

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“Elaboración de biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu - Huánuco 2022”

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

AUTORA: Gayoso Serna, Joyce Pricila

ASESOR: Morales Aquino, Milton Edwin

HUÁNUCO – PERÚ

2023

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Biotecnología y Nanotecnología

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Biotecnología ambiental

Disciplina: Biotecnología ambiental

D

DATOS DEL PROGRAMA:

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

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72693344

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44342697

Grado/Título: Maestro en ingeniería, con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0002-2250-3288

H

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Vásquez Baca, Yasser	Título oficial de máster universitario en planificación territorial y gestión ambiental	42108318	0000-0002-7136-697X
2	Duran Nieva, Alejandro Rolando	Biologo-microbiologo	21257549	0000-0001-5596-0445
3	Torres Marquina, Marco Antonio	Ingeniero metalurgista	22514557	0000-0003-4006-7683



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:00 horas del día 25 del mes de octubre del año 2023, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:


- Mg. Yasser Vasquez Baca (Presidente)
- Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva (Secretario)
- Ing. Marco Antonio Torres Marquina (Vocal)


Nombrados mediante la **Resolución N° 2405-2023-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: "**ELABORACIÓN DE BIOFERTILIZANTE POR FERMENTACIÓN DEL RESIDUO DE PROCESAMIENTO DE PLÁTANO, PUCAYACU - HUANUCO 2022**", presentado por el (la) Bach. **GAYOSO SERNA, JOYCE PRICILA**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

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

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **APTO**..... Por **UNANIMIDAD** con el calificativo cuantitativo de **76**... y cualitativo de **BUENO**..... (Art. 47)

Siendo las **17:45** horas del día **25** del mes de **OCTUBRE** del año **2023**, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Mg. Yasser Vasquez Baca
ORCID: 0000-0002-7136-697X
DNI: 42108318
Presidente


Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva
ORCID: 0000-0001-5596-0445
DNI: 21257549
Secretario


Ing. Marco Antonio Torres Marquina
ORCID: 0000-0003-4006-7683
DNI: 22514557
Vocal



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

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

“Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional”

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, MILTON EDWIN MORALES AQUINO, asesor(a) del PA. INGENIERIA AMBIENTAL y designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 749-2022-D-FI-UDH del 08 de abril del 2022; de la Bachiller, GAYOSO SERNA, Joyce Pricila de la investigación titulada **“ELABORACIÓN DE BIOFERTILIZANTE POR FERMENTACIÓN DEL RESIDUO DE PROCESAMIENTO DE PLÁTANO, PUCAYACU - HUÁNUCO 2022”**.

Puedo constar que la misma tiene un índice de similitud del 18 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin.

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

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

Huánuco, 2 de noviembre de 2023

Mg. Milton Edwin Morales Aquino

Asesor de tesis

DNI: 44342697

Código ORCID N°

0000-0002-2250-3288

SEGUNDA REVISION

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	18%	2%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
3	www.researchgate.net Fuente de Internet	2%
4	purl.org Fuente de Internet	2%
5	repositorio.unas.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	Submitted to Universidad Continental Trabajo del estudiante	1%
7	dspace.unicundi.edu.co:8080 Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga Trabajo del estudiante	<1%
8	repositorio.lamolina.edu.pe Fuente de Internet	<1%


Mg. Milton Edwin Morales Aquino
Asesor de tesis
DNI: 44342697
Código ORCID N°
0000-0002-2250-3288

DEDICATORIA

Dedico esta tesis de todo corazón a mis padres y a mi hermano. No podría haberlo hecho sin ellos ya que diariamente me apoyaban en este nuevo camino, forjándome como la persona que soy en la actualidad y a una persona muy especial que es mi pareja que sin su paciencia y el apoyo que me brindaba en momentos difíciles no hubiera podido seguir en este nuevo camino.

