesiva, Papel, Libreta de Campo, Tablero. • Insumos: Agua limpia (Agua de lluvia o agua sin cloro), M.E., insumos con NPK, así mismo se recolectarán diversos insumos orgánicos (frutas y verdura) descompuestas que contengan NPK. <ul style="list-style-type: none"> ✓ 3 kg de frutas y verduras que contiene nitrógeno – N, como: Mandarinas, Naranjas, Rábano, Remolacha o Coliflor. ✓ 3 kg de frutas y verduras que contiene nitrógeno – P, como: Espinaca, Patatas, Perejil, Manzana, Melón. ✓ 3 kg de frutas y verduras que contiene Potasio – K, como: Plátanos, Melones, Mangos, Tomate, Brócoli, Alfalfa, Calabazas. • Microorganismos y nutrientes: Leche (aporta bacterias), Melaza, ceniza (aporta minerales), roca fosfórica o guano de isla.
FORMA DE ELABORACIÓN	<ul style="list-style-type: none"> • El bidón de 80 lt de ubica en un lugar fresco, limpio y protegido del sol directo y la lluvia. Temperatura ambiente. • Se debe llenar el bidón con 2/3 de agua 53 lt (Agua de lluvia o agua sin cloro). • Preparar 40 gr de levadura en ½ litro de agua tibia y una cuchara de azúcar, remover y dejar reposar por 15 minutos. • Adicionar las frutas y verduras picadas. • Adicionar 1.5 kg de ceniza. • 1 kg de azúcar. • ½ litro de melaza liquida. • 1 lt de leche.

	<ul style="list-style-type: none"> • 1 kg de guano de isla. • Adicionar la levadura activada. • Remover la mezcla por 10 minutos. • La tapa del bidón debe contar con una manguera instalada en su mitad, y debe estar bien ajustada o impermeabilizada con silicona. • Se procede a tapar el bidón y asegurar el mismo, el otro extremo de la manguera se debe colocar en una botella de 3 litros con agua. Con la finalidad que es no entre oxígeno en la mezcla. • Así mismo se sabrá que el biofertilizante está listo cuando ya no se ve burbujas en el agua. <p>Un biofertilizante líquido (biol) puede estar listo en un plazo de 30 a 90 días, dependiendo principalmente del clima y las condiciones de fermentación. La fermentación, que debe ser anaeróbica (sin oxígeno) y cerrada, se considera completa cuando ya no se observan burbujas, lo cual indica que el gas ha dejado de producirse. En climas cálidos, el proceso es más rápido (30-45 días), mientras que en climas fríos puede demorar más (75-90 días).</p>
TOMA DE DATOS DE CAMPO	<ul style="list-style-type: none"> • Los parámetros a medir en campo serán la cantidad de los insumos utilizados, los días que se tomarán en la preparación del biofertilizante, el volumen final del producto obtenido. El análisis de sus macronutrientes.
APLICACIÓN DEL BIOFERTILIZANTE	<p>El biofertilizante se aplicará directamente en el suelo junto con el agua de riego, en distintas dosis (5 %, 10% y 20%). Para el propósito de esta investigación se aplicará a los 5, 20 y 35 días después de la siembra.</p>

Nota. El protocolo se realizó en base datos proporcionados a estudios preliminares. Fuente: CEUTA (2006) y YouTube (2025) Así se prepara el biol, el fertilizante natural <https://www.youtube.com/watch?v=besOcSVr5p8&t=10s>

ANEXO 11

FICHA PARA LA APLICACIÓN DE LAS DOSIS Y/O RIEGO - RELLENADO

Lugar donde se realiza la investigación: <u>PP. JS. Apurucamarca</u>										Distrito: <u>Huco</u>			
Provincia: <u>Huco</u>										Departamento: <u>Huco</u>			
Coordenadas UTM de la zona de muestreo: <u>E: 362760 N: 896788</u>										Altitud: <u>1994 msnm</u>			
Denominación del biofertilizante a aplicar: _____													
Fecha y hora de la aplicación	Dosis				Riego	Volumen		N.º de repetición			DD ₅	Observaciones	
	D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	H2O	Biofer.	Agua	R1	R2	R3			No cor.
03/12/24				X	X		2.5L X	X	X	X		01	Se realizó el riego con 2.5 litros de Agua
07/12/24				X	X		2.5L X	X	X	X		05	Se realizó el riego con 2.5 litros de Agua
09/12/24				X	X		2.5L X	X	X	X		09	Se realizó el riego con 2.5 litros de Agua
15/12/24				X	X		2.5L X	X	X	X		13	Se realizó el riego con 2.5 litros de Agua
18/12/24				X	X		2.5L X	X	X	X		16	1 = < < < > >
* Biofer.: Biofertilizante. * No cor.: No corresponde. * DD ₅ : Dias después de iniciado la siembra * D1: Dosis uno al 5% * D2: Dosis uno al 10% * D3: Dosis uno al 20% * D0: Dosis 0 al 0% * R1, R2 y R3: Son las repeticiones													

Lugar donde se realiza la investigación: <u>PP. SS. Apurucamarca</u>										Distrito: <u>Huco</u>			
Provincia: <u>Huco</u>										Departamento: <u>Huco</u>			
Coordenadas UTM de la zona de muestreo: <u>E: 362760 N: 896788</u>										Altitud: <u>1994 msnm</u>			
Denominación del biofertilizante a aplicar: _____													
Fecha y hora de la aplicación	Dosis				Riego	Volumen		N.º de repetición			DD ₅	Observaciones	
	D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	H2O	Biofer.	Agua	R1	R2	R3			No cor.
22/12/24				X			2.5L	X	X	X		20	Se realizó el riego con 2.5 litros de Agua
26/12/24				X			2.5L	X	X	X		24	Se realizó el riego con 2.5 litros de Agua. Se realizó el riego con
30/12/24				X			2.5L	X	X	X		28	Se realizó el riego con 2.5 litros de Agua
02/01/25				X			2.5L	X	X	X		31	Se realizó el riego con 2.5 litros de Agua
06/01/25				X			2.5L	X	X	X		35	Se realizó el riego con 2.5 litros de Agua
* Biofer.: Biofertilizante. * No cor.: No corresponde. * DD ₅ : Dias después de iniciado la siembra * D1: Dosis uno al 5% * D2: Dosis uno al 10% * D3: Dosis uno al 20% * D0: Dosis 0 al 0% * R1, R2 y R3: Son las repeticiones													

Lugar donde se realiza la investigación: Pp 57 A punto puna		Distrito: HCO											
Provincia: HCO		Departamento: HCO											
Coordenadas UTM de la zona de muestreo: E: 762760 W: 8909888		Altitud: 1994 msnm											
Denominación del biofertilizante a aplicar: —													
Fecha y hora de la aplicación	Dosis				Riego	Volumen		N.º de repetición				DDJ	Observaciones
	D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	H2O	Biofer.	Agua	R1	R2	R3	No cor.		
10/01/25				X	X		2.5L	X	X	X		39	Se realizó el riego con 2.5 litros de agua
13/01/25				X	X		2.5L	X	X	X		42	Se realizó el riego con 2.5 litros de agua
16/01/25				X	X		2.5L	X	X	X		45	Se realizó el riego con 2.5 litros de agua
18/01/25				X	X		2.5L	X	X	X		47	Se realizó el riego con 2.5 litros de agua
20/01/25				X	X		2.5L	X	X	X		49	Se realizó el riego con 2.5 litros de agua
* Biofer.: Biofertilizante.		* No cor.: No corresponde		* DDJ: Días después de iniciado el cultivo		* D1: Dosis uno al 5%							
* D2: Dosis uno al 10%		* D3: Dosis uno al 20%		* D0: Dosis 0 al 0%		* R1, R2 y R3: Son las repeticiones							

Nota: La ficha N° 3 es la ficha de campo que se utilizara para registrar datos según corresponda la aplicación de las dosis

Lugar donde se realiza la investigación: P-5. A punto puna		Distrito: HCO											
Provincia: HCO		Departamento: HCO											
Coordenadas UTM de la zona de muestreo: E: 762760 W: 8909888		Altitud: 1994 msnm											
Denominación del biofertilizante a aplicar: Biofertilizante natural													
Fecha y hora de la aplicación	Dosis				Riego	Volumen		N.º de repetición				DDJ	Observaciones
	D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	H2O	Biofer.	Agua	R1	R2	R3	No cor.		
05/12/24	X				X		2.5L	X	X	X		61	Se realizó el riego con 2.5 litros de agua
07/12/24	X					125ml	2.5L	X	X	X		65	Se realizó el riego con 2.5L de agua mas 125ml del biofertilizante
11/12/24	X				X		2.5L	X	X	X		69	Se realizó el riego con 2.5 L de agua
15/12/24	X				X		2.5L	X	X	X		13	" " "
18/12/24	X				X		2.5L	X	X	X		16	Se realizó el riego con 2.5L de agua
* Biofer.: Biofertilizante.		* No cor.: No corresponde		* DDJ: Días después de iniciado el cultivo		* D1: Dosis uno al 5%							
* D2: Dosis uno al 10%		* D3: Dosis uno al 20%		* D0: Dosis 0 al 0%		* R1, R2 y R3: Son las repeticiones							