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento es dedicado a Dios, mi familia y mi pareja, profesores que me apoyaron con su constancia en este proyecto de indagación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VIII
RESUMEN.....	X
ABSTRACT.....	XI
INTRODUCCIÓN	XII
CAPITULO I.....	14
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	14
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	14
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	16
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	16
1.3. OBJETIVOS	16
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	16
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	16
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	16
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.6.1. VIABILIDAD EN RECURSOS TEÓRICOS	17
1.6.2. VIABILIDAD EN RECURSOS FINANCIEROS.....	17
1.6.3. VIABILIDAD EN RECURSOS METODOLÓGICOS.....	18
CAPITULO II.....	19
MARCO TEORICO	19
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES	19
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	21
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	23
2.2. BASES TEÓRICAS.....	24
2.2.1. LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA COMO FUENTE DE RESIDUOS ORGÁNICOS.....	24

2.2.2. ABONOS ORGÁNICOS.....	24
2.2.3. FORMA DE OBTENCIÓN DE LOS ABONOS ORGÁNICOS.....	25
2.2.4. DIGESTIÓN O FERMENTACIÓN ANAERÓBICA	26
2.2.5. BIODIGESTOR.....	27
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	36
2.4. HIPÓTESIS	37
2.5. VARIABLES	38
2.5.1. VARIABLE DE ESTUDIO	38
2.5.2. VARIABLE DE CARACTERIZACIÓN	38
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	39
CAPITULO III.....	40
MARCO METODOLOGICO.....	40
3.1. TIPO DE ESTUDIO.....	40
3.1.1. ENFOQUE.....	40
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	40
3.1.3. DISEÑO	40
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	41
3.2.1. POBLACIÓN	41
3.2.2. MUESTRA	41
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. 41	
3.3.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.41	
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	42
3.4.1. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	42
3.4.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN	44
3.5. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	45
3.5.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS.....	45
CAPITULO IV.....	46
RESULTADOS.....	46
4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO.....	46
CAPITULO V.....	52
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	52
CONCLUSIONES	55

RECOMENDACIONES.....	56
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	57
ANEXOS.....	63

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 PH que interviene en el proceso de elaboración del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022.....	46
Tabla 2 Conductividad eléctrica que interviene en el proceso de elaboración del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022.....	47
Tabla 3 Humedad que interviene en el proceso de elaboración del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022.....	48
Tabla 4 Materia seca del proceso de elaboración del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022.....	49
Tabla 5 Macronutrientes del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022.....	50
Tabla 6 Micronutrientes del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022.....	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Matriz del Diseño Experimental	41
Figura 2 Ficha técnica del instrumento	42
Figura 3 Proceso de elaboración del BIOFERTILIZANTE	43
Figura 4 Biodigestor	44
Figura 5 pH que interviene en el proceso de elaboración del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022	46
Figura 6 Conductividad eléctrica que interviene en el proceso de elaboración del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022	47
Figura 7 Humedad que interviene en el proceso de elaboración del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022	48
Figura 8 Materia seca del proceso de elaboración del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022	49
Figura 9 Macronutrientes del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022	50
Figura 10 Micronutrientes del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022	51
Figura 11 Agregado de líquido a la mezcla	70
Figura 12 Mezcla que contiene cascara de plátano	70
Figura 13 Preparando la melaza para agregar a la mezcla	71
Figura 14 Agregando la melaza preparada al biodigestor	71
Figura 15 Preparando la levadura	72
Figura 16 Agregando La Levadura A La Mezcla	72
Figura 17 Supervisión Del Asesor Encargado Por La Universidad	73
Figura 18 Muestras para análisis en laboratorio	73
Figura 19 Ordenando las muestras para introducir en el analizador	74

Figura 20 Poniendo la muestra al agitador	74
Figura 21 Pesando y tamizando las muestras con una balanzana electronica	75
Figura 22 Poniendo las muestras en un matraz	75
Figura 23 Separando las muestras	76