Lugar donde se realiza la investigación: P.P. 33 Nuevo Pomaque											Distrito: Hco		
Provincia: Hco											Departamento Hco		
Coordenadas UTM de la zona de muestreo: E: 362760 N: 8901888											Altitud: 1494 msnm		
Denominación del biofertilizante a aplicar: Biofertilizante Pomaque													
Fecha y hora de la aplicación	Dosis				Riego	Volumen		N.º de repetición			DDI	Observaciones	
	D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%		H2O	Biofer.	Agua	R1	R2			R3
22/12/24	X					125 ml	2.5L	X	X	X		70	Se realizó el riego con 2.5L de Agua mas 125ml de biofertilizante
26/12/24	X				X		2.5L	X	X	X		24	Se realizó el riego con 2.5L de H2O
30/12/24	X				X		2.5L	X	X	X		28	Se realizó el riego con 2.5L de H2O
02/01/25	X				X		7.5L	X	X	X		31	Se realizó el riego con 7.5L de H2O
06/01/25	X					125 ml	2.5L	X	X	X		35	Se realizó el riego con 7.5L de Agua + 125ml de biofertilizante
* Biofer.: Biofertilizante. * No cor.: No corresponde. * DDI: Días después de iniciado la siembra * D1: Dosis uno al 5% * D2: Dosis uno al 10% * D3: Dosis uno al 20% * D0: Dosis 0 al 0% * R1, R2 y R3: Son las repeticiones													

Lugar donde se realiza la investigación: P.P. 33 Nuevo Pomaque											Distrito: Hco		
Provincia: Hco											Departamento Hco		
Coordenadas UTM de la zona de muestreo: E: 362760 N: 8901888											Altitud: 1494 msnm		
Denominación del biofertilizante a aplicar: Biofertilizante Pomaque													
Fecha y hora de la aplicación	Dosis				Riego	Volumen		N.º de repetición			DDI	Observaciones	
	D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%		H2O	Biofer.	Agua	R1	R2			R3
16/01/25	X				X		2.5L	X	X	X		39	Se realizó el riego con 2.5L de H2O
17/01/25	X				X		2.5L	X	X	X		42	Co < r
16/01/25	X				X		2.5L	X	X	X		45	Co < r
18/01/25	X				X		2.5L	X	X	X		42	Co > r
20/01/25	X				X		2.5L	X	X	X		49	Se realizó el riego con 2.5L de H2O
* Biofer.: Biofertilizante. * No cor.: No corresponde. * DDI: Días después de iniciado la siembra * D1: Dosis uno al 5% * D2: Dosis uno al 10% * D3: Dosis uno al 20% * D0: Dosis 0 al 0% * R1, R2 y R3: Son las repeticiones													

Lugar donde se realiza la investigación: P.S. Pampa Pomaraj		Distrito: HCO											
Provincia: HCO		Departamento: HCO											
Coordenadas UTM de la zona de muestreo: E: 762760 N: 8401888		Altitud: 1494 msnm											
Denominación del biofertilizante a aplicar: Biofertilizante Natural													
Fecha y hora de la aplicación	Dosis				Riego	Volumen		N.º de repetición			DDf	Observaciones	
	D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	H2O	Biofer.	Agua	R1	R2	R3			No cor.
03/12/24		X			X		25L	X	X	X		01	Se realizó el riego con 25L de H2O
07/12/24		X				250ml	25L	X	X	X		05	Se realizó el riego con 25L de H2O + 250ml del biofertilizante
11/12/24		X			X		25L	X	X	X		09	Se realizó el riego con 25L de H2O
15/12/24		X			X		25L	X	X	X		13	Se realizó el riego con 25L de H2O
18/12/24		X			X		25L	X	X	X		16	✓ ✓ ✓ ✓ ✓
* Biofer.: Biofertilizante.		* No cor.: No corresponde.		* DDf: Días después de iniciado el riego		* D1: Dosis uno al 5%							
* D2: Dosis uno al 10%		* D3: Dosis uno al 20%		* D0: Dosis 0 al 0%		* R1, R2 y R3: Son las repeticiones							

Lugar donde se realiza la investigación: P.S. Pampa Pomaraj		Distrito: HCO											
Provincia: HCO		Departamento: HCO											
Coordenadas UTM de la zona de muestreo: E: 762760 N: 8401888		Altitud: 1494 msnm											
Denominación del biofertilizante a aplicar: Biofertilizante Natural													
Fecha y hora de la aplicación	Dosis				Riego	Volumen		N.º de repetición			DDf	Observaciones	
	D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	H2O	Biofer.	Agua	R1	R2	R3			No cor.
22/12/24		X				250ml	25L	X	X	X		20	Se realizó el riego con 25L de H2O + 250ml de biofertilizante
26/12/24		X					25L	X	X	X		24	Se realizó el riego con 25L de H2O
30/12/24		X					25L	X	X	X		28	✓ ✓ ✓ ✓
02/01/25		X					25L	X	X	X		31	Se realizó el riego con 25L de H2O
06/01/25		X				250ml	25L	X	X	X		35	Se realizó el riego con 25L de agua + 250ml del biofertilizante
* Biofer.: Biofertilizante.		* No cor.: No corresponde.		* DDf: Días después de iniciado el riego		* D1: Dosis uno al 5%							
* D2: Dosis uno al 10%		* D3: Dosis uno al 20%		* D0: Dosis 0 al 0%		* R1, R2 y R3: Son las repeticiones							

Lugar donde se realiza la investigación:		P.S. APURUC PUMARCA		Distrito:		HCO							
Provincia:		HCO		Departamento		HCO							
Coordenadas UTM de la zona de muestreo:		E: 362760 N: 8901888		Altitud:		1994 msnm							
Denominación del biofertilizante a aplicar: Biofertilizante Naturu													
Fecha y hora de la aplicación	Dosis				Riego	Volumen		N.º de repetición			DD ₅	Observaciones	
	D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	H2O	Biofer.	Agua	R1	R2	R3			No cor.
10/01/25		X			X		25L	X	X	X		39	Se realizó el riego con 2.5L de H2O
13/01/25		X			X		25L	X	X	X		42	" " " "
16/01/25		X			X		25L	X	X	X		45	" " " "
18/01/25		X			X		25L	X	X	X		47	" " " "
20/01/25		X			X		25L	X	X	X		49	Se realizó el riego con 2.5 L de H2O
* Biofer.: Biofertilizante.		* No cor.: No corresponde.		* DD ₅ : Días después de iniciado el riego		* D1: Dosis uno al 5%							
* D2: Dosis uno al 10%		* D3: Dosis uno al 20%		* D0: Dosis 0 al 0%		* R1, R2 y R3: Son las repeticiones							

Lugar donde se realiza la investigación:		P.S. APURUC PUMARCA		Distrito:		HCO							
Provincia:		HCO		Departamento		HCO							
Coordenadas UTM de la zona de muestreo:		E: 362760 N: 8901888		Altitud:		1994 msnm							
Denominación del biofertilizante a aplicar: Biofertilizante Naturu													
Fecha y hora de la aplicación	Dosis				Riego	Volumen		N.º de repetición			DD ₅	Observaciones	
	D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	H2O	Biofer.	Agua	R1	R2	R3			No cor.
07/12/24			X		X		2.5L	X	X	X		01	Se realizó el riego con 2.5L de H2O
07/12/24			X			500ml	25L	X	X	X		05	Se realizó el riego con 2.5L de H2O + 500ml de Biofertilizante
11/12/24			X		X		2.5L	X	X	X		09	Se realizó el riego con 2.5L de H2O
15/12/24			X		X		2.5L	X	X	X		13	" " " "
18/12/24			X		X		2.5L	X	X	X		16	Se realizó el riego con 2.5L de H2O
* Biofer.: Biofertilizante.		* No cor.: No corresponde.		* DD ₅ : Días después de iniciado el riego		* D1: Dosis uno al 5%							
* D2: Dosis uno al 10%		* D3: Dosis uno al 20%		* D0: Dosis 0 al 0%		* R1, R2 y R3: Son las repeticiones							

Lugar donde se realiza la investigación: P.S. Puro Pomape										Distrito: HCO				
Provincia: HCO										Departamento HCO				
Coordenadas UTM de la zona de muestreo: E: 762760 N: 8901888										Altitud: 1994 msnm				
Denominación del biofertilizante a aplicar: Biofertilizante Natural														
Fecha y hora de la aplicación	Dosis				Riego	Volumen			N.º de repetición				DDI	Observaciones
	D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	H2O	Biofer.	Agua	R1	R2	R3	No cor.			
22/12/24			X			500ml	25L	X	X	X		20	Se realizó el riego con 25 L de H2O + 500 ml de Biofertilizante	
26/12/24			X				25L	X	X	X		24	Se realizó el riego con 25 L de H2O	
30/12/24			X				25L	X	X	X		28	cc ↗	
02/01/25			X				25L	X	X	X		31	cc ↗	
06/01/25			X			500ml	25L	X	X	X		35	Se realizó el riego con 25 L de H2O + 500ml de biofertilizante	
* Biofer.: Biofertilizante. * No cor.: No corresponde. * DDI: Días después de iniciado * D1: Dosis uno al 5%														
* D2: Dosis uno al 10% * D3: Dosis uno al 20% * D0: Dosis 0 al 0% * R1, R2 y R3: Son las repeticiones														

Lugar donde se realiza la investigación: P.S. Puro Pomape										Distrito: HCO				
Provincia: HCO										Departamento HCO				
Coordenadas UTM de la zona de muestreo: E: 762760 N: 8901888										Altitud: 1994 msnm				
Denominación del biofertilizante a aplicar: Biofertilizante Natural														
Fecha y hora de la aplicación	Dosis				Riego	Volumen			N.º de repetición				DDI	Observaciones
	D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	H2O	Biofer.	Agua	R1	R2	R3	No cor.			
10/01/25			X		X		25L	X	X	X		39	Se realizó el riego con 25 L de H2O	
13/01/25			X		X		25L	X	X	X		42	cc ↗	
16/01/25			X		X		25L	X	X	X		45	cc ↗	
18/01/25			X		X		25L	X	X	X		47	cc ↗	
20/01/25			X		X		25L	X	X	X		49	Se realizó el riego con 25 L de H2O	
* Biofer.: Biofertilizante. * No cor.: No corresponde. * DDI: Días después de iniciado * D1: Dosis uno al 5%														
* D2: Dosis uno al 10% * D3: Dosis uno al 20% * D0: Dosis 0 al 0% * R1, R2 y R3: Son las repeticiones														

11.1. APLICACIÓN DE LA CANTIDAD DE BIOFERTILIZANTE NATURAL POR APLICACIÓN DE DOSIS

APLICACIÓN DE LAS DOSIS					
Dosis	N° de aplicación	Fecha de las aplicaciones	* DDS	Volumen de aplicación del insumo	Observaciones
D1: Dosis 1 – 5%	01	07/12/24	05	125 ml	En cada fecha se utilizó 2.5. litros de agua con la cual se mezcló y se realizó el riego.
	02	22/12/24	20	125 ml	
	03	06/01/25	35	125 ml	
D2: Dosis 2 – 10%	01	07/12/24	05	250 ml	En cada fecha se utilizó 2.5. litros de agua con la cual se mezcló y se realizó el riego.
	02	22/12/24	20	250 ml	
	03	06/01/25	35	250 ml	
D3: Dosis 3 – 20%	01	07/12/24	05	500 ml	En cada fecha se utilizó 2.5. litros de agua con la cual se mezcló y se realizó el riego.
	02	22/12/24	20	500 ml	
	03	06/01/25	35	500 ml	
D0: Dosis 0 (Grupo control)	01	07/12/24	05	0 ml	En cada riego se utilizó 2.5. litros de agua.
	02	22/12/24	20	0 ml	
	03	06/01/25	35	0 ml	

* DDS: Días después de la siembra.

ANEXO 12

FICHA PARA EVALUAR EL CRECIMIENTO DEL BIOINDICADOR - RELLENADO

Lugar donde se realiza la investigación: <u>PP57. Parcela promueve</u>										Distrito: <u>Huancayo</u>						
Provincia: <u>Huancayo</u>						Departamento: <u>Huancayo</u>										
Coordenadas UTM de la zona de muestreo: <u>E: 362760 N: 8401888</u>										Altitud: <u>1494</u>						
Denominación del bioindicador a estudiar: <u>MPTZ p.</u>																
N°	Fecha y hora de la evaluación	DDS	Zona de muestreo de acuerdo a dosis				N.° de repetición				Días de germinación	Numero de plantas	Crecimiento de la planta (cm)			
			D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	R1	R2	R3	No cor.			Altura	Numero de Hojas	Diámetro del tallo	
01	21/01/25	50				X	X					—	01	92	5	4
02	21/01/25	50				X	X					—	01	80	6	4
03	21/01/25	50				X	X					—	01	76	6	4
04	21/01/25	50				X	X					—	01	60	5	3
05	21/01/25	50				X	X					—	01	66	7	3
Observaciones: <u>las plantas evaluadas fueron en su totalidad por repetición.</u>																
* Biofer.: Biofertilizante.			* No cor.: No corresponde.				* DDS: Días después de sembrado				* D1: Dosis uno al 5%					
* D2: Dosis uno al 10%			* D3: Dosis uno al 20%				* D0: Dosis 0 al 0%				* R1, R2 y R3: Son las repeticiones					

Lugar donde se realiza la investigación: <u>PP55. Parcela promueve</u>										Distrito: <u>Huancayo</u>						
Provincia: <u>Huancayo</u>						Departamento: <u>Huancayo</u>										
Coordenadas UTM de la zona de muestreo: <u>E: 362760 N: 8401888</u>										Altitud: <u>1494</u>						
Denominación del bioindicador a estudiar: <u>MPTZ</u>																
N°	Fecha y hora de la evaluación	DDS	Zona de muestreo de acuerdo a dosis				N.° de repetición				Días de germinación	Numero de plantas	Crecimiento de la planta (cm)			
			D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	R1	R2	R3	No cor.			Altura	Numero de Hojas	Diámetro del tallo	
01	21/01/25	50				X	X					—	01	95	5	5
02	21/01/25	50				X	X					—	01	66	6	3
03	21/01/25	50				X	X					—	01	76	7	4
04	21/01/25	50				X	X					—	01	92	5	5
05	21/01/25	50				X	X					—	01	80	6	3
Observaciones: <u>las plantas evaluadas fueron en su totalidad por repetición.</u>																
* Biofer.: Biofertilizante.			* No cor.: No corresponde.				* DDS: Días después de sembrado				* D1: Dosis uno al 5%					
* D2: Dosis uno al 10%			* D3: Dosis uno al 20%				* D0: Dosis 0 al 0%				* R1, R2 y R3: Son las repeticiones					

Lugar donde se realiza la investigación: PP. SJ. APENCO POMARES										Distrito: Huancayo					
Provincia: Huancayo										Departamento: Huancayo					
Coordenadas UTM de la zona de muestreo: E: 362760 N: 8401888										Altitud: 1444					
Denominación del bioindicador a estudiar: MAIZ P.															
N°	Fecha y hora de la evaluación	DDS	Zona de muestreo de acuerdo a dosis				N.º de repetición				Días de germinación	Numero de plantas	Crecimiento de la planta (cm)		
			D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	R1	R2	R3	No cor.			Altura	Numero de Hojas	Diámetro del tallo
01	21/01/25	50				X			X		—	01	95	5	5
02	21/01/25	50				X			X		—	01	80	6	5
03	21/01/25	50				X			X		—	01	66	6	3
04	21/01/25	50				X			X		—	01	76	7	4
05	21/01/25	50				X			X		—	01	66	5	5
Observaciones:															
* Biofer.: Biofertilizante.			* No cor.: No corresponde.				* DDS: Días después de sembrado				* D1: Dosis uno al 5%				
* D2: Dosis uno al 10%			* D3: Dosis uno al 20%				* D0: Dosis 0 al 0%				* R1, R2 y R3: Son las repeticiones				

Lugar donde se realiza la investigación: PP. SJ. APENCO POMARES										Distrito: Huancayo					
Provincia: Huancayo										Departamento: Huancayo					
Coordenadas UTM de la zona de muestreo: E: 362760 N: 8401888										Altitud: 1444 m.s.n.m					
Denominación del bioindicador a estudiar: MAIZ															
N°	Fecha y hora de la evaluación	DDS	Zona de muestreo de acuerdo a dosis				N.º de repetición				Días de germinación	Numero de plantas	Crecimiento de la planta (cm)		
			D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	R1	R2	R3	No cor.			Altura	Numero de Hojas	Diámetro del tallo
01	21/01/25	50	X				X				—	01	98	6	4
02	21/01/25	50	X				X				—	01	100	7	4
03	21/01/25	50	X				X				—	01	85	7	4
04	21/01/25	50	X				X				—	01	95	8	4
05	21/01/25	50	X				X				—	01	104	8	4
Observaciones: * Los plots evaluados fueron elegidos lo totalidad por repetición.															
* Biofer.: Biofertilizante.			* No cor.: No corresponde.				* DDS: Días después de sembrado				* D1: Dosis uno al 5%				
* D2: Dosis uno al 10%			* D3: Dosis uno al 20%				* D0: Dosis 0 al 0%				* R1, R2 y R3: Son las repeticiones				

Lugar donde se realiza la investigación: PP. 37 Agrícola POMAER										Distrito: Huancayo					
Provincia: Huancayo										Departamento: Huancayo					
Coordenadas UTM de la zona de muestreo: E: 362760 N: 8901885										Altitud: 1494.5 m					
Denominación del bioindicador a estudiar: HUIZ															
N°	Fecha y hora de la evaluación	DDS	Zona de muestreo de acuerdo a dosis				N.º de repetición				Días de germinación	Numero de plantas	Crecimiento de la planta (cm)		
			D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	R1	R2	R3	No cor.			Altura	Numero de Hojas	Diámetro del tallo
01	21/02/25	50	X					X			—	01	103	6	4
02	21/02/25	50	X					X			—	01	93	8	3
03	21/02/25	50	X					X			—	01	75	7	4
04	21/02/25	50	X					X			—	01	97	9	5
05	21/02/25	50	X					X			—	01	106	8	4
Observaciones: Los pluster evaluados fueron elegidos la totalidad por repetición.															
* Biofer.: Biofertilizante.				* No cor.: No corresponde.				* DDS: Días después de sembrado				* D1: Dosis uno al 5%			
* D2: Dosis uno al 10%				* D3: Dosis uno al 20%				* D0: Dosis 0 al 0%				* R1, R2 y R3: Son las repeticiones			

Lugar donde se realiza la investigación: PP. 37 Agrícola POMAER										Distrito: Huancayo					
Provincia: Huancayo										Departamento: Huancayo					
Coordenadas UTM de la zona de muestreo: E: 362760 N: 8901885										Altitud: 1494					
Denominación del bioindicador a estudiar: HUIZ															
N°	Fecha y hora de la evaluación	DDS	Zona de muestreo de acuerdo a dosis				N.º de repetición				Días de germinación	Numero de plantas	Crecimiento de la planta (cm)		
			D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	R1	R2	R3	No cor.			Altura	Numero de Hojas	Diámetro del tallo
01	21/05/25	50	X					X			—	01	102	7	4
02	21/05/25	50	X					X			—	01	95	8	5
03	21/05/25	50	X					X			—	01	80	7	4
04	21/05/25	50	X					X			—	01	96	6	5
05	21/05/25	50	X					X			—	01	102	8	4
Observaciones:															
* Biofer.: Biofertilizante.				* No cor.: No corresponde.				* DDS: Días después de sembrado				* D1: Dosis uno al 5%			
* D2: Dosis uno al 10%				* D3: Dosis uno al 20%				* D0: Dosis 0 al 0%				* R1, R2 y R3: Son las repeticiones			