RESUMEN

El presente estudio que lleva por título: Producción de biofertilizantes por fermentación de residuos de procesamiento plátano, pucayacu - Huánuco 2022, y como objetivo tuvo Elaborar el biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano. La metodología del estudio fue tipo experimental, longitudinal y prospectivo, siendo la población la cantidad total de residuos del plátano y las muestras 5 muestras de 30, 35, 40,45 y 50 días. Obteniendo como resultado que el pH disminuye del día 30 al 50; la conductividad eléctrica del rango máximo permitido de 52,6 uS de humedad aumenta de 86,17% a 86,58% y la materia seca disminuye de 13,83% a 13,42%. En cuanto a los macronutrientes se observa la mayor cantidad de nitrógeno en la M2 + 35 días (32,34 gr/L), el óxido de fosforo en la M3 + 40 días (2,42 mg/L), magnesio en la M1 + 30 días (65,9 mg/L) y el potasio en la M4 + 45 días (1790 mg/L). y los micronutrientes el calcio en la M1 + 30 días (93,5 mg/L), sodio en todas las muestras es de 0,14 mg/L y el hierro en la M4 + 45 días (310 mg/L). Llegando a la conclusión que las características fisicoquímicas indican su potencial como biofertilizante.

Palabras claves: Elaboración, biofertilizante, fermentación, residuo, procesamiento.

ABSTRACT

The present study is titled Elaboration of biofertilizer by fermentation of plantain processing residue, pucayacu - Huánuco 2022, and its objective was to Elaborate the biofertilizer by fermentation of plantain processing residue. The methodology of the research was an experimental, longitudinal and prospective study, being the population the total amount of plantain residues and the samples 5 samples of 30,35,40,45 and 50 days. As a result, the pH decreased from day 30 to 50; the electrical conductivity was within the maximum permissible limits of 52.6 uS; the humidity increased from 86.17% to 86.58% and the dry matter decreased from 13.83% to 13.42%. Regarding macronutrients, the highest amount of nitrogen was observed in M2 + 35 days (32.34 g/L), phosphorus oxide in M3 + 40 days (2.42 mg/L), magnesium in M1 + 30 days (65.9 mg/L) and potassium in M4 + 45 days (1790 mg/L). and the micronutrients calcium in the M1 + 30 days (93.5 mg/L), sodium in all samples is 0.14 mg/L and iron in the M4 + 45 days (310 mg/L). It is concluded that the physicochemical characteristics indicate its potential as a biofertilizer.

Keywords: Preparation, biofertilizer, fermentation, waste, processing.

INTRODUCCIÓN

Ha habido numerosos informes sobre problemas causados por indebida disposición de residuos sólidos y alimentos. A menudo incluyen comentario sobre el impacto en la salud humana y el entorno. La industria procesadora de frutas y verduras, que produce grandes cantidades de desechos orgánicos sólidos, la generación de olores y la lixiviación de contaminantes al suelo debido a la descomposición de la materia orgánica son problemas comunes aguas superficiales y aguas subterráneas. (Dhungana et al., 2022).

La industria del plátano es una importante fuente de ingresos y empleo para los países productores de América Latina, el Caribe, Asia y África, y el Perú es uno de los principales exportadores de plátano del mundo y uno de los más grandes de la región. La producción de estos cultivos utiliza una gran cantidad de fertilizante químico, actualmente la efectividad de los fertilizantes químicos es baja, por lo que los cultivos no los absorben, los fertilizantes que no son absorbidos por las plantas causan efectos ambientales nocivos, como la contaminación en el cuerpo de agua con nitratos, eutrofización, lluvia dada la acidificación y el calentamiento global, y el creciente uso de fertilizantes químicos y sintéticos, necesitamos alternativas para detener esto. Se trata del uso de biofertilizantes elaborados a partir de residuos del procesamiento de plátano y su aplicación a gran escala, parcial o totalmente, al suelo circundante. Reemplazar los fertilizantes químicos.

La recuperación de residuo sólido, equivale a “reutilización” estas regulaciones anteriores, es muy extendida en la agroindustria en América Latina. Algunos tipos son el uso de residuos orgánicos por fermentación para producir metabolitos relacionados, para producir bioenergía, como agregado para la alimentación animal y acondicionador o enmienda del suelo. (Vargas y Pérez, 2018).