Lugar donde se realiza la investigación: pp 57 Pampa Amores-La										Distrito: Huánuco						
Provincia: Huánuco										Departamento: Huánuco						
Coordenadas UTM de la zona de muestreo: E: 762760 N: 8901888										Altitud: 1999						
Denominación del bioindicador a estudiar: Mpi2																
N°	Fecha y hora de la evaluación	DDS	Zona de muestreo de acuerdo a dosis				N.º de repetición				Días de germinación	Numero de plantas	Crecimiento de la planta (cm)			
			D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	R1	R2	R3	No cor.			Altura	Numero de Hojas	Diámetro del tallo	
01	21/01/25	50		X			X					—	01	128	11	5
02	21/01/25	50		X			X					—	01	95	10	5
03	21/01/25	50		X			X					—	01	96	11	4
04	21/01/25	50		X			X					—	01	102	10	4
05	21/01/25	50		X			X					—	01	105	11	5
Observaciones: Las plantas evaluadas fueron elegidas a totalidad de todas las repeticiones.																
* Biofer.: Biofertilizante.			* No cor.: No corresponde.				* DDS: Días después de sembrado				* D1: Dosis uno al 5%					
* D2: Dosis uno al 10%			* D3: Dosis uno al 20%				* D0: Dosis 0 al 0%				* R1, R2 y R3: Son las repeticiones					

Lugar donde se realiza la investigación: pp 57 Pampa Amores-La										Distrito: Huánuco						
Provincia: Huánuco										Departamento: Huánuco						
Coordenadas UTM de la zona de muestreo: E: 762760 N: 8901888										Altitud: 1999						
Denominación del bioindicador a estudiar: Mpi2																
N°	Fecha y hora de la evaluación	DDS	Zona de muestreo de acuerdo a dosis				N.º de repetición				Días de germinación	Numero de plantas	Crecimiento de la planta (cm)			
			D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	R1	R2	R3	No cor.			Altura	Numero de Hojas	Diámetro del tallo	
01	21/01/25	50		X			X					—	01	128	11	5
02	21/01/25	50		X			X					—	01	95	10	5
03	21/01/25	50		X			X					—	01	96	11	4
04	21/01/25	50		X			X					—	01	102	10	4
05	21/01/25	50		X			X					—	01	105	11	5
Observaciones: Las plantas fueron elegidas a totalidad de todas las repeticiones.																
* Biofer.: Biofertilizante.			* No cor.: No corresponde.				* DDS: Días después de sembrado				* D1: Dosis uno al 5%					
* D2: Dosis uno al 10%			* D3: Dosis uno al 20%				* D0: Dosis 0 al 0%				* R1, R2 y R3: Son las repeticiones					

Lugar donde se realiza la investigación: PPSJ. Puerto Pomas										Distrito: Huánuco						
Provincia: Huánuco										Departamento: Huánuco						
Coordenadas UTM de la zona de muestreo: E:362366 N: 8901888										Altitud: 1992						
Denominación del bioindicador a estudiar: MAIZ																
N°	Fecha y hora de la evaluación	DDS	Zona de muestreo de acuerdo a dosis				N.º de repetición				Días de germinación	Numero de plantas	Crecimiento de la planta (cm)			
			D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	R1	R2	R3	No cor.			Altura	Numero de Hojas	Diámetro del tallo	
01	21/01/25	50		X						X		—	01	102	11	5
02	21/01/25	50		X						X		—	01	100	10	5
03	21/01/25	50		X						X		—	01	96	11	4
04	21/01/25	50		X						X		—	01	97	10	4
05	21/01/25	50		X						X		—	01	105	10	4
Observaciones: Las plantas fueron elegidas la totalidad de todas las repeticiones.																
* Biofer.: Biofertilizante.			* No cor.: No corresponde.				* DDS: Días después de sembrado				* D1: Dosis uno al 5%					
* D2: Dosis uno al 10%			* D3: Dosis uno al 20%				* D0: Dosis 0 al 0%				* R1, R2 y R3: Son las repeticiones					

Nota: La fecha N.º 3 es la fecha de campo que se utilizara para registrar datos según corresponda la aplicación de las dosis.

Lugar donde se realiza la investigación: PPSJ. Puerto Pomas										Distrito: Huánuco						
Provincia: Huánuco										Departamento: Huánuco						
Coordenadas UTM de la zona de muestreo: E:362760 N: 8901888										Altitud: 1994						
Denominación del bioindicador a estudiar: P. MAIZ																
N°	Fecha y hora de la evaluación	DDS	Zona de muestreo de acuerdo a dosis				N.º de repetición				Días de germinación	Numero de plantas	Crecimiento de la planta (cm)			
			D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	R1	R2	R3	No cor.			Altura	Numero de Hojas	Diámetro del tallo	
01	21/02/25	50			X		X					—	01	114	10	7
02	21/02/25	50			X		X					—	01	116	12	5
03	21/02/25	50			X		X					—	01	107	12	6
04	21/02/25	50			X		X					—	01	104	11	5
05	21/02/25	50			X		X					—	01	107	10	5
Observaciones: Las plantas evaluadas fueron en su totalidad por cada repetición.																
* Biofer.: Biofertilizante.			* No cor.: No corresponde.				* DDS: Días después de sembrado				* D1: Dosis uno al 5%					
* D2: Dosis uno al 10%			* D3: Dosis uno al 20%				* D0: Dosis 0 al 0%				* R1, R2 y R3: Son las repeticiones					

Lugar donde se realiza la investigación:		P.P. 55. Puerto Paracay		Distrito: Huancayo											
Provincia:		Huancayo		Departamento Huancayo											
Coordenadas UTM de la zona de muestreo:		E: 762760 N: 8901888		Altitud: 1994											
Denominación del bioindicador a estudiar: <i>M. 127</i>															
N°	Fecha y hora de la evaluación	DDS	Zona de muestreo de acuerdo a dosis				N.º de repetición				Días de germinación	Numero de plantas	Crecimiento de la planta (cm)		
			D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	R1	R2	R3	No cor.			Altura	Numero de Hojas	Diámetro del tallo
01	21/02/25	50			X			X			—	01	131	10	6
02	21/02/25	50			X			X			—	01	117	11	5
03	21/02/25	50			X			X			—	01	106	12	6
04	21/02/25	50			X			X			—	01	97	13	5
05	21/02/25	50			X			X			—	01	114	9	5
Observaciones: <i>Las plantas evaluadas fueron elegidas la totalidad por repetición.</i>															
* Biofer.: Biofertilizante.		* No cor.: No corresponde.		* DDS: Días después de sembrado		* D1: Dosis uno al 5%									
* D2: Dosis uno al 10%		* D3: Dosis uno al 20%		* D0: Dosis 0 al 0%		* R1, R2 y R3: Son las repeticiones									

Lugar donde se realiza la investigación:		P.P. 55. Puerto Paracay		Distrito: Huancayo											
Provincia:		Huancayo		Departamento Huancayo											
Coordenadas UTM de la zona de muestreo:		E: 762760 N: 8901888		Altitud: 1994 m.s.n.m											
Denominación del bioindicador a estudiar: <i>M. 127</i>															
N°	Fecha y hora de la evaluación	DDS	Zona de muestreo de acuerdo a dosis				N.º de repetición				Días de germinación	Numero de plantas	Crecimiento de la planta (cm)		
			D1 5%	D2 10%	D3 20%	D0 0%	R1	R2	R3	No cor.			Altura	Numero de Hojas	Diámetro del tallo
01	21/01/25	50			X			X			—	01	97	13	5
02	21/01/25	50			X			X			—	01	117	11	5
03	21/01/25	50			X			X			—	01	103	12	6
04	21/01/25	50			X			X			—	01	104	11	5
05	21/01/25	50			X			X			—	01	114	10	7
Observaciones: <i>* Las plantas evaluadas fueron en su totalidad por cada repetición.</i>															
* Biofer.: Biofertilizante.		* No cor.: No corresponde.		* DDS: Días después de sembrado		* D1: Dosis uno al 5%									
* D2: Dosis uno al 10%		* D3: Dosis uno al 20%		* D0: Dosis 0 al 0%		* R1, R2 y R3: Son las repeticiones									

ANEXO 13

ANEXO DEL DECRETO SUPREMO N° 011-2017-MINAM (2017) – ECA, PARA SUELO

14

NORMAS LEGALES

Sábado 2 de diciembre de 2017 / **El Peruano**

ANEXO
ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA SUELO

Parámetros en mg/kg PS ⁽²⁾	Usos del Suelo ⁽¹⁾			Métodos de ensayo ^{(7) y (8)}
	Suelo Agrícola ⁽³⁾	Suelo Residencial/ Parques ⁽⁴⁾	Suelo Comercial ^{(5)/ Industrial/ Extractivo⁽⁶⁾}	
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos aromáticos volátiles				
Benceno	0,03	0,03	0,03	EPA 8260 ⁽⁹⁾ EPA 8021
Tolueno	0,37	0,37	0,37	EPA 8260 EPA 8021
Etilbenceno	0,082	0,082	0,082	EPA 8260 EPA 8021
Xilenos ⁽¹⁰⁾	11	11	11	EPA 8260 EPA 8021
Hidrocarburos poliaromáticos				
Naftaleno	0,1	0,6	22	EPA 8260 EPA 8021 EPA 8270
Benzo(a) pireno	0,1	0,7	0,7	EPA 8270
Hidrocarburos de Petróleo				
Fracción de hidrocarburos F1 ⁽¹¹⁾ (C6-C10)	200	200	500	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F2 ⁽¹²⁾ (>C10-C28)	1200	1200	5000	EPA 8015
Fracción de hidrocarburos F3 ⁽¹³⁾ (>C28-C40)	3000	3000	6000	EPA 8015
Compuestos Organoclorados				
Bifenilos policlorados - PCB ⁽¹⁴⁾	0,5	1,3	33	EPA 8082 EPA 8270
Tetracloroetileno	0,1	0,2	0,5	EPA 8260
Tricloroetileno	0,01	0,01	0,01	EPA 8260
INORGÁNICOS				
Arsénico	50	50	140	EPA 3050 EPA 3051
Bario total ⁽¹⁵⁾	750	500	2 000	EPA 3050 EPA 3051
Cadmio	1,4	10	22	EPA 3050 EPA 3051
Cromo total	**	400	1 000	EPA 3050 EPA 3051
Cromo VI	0,4	0,4	1,4	EPA 3060/ EPA 7199 ó DIN EN 15192 ⁽¹⁶⁾
Mercurio	6,6	6,6	24	EPA 7471 EPA 6020 ó 200.8
Plomo	70	140	800	EPA 3050 EPA 3051
Cianuro Libre	0,9	0,9	8	EPA 9013 SEMWW-AWWA-WEF 4500 CN F o ASTM D7237 y/ó ISO 17690:2015

Notas:

[**] Este símbolo dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para el uso de suelo agrícola.

(1) **Suelo:** Material no consolidado compuesto por partículas inorgánicas, materia orgánica, agua, aire y organismos, que comprende desde la capa superior de la superficie terrestre hasta diferentes niveles de profundidad.

(2) **PS:** Peso seco.

(3) **Suelo agrícola:** Suelo dedicado a la producción de cultivos, forrajes y pastos cultivados. Es también aquel suelo con aptitud para el crecimiento de cultivos y el desarrollo de la ganadería. Esto incluye tierras clasificadas como agrícolas, que mantienen un hábitat para especies permanentes y transitorias, además de flora y fauna nativa, como es el caso de las áreas naturales protegidas.

(4) **Suelo residencial/parques:** Suelo ocupado por la población para construir sus viviendas, incluyendo áreas verdes y espacios destinados a actividades de recreación y de esparcimiento.

(5) **Suelo comercial:** Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla está relacionada con operaciones comerciales y de servicios.

(6) **Suelo industrial/extractivo:** Suelo en el cual la actividad principal que se desarrolla abarca la extracción y/o aprovechamiento de recursos naturales (actividades mineras, hidrocarburos, entre otros) y/o, la elaboración, transformación o construcción de bienes.

(7) Métodos de ensayo estandarizados vigentes o métodos validados y que cuenten con la acreditación nacional e internacional correspondiente, en el marco del Acuerdo de Reconocimiento Mutuo de la *International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC)*. Los métodos de ensayo deben contar con límites de cuantificación que estén por debajo del ECA

ANEXO 14

CARGO DEL DOCUMENTO PARA SOLICITAR AUTORIZACIÓN PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO



SINTIA ABIGAIL LAVADO BERROSPI
ING. AMBIENTAL – CIP N.º 246018

“Año del Bicentenario, de la consolidación de nuestra Independencia, y de la conmemoración de las heroicas batallas de Junín y Ayacucho”

Huánuco 21 de Setiembre del 2024.

CARTA N° 01 - 2024 - SALB

SEÑORES: Encargado de la Elaboración del Biofertilizante Natural

CARGO

ASUNTO: Solicito autorización para la ejecución de mi proyecto de investigación titulada “Efecto de un biofertilizante natural para mejorar la calidad del suelo haciendo uso de un bioindicador, Huánuco”.

Tengo el agrado de dirigirme a usted, para solicitarle el permiso de ingresar a su propiedad, para poder desarrollar mi investigación.

Yo, Sintia Abigail Lavado Berrospi; identificado con DNI N° 72287860, egresado de la **Escuela de Post Grado de la facultad de ingeniería de la Universidad de Huánuco**, como parte de mi proyecto de investigación titulada : “**Efecto de un biofertilizante natural para mejorar la calidad del suelo haciendo uso de un bioindicador, Huánuco**”; es necesario la realización de distintas actividades que comprenden la fase experimental o ejecución del mismo; por lo que las actividades principales que se pretenden realizar es una visita in situ a su planta o similar donde realiza de elaboración y/o preparación del biofertilizante natural, recolección de muestras de su producto, recolección de información mediante (encuesta tipo entrevista). Estas actividades se pretenden realizar en una visita in situ, la fecha para la visita estará a su libre disponibilidad de su representada. Por lo tanto, se comunica y agradece las facilidades para el desarrollo de dichas actividades.

Se adjunta:

- RESOLUCIÓN N.º 139 - 2024-D-EPG-UDH

Sin otro en particular, hago propicia la oportunidad de reiterarle las muestras de mi mayor consideración y estima personal.

Atentamente;


Sintia A. Lavado Berrospi
INGENIERO AMBIENTAL
CIP: 246018


JURGEN ROMARIO CRIOLLO SANCHEZ
ING. ING. AMBIENTAL
CIP: 240271

Recibido
27/09/24

ANEXO 15

ENCUESTA N.º 1 - RELLENADO

ENCUESTA N.º 1

La presente encuesta se aplica para la recopilación de datos complementarios necesarios sobre la preparación del biofertilizante natural para el proyecto de investigación titulado: "Efecto de un biofertilizante natural para mejorar la calidad del suelo haciendo uso de un bioindicador, Huánuco".

I. Datos del encuestado y lugar de encuesta:

Nombre del encuestado: Jorge P. Criollo Sanchez
 Lugar de encuesta: Ji. Suctoy 498 - HCO - P.P.T. - Distrito Pomahuasi
 Actividad que realiza el encuestado: Estudios sobre biofertilizantes
 Fecha y hora: 04/10/24

II. Encuesta: Para la obtención de datos complementarios del proceso de preparación del biofertilizante natural.

1. ¿Desde hace cuánto tiempo preparan el biofertilizante? <u>Desde el 2020 → diciembre</u>
2. ¿La preparación lo hace un personal técnico? <u>Si</u>
3. ¿Tiempo de la preparación del biofertilizante? <u>45 Días</u>
4. ¿Qué insumos utiliza para la preparación y su proporción? <u>- 3kg de frutas y verduras picados (mandarina, papaya, coliflor) contiene N - 3kg de (espino, papas, zanahoria, manzana) - 3kg de C platanos, alfalfa, brócoli, fenoque. - 1kg de azúcar - 1/2 litro de melaza - 1.5 lbs de puerros - 1 lb de leche - Agua 55 litros - Levadura - Otros</u>
5. ¿El monitoreo durante la preparación del biofertilizante de que consta? <u>- utilizar los insumos adecuadamente en la proporción indicada, remover la mezcla en un orden en botes cerrados, y que estén en tiempo seguro y en lugares para que escape el gas, luego llevar a biofiltro para su análisis.</u>
6. ¿Los parámetros de campo que se evalúan? <u>pH, C.E, macronutrientes, físicos como si salen burbujas o no</u>
7. ¿Cuánto tiempo tarda su elaboración? <u>30 - 45 días en la ciudad de Huánuco.</u>
8. ¿Capacidad de preparación en un bidón o similar? <u>en un bote de 50L, utilizar los insumos indicados</u>
8. ¿Se cuenta con un análisis fisicoquímico del biofertilizante? <u>Al momento el presente estudio se cuenta con ello</u>
10. ¿Cuáles son las propiedades fisicoquímicas del producto? <u>- pH, M.O., N, P₂O₅, C₂, Mg, N₂, K, Zn, Fe, Cu, Mn</u>
11. ¿El biofertilizante natural a la fecha cuenta con autorización y/o patente correspondiente? <u>No cuenta</u>

12. ¿Costos de producción? Sin considerar el vidrio → 20 soles por un vaso de 50 cl
13. ¿Costos de venta? _____
14. ¿Modo de uso o aplicación? Aplicación pulver o directo (al suelo)
15. ¿Dosis recomendada a aplicar? 300 ml x cada 10 L de agua
16. ¿Recomendaciones adicionales? - se tiene que mantener en un lugar fresco y ventilado no debe estar en contacto con la piel, si debe estar en frascos y bien sellados, hasta su uso, no utilizar si no se va a utilizar