Por ello actualmente se está buscando alternativas para promover la sostenibilidad a futuro, se investigó el uso de fertilizantes orgánicos para mejorar la agricultura en la región de Huánuco. El biol se considera un fertilizante foliar muy sencillo que elaboran los agricultores para mejorar sus

Finalmente, el Capítulo 6 presenta conclusiones y recomendaciones. También se incluye información bibliográfica y anexos.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Según Ramos et al., (2019) El desarrollo demográfico aumentó la demanda de alimentos, lo que llevó a un uso intensivo de los recursos naturales. Generalmente, muchos de estos residuos no se aprovechan y terminan en los campos o vertidos a los ríos y se convierten en fuentes de contaminaciones. Es muy importante encontrar alternativas para lidiar con estos residuos.

El cultivo de plátano tiene una producción del 67%, respecto al total de la producción agropecuaria, de los cuales sólo se utilizan los frutos para su comercialización. Cuando se generan estos residuos no existe un tratamiento o disposición adecuada que contamina el medio ambiente y se utilizan principalmente como fertilizantes orgánicos. (Mondragón et al., 2018)

Los residuos orgánicos están formados por elementos biodegradables de origen orgánico. Hay que decir que los biofertilizantes desempeñan hoy un papel muy importante en el sector agrícola, porque suministran y devuelven al suelo nutrientes y minerales necesarios, para lograr un crecimiento suficiente de plantas y árboles.(Jazmín-Marín, 2019)

La calidad del fertilizante orgánico está determinada por su contenido de nutrientes y su capacidad para aportar nutrientes a los cultivos.(Castro et al., 2009) concordando con el estudio de (Ramos Agüero et al., 2014a) quien menciona que los residuos de plátanos implicó ser un buen fertilizante por su valor nutricional, lo que indica que los residuos vegetales son elementos fácilmente degradables.

El subproducto de cáscara y tallo de plátano tiene un pH de 4.86 a 5.61, un contenido de humedad de 8.30 a 8.50% de materia orgánica, 80.17 a 83.51%, lo que permite considerarlo como sustrato para la producción de hongo el cual sería para crear una alternativa al uso de estos residuos agrícolas.(Mondragón et al., 2018)

Se consideró el uso de la cáscara de plátano como materia prima para procesos de producción de energía debido a su poder calorífico relativamente alto (16,12 MJ/kg) y su contenido promedio de cenizas (9,92 si está seca) en comparación con otras materias primas derivadas de la biomasa.(Rojas et al., 2019)

Según (Espinoza, 2018) el problema con los pesticidas de los productores agrarios del Distrito Pucayacu menciona, que los insecticidas más utilizados son herbicidas 26.5%, nematocidas 23.0%, seguido de insecticidas 18.0%, fungicidas 17.3% y en menor medida acaricidas 8.0% y aphicida 7.2%. Asimismo, disposición final de los residuos y envases de los pesticidas, el 43 % bota en el mismo terreno el envase de los pesticidas, el 25.8 % de la quema, el 18.3% bota los envases de los pesticidas a fuentes de agua, el 13% de entierran los envases; entonces la problemática que se genera por el uso de pesticidas es de gran amplitud contaminando las fuentes de agua suelo aire y la salud de las personas.

Los biofertilizantes orgánicos se consideran una opción viable para combatir la contaminación producida por gran cantidad de estos residuos; Además, aporta mucho al sector agrícola al convertir estos residuos en abono orgánico, devolviendo a la tierra el mineral imprescindible para evitar la desertificación, permitiendo un correcto desarrollo y crecimiento de plantas y la vegetación, lo que aumenta los rendimientos.(Jazmín-Marín, 2019)