 Sinto A. Lavado Berrospi
 INGENIERO AMBIENTAL
 CIP: 248018

ENCUESTADOR


 JURGEN ROMARIO CRIOLLO SANCHEZ
 MG. ING. AMBIENTAL
 CIP: 260471

ENCUESTADO

Nombre y Apellidos: Jurgen D. Criollo Sanchez
 DNI: 45668749

15.1. DATOS COMPLEMENTARIOS RECOPIADOS EN LA ENCUESTA

N.º 1

DATOS COMPLEMENTARIOS OBTENIDO ATREVES DE UNA ENCUESTA TIPO ENTREVISTA
1. Desde diciembre del 2020 se viene estudiando y preparando biofertilizantes naturales.
2. La preparación del biofertilizante natural está a cargo de un personal técnico con experiencia.
3. El tiempo de preparación del biofertilizante natural varía desde los 30 a 45 días en la ciudad de Huánuco.
4. Los insumos que se utilizan para la elaboración del biofertilizante natural son: <ul style="list-style-type: none">• Bidón de plástico de 80 litros.• Frutas y verduras ricos en NPK.• 40 gr de levadura.• 53 lt (Agua de lluvia o agua sin cloro).• Adicionar 1.5 kg de ceniza.• 1 kg de azúcar.• ½ litro de melaza líquida.• 1 lt de leche.• 1 kg de guano de isla.
5. El monitoreo consta, de llevar el control de los insumos utilizados y la cantidad de los mismos, controlar el aislamiento del bidón con la mezcla, que este asegurado y que no escape los gases fuera de la botella de agua instalado con la manguera. Control del desfogado de gases en la botella con agua. Análisis físico químico del biofertilizante del agua, estudiando los niveles de los macronutrientes.
6. Los parámetros a evaluar son (pH, C.E., M.O., N, P, K, Ca, Mg) otros de acuerdo al objeto de estudio.
7. El tiempo que tarda su elaboración consta de 30 a 45 días en la ciudad de Huánuco.
8. En un bidón de plástico de capacidad de 80 litros se puede preparar hasta los 55 litros de biofertilizante natural.
9. Para el estudio se envió una muestra del biofertilizante natural para su análisis respectivo.
10. Las propiedades fisicoquímicas, es la presencia de macro y micronutrientes, como (N, P, K, Ca, Mg, Na, Zn, Fe, Cu, Mn) y otros como (pH, C.E., M.O., Materia seca, Humedad, Cenizas).
11. A la fecha no se cuenta con autorización y/o patente del biofertilizante natural elaborado.
12. El costo de producción de un bidón de 80 litros va desde los 20 a 80 soles de acuerdo a los insumos utilizados.
13. A la fecha no se estableció el costo de venta al público en general.
14. La aplicación del biofertilizante natural puede ser de manera foliar o directo al suelo.
15. Se debe considerar la siguiente dosis para su aplicación 300 ml x 10 lt de agua.
16. El proceso de elaboración y aplicación se debe realizar adecuadamente. Así como su almacenamiento, envasado, monitoreo y el análisis de muestras.

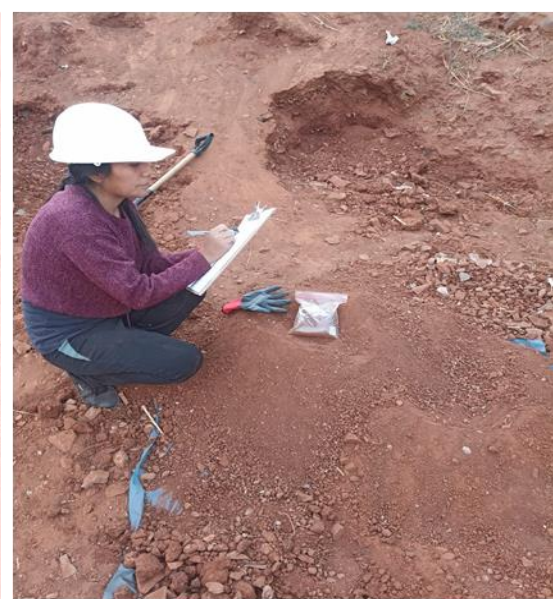
ANEXO 16

PANEL FOTOGRÁFICO DE LA INVESTIGACIÓN

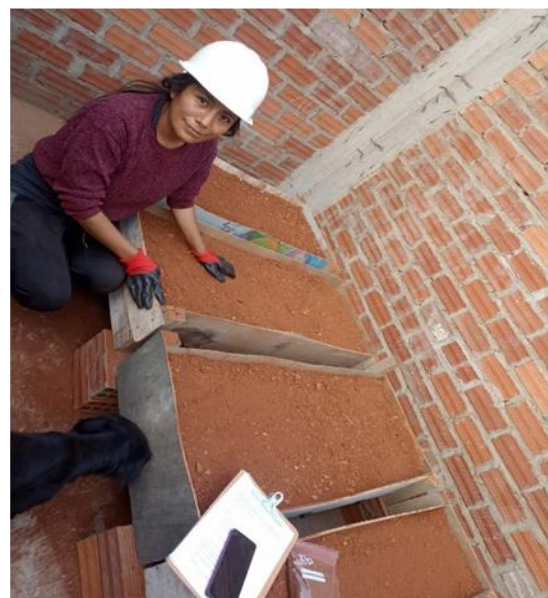
16.1. FOTOGRAFÍAS DE LA CONSTRUCCIÓN Y UBICACIÓN DE LAS CAMAS EXPERIMENTALES



16.2. FOTOGRAFÍAS DE LA RECOLECCIÓN DE MUESTRAS 1



16.3. LLENADO DE LAS CAMAS EXPERIMENTALES CON LAS MUESTRAS DE SUELO



16.4. SEMBRADO DEL BIOINDICADOR Y REGADO



16.5. GERMINADO DEL BIOINDICADOR Y APLICACIÓN DE LA PRIMERA DOSIS DEL BIOFERTILIZANTE



16.6. MONITOREO DEL CRECIMIENTO DEL BIOINDICADOR POR DOSIS

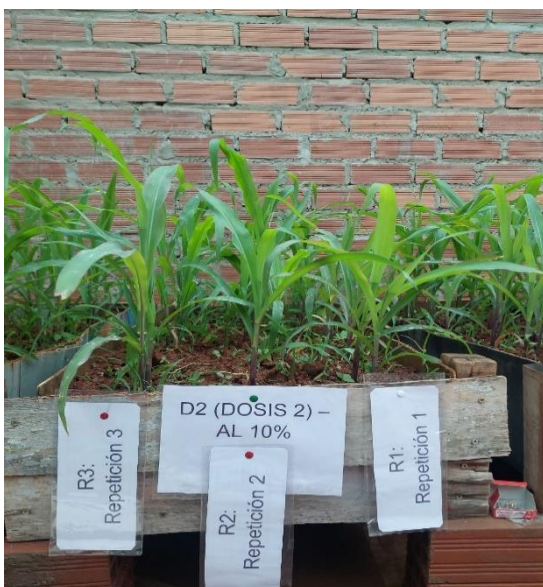


16.7. APLICACIÓN DE LA SEGUNDA DOSIS

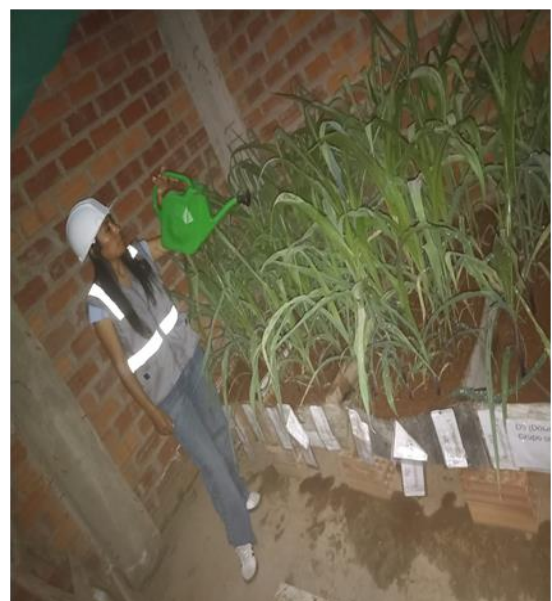




16.8. MONITOREO DEL CRECIMIENTO DEL BIOINDICADOR POR DOSIS



16.9. APLICACIÓN DE LA TERCERA DOSIS



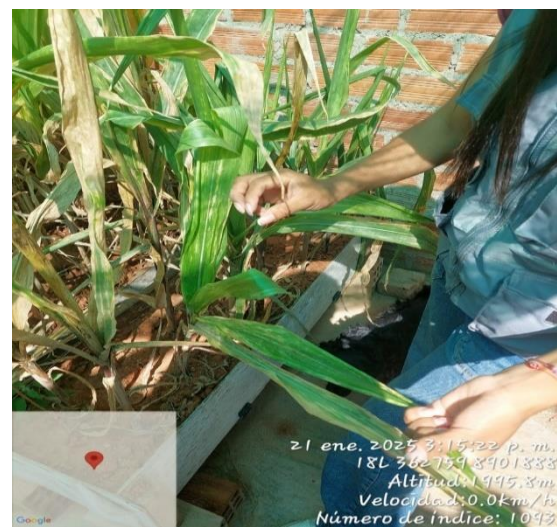
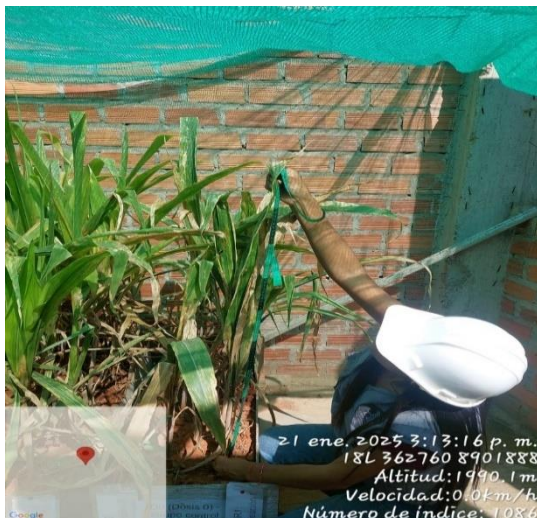


16.10. MONITOREO DEL CRECIMIENTO DEL BIOINDICADOR POR DOSIS



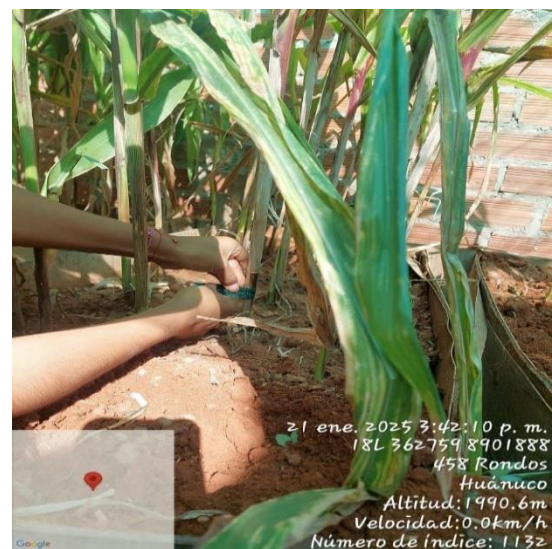
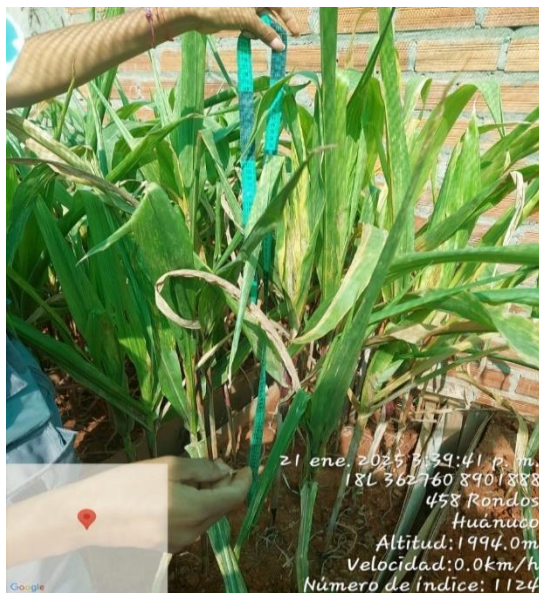
16.11. RECOLECCIÓN DE DATOS DEL BIOINDICADOR Y MUESTRAS DE SUELO POR DOSIS

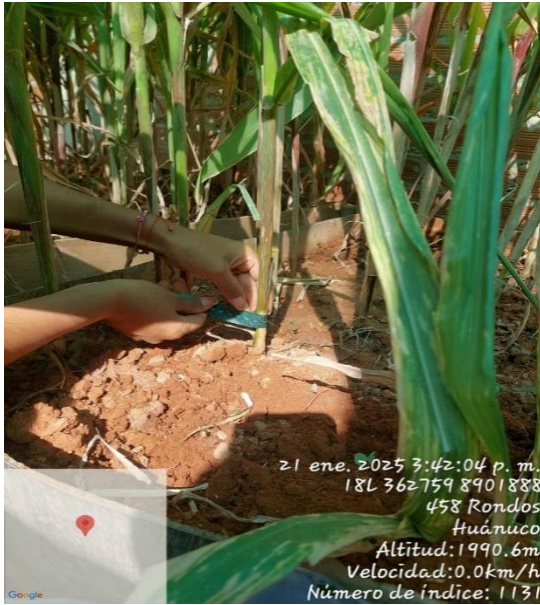
16.11.1. RECOLECCIÓN DE DATOS DEL BIOINDICADOR Y MUESTRAS DE SUELO DE LA D0 (DOSIS 0)





16.11.2. RECOLECCIÓN DE DATOS DEL BIOINDICADOR DE LA D1 (DOSIS 1)





21 ene. 2025 3:42:04 p. m.
18L 362759 8901888
458 Rondos
Huánuco
Altitud: 1990.6m
Velocidad: 0.0km/h
Número de índice: 1131



21 ene. 2025 3:41:59 p. m.
18L 362759 8901888
458 Rondos
Huánuco
Altitud: 1990.6m
Velocidad: 0.0km/h
Número de índice: 1130



21 ene. 2025 3:42:10 p. m.
18L 362759 8901888
458 Rondos
Huánuco
Altitud: 1990.6m
Velocidad: 0.0km/h
Número de índice: 1132



21 ene. 2025 3:48:20 p. m.
18L 362760 8901889
458 Rondos
Huánuco
Altitud: 1992.4m
Velocidad: 0.0km/h
Número de índice: 1137



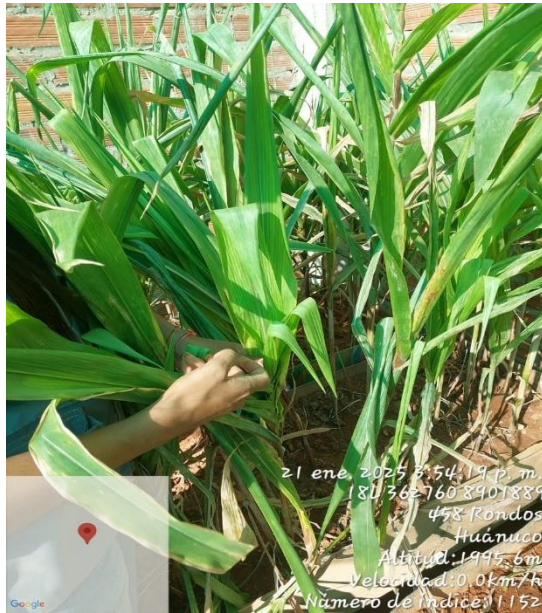
21 ene. 2025 3:46:51 p. m.
18L 362759 8901889
458 Rondos
Huánuco
Altitud: 1989.6m
Velocidad: 0.0km/h
Número de índice: 1135



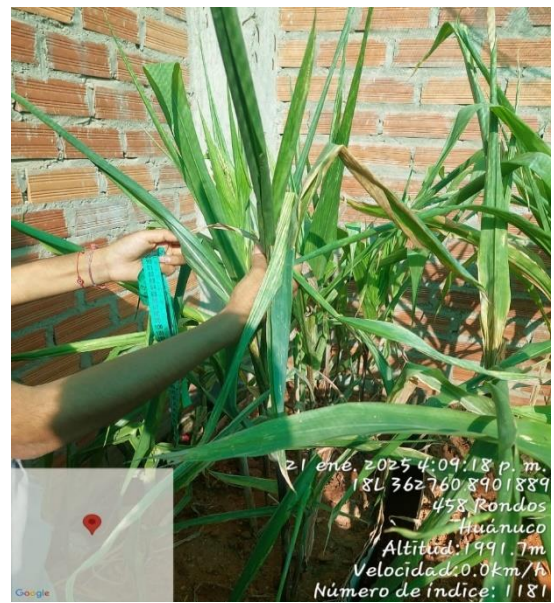
21 ene. 2025 3:49:26 p. m.
18L 362760 8901889
458 Rondos
Huánuco
Altitud: 1991.8m
Velocidad: 0.0km/h
Número de índice: 1138

16.11.3. RECOLECCIÓN DE DATOS DEL BIOINDICADOR DE LA D2 (DOSIS 2)





16.11.4. RECOLECCIÓN DE DATOS DEL BIOINDICADOR DE LA D3 (DOSIS 3)





ANEXO 17

RESULTADOS DEL ANÁLISIS QUÍMICO DE LA MUESTRA DEL BIOFERTILIZANTE NATURAL



ANÁLISIS ESPECIAL



1. DATOS

SOLICITANTE:	SINTIA ABIGAIL LAVADO BERROSPI	MUESTREADO POR:	EL SOLICITANTE
DEPARTAMENTO:	HUANUCO	FECHA DE REPORTE:	16/04/2025
PROVINCIA:	HUANUCO	RECIBO O FACTURA:	69604
DISTRITO:	HUANUCO	MUESTRA:	BIOFERTILIZANTE

2. RESULTADOS DEL ANÁLISIS SOLICITADO

DATOS DE LA MUESTRA		RESULTADOS EN BASE HUMEDA						RESULTADOS EN BASE SECA									
Código	Dato	PH	CE (uS/cm)	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Zn (mg/kg)	Fe (mg/kg)	Cu (mg/kg)	Mn (mg/kg)
E25-0077	BN01	4.37	7060	98.596	1.404	1.003	0.401	0.118	0.341	0.178	0.088	0.032	0.419	42.78	1308.57	2.65	12.65

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

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



ANEXO 18

RESULTADOS DEL ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE SUELO



ANÁLISIS DE SUELOS



SOLICITANTE:	SINTIA ABIGAIL LAVADO BERROSPI	FECHA DE REPORTE:	16/04/2025
PROCEDENCIA:	HUANUCO	RECIBO N°	69604
REFERENCIA:		MUESTREADO POR:	EL SOLICITANTE