El uso de residuos de plátano se convierte en una opción viable de producción de estos residuos celulósicos y ricos en almidón, que pueden convertirse en un bioplástico de degradación más rápida que también actúa como abono del suelo (fertilizante) y así puede reemplazar los plásticos tradicionales que afectan la biodiversidad.(Haro-Velasteguí et al., 2017).Por tal, habiendo identificado la problemática de los residuos orgánicos del plátano se pretende elaborar el biofertilizante por fermentación. Planteándose la siguiente interrogante.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cómo elaborar biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano pucayacu - Huánuco 2022?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuáles son los parámetros físico-químico que intervienen en el proceso de elaboración del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano?
- ¿Cómo Evaluar la acidificación del proceso fermentativo a través del pH?
- ¿Cuáles son los parámetros físico-químico del biofertilizante elaborado?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Elaborar biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros físico-químico que intervienen en el proceso de elaboración del biofertilizante.
- Evaluar la acidificación del proceso fermentativo a través del pH
- Conocer los parámetros fisicoquímicos del biofertilizante elaborado

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El desarrollo de esta investigación está directamente enfocado al diseño de una línea de producción para la producción de biofertilizantes a base de residuos vegetales, este sólido es una de las fuentes con mayor contenido nutricional que se puede utilizar en un proceso industrial y producen residuos,

que en condiciones naturales pueden producir grandes cantidades de alcoholes y fenoles nocivos para las raíces, lo que reduce la producción de plátano.

El abono elaborado a partir de materia orgánica procedente de los Residuos orgánicos son una gran alternativa, ya que la parte comestible del plátano es aproximadamente el 60%, esto quiere decir que alrededor del 40% son desechadas sin tratar al medio ambiente, provocando contaminación en la zona. Estos residuos contienen aproximadamente; Ceniza 4,45, carbono 14,24, nitrógeno 3,9, materia orgánica 31,83%, magnesio 0,5%. Las materias primas utilizadas no son caras, los costos de producción de fertilizante elaborado orgánicamente a partir de desechos de plátano el contenido no es muy alto y no requiere el uso de tecnología altamente desarrollada en la producción.

De acuerdo a lo descrito la siguiente investigación se ve justificada ya que aporta a la mejora de un problema ambiental latente que es la contaminación por residuos sólidos en este caso Residuos Orgánicos Del Plátano, el cual va ser transformado en un abono orgánico líquido que puede ser usado e diferentes actividades de la agricultura.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Las limitaciones encontradas en el estudio fueron los costos financieros de analizar los parámetros especificados.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

1.6.1. VIABILIDAD EN RECURSOS TEÓRICOS

Fue teóricamente factible porque se basaba en una base teórica y conceptual, que se mencionan y se citan en el marco teórico del trabajo.

1.6.2. VIABILIDAD EN RECURSOS FINANCIEROS

Fue viable económicamente contradiciendo la limitación descrita porque el investigador era responsable de los recursos económicos necesarios para realizar la investigación.

1.6.3. VIABILIDAD EN RECURSOS METODOLÓGICOS

Uno de los problemas que más aqueja a la ciudad de PUCAYACU es el mal manejo de los residuos orgánicos (restos de alimentos orgánicos que incluyen los restos de plátanos). Estos son subproductos y gran parte de ellos no tienen ningún aprovechamiento. Este producto debe ser concentrado, hidrolizado y homogeneizado mediante tecnología y preparado en una solución estabilizada con cierta concentración de enzimas, que reemplaza a los fertilizantes sintéticos y químicos para reducir sus costos de producción, porque es un fertilizante de alta calidad por su alta concentración en nutrientes.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Alarcón (2018). Ecuador en su estudio “Biofertilizante a base de subproductos de plátano. (Musa Spp) y estiércol de vaca, inoculado con EMA, fermentación aeróbica y anaeróbica”. Cuyo objetivo fue determinar el valor químico y nutricional del biofertilizante compuesto por estiércol de vaca y subproductos de plátano inoculados con microorganismos naturales eficaces (EMA) durante la fermentación aeróbica y anaeróbica. La metodología fue en cuatro tratamientos T1 = estiércol fresco aerobio 60 días; T2 = estiércol aerobio seco 60 días; T3 = estiércol anaerobio fresco 60 días; T4 = estiércol seco anaerobio 60 días de fermentación en un bloque completo al azar diseño (DCA) con cuatro réplicas de pruebas de rango múltiple usando Tukey para determinar las diferencias en las medias de los tratamientos con una probabilidad desde 0,05. Del resultado obtenido se encontró que el contenido de nitrógeno (N es 1,13%), mayor ocurrido T1 = Estiércol fresco aeróbico 60 días, así como > contenido de potasio (K 1.07%) T4 = Fertilizante seco anaeróbico 60 días. Se concluye que la mejor relación beneficio-costos (B/C) (\$0,17) se obtuvo tratando T2 = estiércol seco aeróbico por 60 días y T4 = estiércol seco anaeróbico por 60 días.