RESULTADOS DEL ENSAYO SOLICITADO

N°	DATOS		ANÁLISIS FÍSICO				ANÁLISIS QUÍMICO															
			Arena	Arcilla	Limo	Clase Textural	pH	Materia Orgánica	N	P	K ₂ O	CIC	Ca	Mg	K	Na	Al	H	CICe	Bases Cambiables	Acidez Cambiable	Saturación de Aluminio
			Ao	Arc	Lo			M.O.	total	disponible	Calcio		Magnesio	Potasio	Sodio	Aluminio	Hidrógeno	%		%	%	
			%	%	%			%	ppm	ppm	ppm		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm		ppm	ppm	ppm
CODIGO DEL LABORATORIO	REF				1:1	%	%	ppm	ppm	CAMBIABLES						Cmol(+)/kg						
1	S25-0118-1	M1-D1-SU	58	20	22	Franco Arenoso	8.18	1.15	0.057	25.340	371.360	15.501	12.900	1.800	0.595	0.205	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000
2	S25-0118-2	M1-D1-SU	64	20	16	Franco Arenoso	8.41	1.56	0.078	20.930	340.208	15.408	12.600	1.881	0.639	0.288	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000
3	S25-0118-3	M1-D1-SU	66	20	14	Franco Arenoso	8.48	1.62	0.081	27.404	339.605	15.771	12.700	2.124	0.732	0.215	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000
4	S25-0118-4	M1-D2-SU	62	20	18	Franco Arenoso	8.31	1.42	0.071	26.185	290.255	18.639	16.051	1.816	0.571	0.201	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000
5	S25-0118-5	M1-D2-SU	64	20	16	Franco Arenoso	8.35	1.67	0.083	25.997	333.037	19.299	16.800	1.676	0.562	0.261	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000
6	S25-0118-6	M1-D2-SU	62	20	18	Franco Arenoso	8.23	1.74	0.087	37.163	335.447	17.366	15.100	1.518	0.508	0.240	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000
7	S25-0118-7	M1-D3-SU	62	20	18	Franco Arenoso	7.75	1.58	0.079	42.886	374.072	20.091	17.200	1.864	0.776	0.252	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000
8	S25-0118-8	M1-D3-SU	58	20	22	Franco Arenoso	7.85	1.53	0.077	40.353	349.487	19.537	17.400	1.362	0.560	0.215	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000
9	S25-0118-9	M1-D3-SU	64	20	16	Franco Arenoso	7.83	1.71	0.086	39.602	361.840	21.193	18.968	1.393	0.568	0.263	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000
10	S25-0118-10	M1-D0-SU	66	20	14	Franco Arenoso	8.36	2.32	0.116	19.232	213.067	13.967	12.040	1.325	0.419	0.183	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000
11	S25-0118-11	SU-01-P1	44	24	32	Franco	7.85	1.51	0.076	18.922	217.646	13.716	11.800	1.300	0.452	0.164	0.000	0.000	---	100.000	0.000	0.000

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María

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



ANEXO 19

PARÁMETROS FÍSICOS RECOLECTADOS DEL BIOINDICADOR (PLANTA DE MAÍZ) POR DOSIS – D1: DOSIS 1 - 5%

ÍTEM	REPETICIÓN	CÓDIGO DE MUESTRA	DETALLES DE LAS MUESTRAS DE BIOINDICADOR	DATOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DEL BIOINDICADOR (DEL GRUPO EXPERIMENTAL DOSIS 1)			
				ALTURA	NÚMERO DE HOJAS	DIÁMETRO DEL TALLO	DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA - DDS
				CM	UDS	CM	UDS
D1 5 %	R1	PA1-D1-R1	Planta de maíz	98	6	4	50
		PA2-D1-R1	Planta de maíz	100	7	4	50
		PA3-D1-R1	Planta de maíz	85	7	4	50
		PA4-D1-R1	Planta de maíz	95	8	4	50
		PA5-D1-R1	Planta de maíz	104	8	4	50
	R2	PA1-D1-R2	Planta de maíz	103	6	4	50
		PA2-D1-R2	Planta de maíz	93	8	3	50
		PA3-D1-R2	Planta de maíz	75	7	4	50
		PA4-D1-R2	Planta de maíz	97	9	5	50
		PA5-D1-R2	Planta de maíz	106	7	4	50
	R3	PA1-D1-R3	Planta de maíz	102	7	4	50
		PA2-D1-R3	Planta de maíz	95	8	5	50
		PA3-D1-R3	Planta de maíz	80	7	4	50
		PA4-D1-R3	Planta de maíz	96	6	5	50
		PA5-D1-R3	Planta de maíz	102	8	4	50

* D1: Dosis 1; 5%: 5 por ciento del biofertilizante; R1: Repetición 1; R2: Repetición 2 y R3: Repetición 3, PA: Planta de maíz.

PARÁMETROS FÍSICOS RECOLECTADOS DEL BIOINDICADOR (PLANTA DE MAÍZ) POR DOSIS – D2: DOSIS 2.-.10%

ÍTEM	REPETICION	CÓDIGO DE MUESTRA	DETALLES DE LAS MUESTRAS DEL BIOINDICADOR	DATOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DEL BIOINDICADOR (DEL GRUPO EXPERIMENTAL DOSIS 2)			
				ALTURA	NÚMERO DE HOJAS	DIÁMETRO DEL TALLO	DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA - DDS
				CM	UDS	CM	UDS
D2 10 %	R1	PA1-D3-R1	Planta de maíz	123	11	5	50
		PA2-D3-R1	Planta de maíz	98	9	4	50
		PA3-D3-R1	Planta de maíz	96	9	4	50
		PA4-D3-R1	Planta de maíz	100	9	4	50
		PA5-D3-R1	Planta de maíz	102	10	5	50
	R2	PA1-D3-R2	Planta de maíz	128	11	5	50
		PA2-D3-R2	Planta de maíz	95	10	5	50
		PA3-D3-R2	Planta de maíz	96	11	4	50
		PA4-D3-R2	Planta de maíz	102	10	4	50
		PA5-D3-R2	Planta de maíz	105	11	5	50
	R3	PA1-D3-R3	Planta de maíz	102	11	5	50
		PA2-D3-R3	Planta de maíz	100	10	5	50
		PA3-D3-R3	Planta de maíz	96	11	4	50
		PA4-D3-R3	Planta de maíz	97	10	4	50
		PA5-D3-R3	Planta de maíz	105	10	4	50

* D2: Dosis 2; 10%: 10 por ciento del biofertilizante; R1: Repetición 1; R2: Repetición 2 y R3: Repetición 3, PA: Planta de maíz.

PARÁMETROS FÍSICOS RECOLECTADOS DEL BIOINDICADOR (PLANTA DE MAÍZ) POR DOSIS – D2: DOSIS 3 - 20%

ÍTEM	REPETICIÓN	CÓDIGO DE MUESTRA	DETALLES DE LAS MUESTRAS DEL BIOINDICADOR	DATOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DEL BIOINDICADOR (DEL GRUPO EXPERIMENTAL DOSIS 3)			
				ALTURA	NÚMERO DE HOJAS	DIÁMETRO DEL TALLO	DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA - DDS
				CM	UDS	CM	UDS
D3 20 %	R1	PA1-D3-R1	Planta de maíz	114	10	7	50
		PA2-D3-R1	Planta de maíz	116	13	5	50
		PA3-D3-R1	Planta de maíz	103	12	6	50
		PA4-D3-R1	Planta de maíz	104	11	5	50
		PA5-D3-R1	Planta de maíz	107	10	5	50
	R2	PA1-D3-R2	Planta de maíz	131	10	6	50
		PA2-D3-R2	Planta de maíz	117	11	5	50
		PA3-D3-R2	Planta de maíz	106	12	6	50
		PA4-D3-R2	Planta de maíz	97	13	5	50
		PA5-D3-R2	Planta de maíz	114	9	5	50
	R3	PA1-D3-R3	Planta de maíz	97	13	5	50
		PA2-D3-R3	Planta de maíz	117	11	5	50
		PA3-D3-R3	Planta de maíz	103	12	6	50
		PA4-D3-R3	Planta de maíz	104	11	5	50
		PA5-D3-R3	Planta de maíz	114	10	7	50

* D3: Dosis 3; 20%: 20 por ciento del biofertilizante; R1: Repetición 1; R2: Repetición 2 y R3: Repetición 3; PA: Planta de maíz.

PARÁMETROS FÍSICOS RECOLECTADOS DEL BIOINDICADOR (PLANTA DE MAÍZ) POR DOSIS – D2: DOSIS 0 - 0%

ÍTEM	REPETICIÓN	CÓDIGO DE MUESTRA	DETALLES DE LAS MUESTRAS DEL BIOINDICADOR	DATOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS DEL BIOINDICADOR (DEL GRUPO EXPERIMENTAL DOSIS 0)			
				ALTURA	NÚMERO DE HOJAS	DIÁMETRO DEL TALLO	DÍAS DESPUÉS DE LA SIEMBRA - DDS
				CM	UDS	CM	UDS
D0 0 %	R1	PA1-D0-R1	Planta de maíz	97	5	4	50
		PA2-D0-R1	Planta de maíz	80	6	4	50
		PA3-D0-R1	Planta de maíz	76	6	4	50
		PA4-D0-R1	Planta de maíz	60	5	3	50
		PA5-D0-R1	Planta de maíz	66	7	3	50
	R2	PA1-D0-R2	Planta de maíz	95	5	5	50
		PA2-D0-R2	Planta de maíz	66	6	3	50
		PA3-D0-R2	Planta de maíz	76	7	4	50
		PA4-D0-R2	Planta de maíz	97	5	5	50
		PA5-D0-R2	Planta de maíz	80	6	3	50
	R3	PA1-D0-R3	Planta de maíz	95	5	5	50
		PA2-D0-R3	Planta de maíz	80	6	5	50
		PA3-D0-R3	Planta de maíz	66	6	3	50
		PA4-D0-R3	Planta de maíz	76	7	4	50
		PA5-D0-R3	Planta de maíz	60	5	3	50

* D0: Dosis 0, 0%: 0 por ciento del biofertilizante; R1: Repetición 1; R2: Repetición 2 y R3: Repetición 3; PA: Planta de maíz.