Agüero et al., (2014) Panamá en su artículo publicado, “Bocashi” fertilizante orgánico elaborado a partir de restos de producción de plátano en Bocas del Toro Panamá” el cual cuyo objetivo fue elaborar fertilizante y monitoreando sus características químicas y microbiológicas dentro de los cinco meses posteriores a su producción. La metodología utilizada dice que el experimento se realizó entre agosto de 2010 y enero de 2011. Para producir fertilizante orgánico tipo Bocashi, se recolectaron residuo de la cosecha de plátano de la finca como material de siembra y se seleccionó un lugar con sombra.

Los resultados mostraron que desde los 21 días hasta los 150 días de tratamiento se determinaron las concentraciones de macro y microelementos, la relación C: N, el contenido de metales pesados y las poblaciones de microorganismos presentes; De igual forma, se midió la temperatura del montículo durante los primeros 21 días. Las concentraciones de N, P, K, Ca, Mg, S, MO, C y la relación C:N son estables durante cinco meses de trabajo, cuando las concentraciones de nutrientes obtenidas en cada momento de evaluación son suficientes. El contenido de metales pesados en el estiércol es bajo según los estándares internacionales y la mayoría de los microorganismos se encuentran en las bacterias, lo que se refleja en la frecuencia respiratoria, la actividad de los microbios y, por tanto, en la calidad del estiércol. Se concluye que la producción de Bocashi a partir de residuos locales es una opción viable para la conservación de los agroecosistemas.

Borda et al., (2019) el salvador en su publicación titulada: "Preparación de biofertilizante con *Azotobacter nigricans* aislado obtenido del cultivo de *Stevia rebaudiana* Bert" el objetivo del estudio fue aislar bacterias fijadoras de nitrógeno para su uso en el programa de fertilización de la agricultura orgánica. Metodología del aislamiento de bacterias fijadoras de nitrógeno se realizó en medio benzoato de Ashby del suelo de la plantación *Stevia Rebaudiana* Bert. Los aislados identificados como *Azotobacter Nigricans* fueron analizados en función de su cinética de crecimiento y se utilizó la cepa más rápida para la producción de biofertilizantes mediante fermentación discontinua. *S. Rebaudiana* Bert y el rendimiento se determinó a partir de la producción de biomasa y el contenido de glucósidos. Los dos aislados marcadores (A5 y A6) se identificaron como *A. Nigricans* mediante caracterización fenotípica y genotípica. Se seleccionó el aislado A5 para la producción de biofertilizantes porque tenía alta estabilidad, pigmentación, mayor tasa de crecimiento en fase exponencial de 0,1405 h⁻¹ en 18 horas y producción promedio de AIA de 38,4 mg/ml durante 150 horas. Los biofertilizantes se obtienen en medio lácteo a una concentración celular

de 4×10^{12} UFC/ml. Conclusiones las evaluaciones preliminares en campo mostraron que después de la aplicación, el aumento en el contenido de glucósidos en las hojas de Lebaudiana se correlacionó positivamente con el aumento en la producción de biomasa.

Herrera (2017) Ecuador con su investigación titulada: "Producción de fertilizante líquido con restos de fresa (Fragaria X Ananassa) por fermentación láctica " cual cuyo objetivo fue elaborar un fertilizante líquido orgánico como alternativa para el reaprovechamiento de fresas sobrantes (Fragaria x ananassa) de la elaboración de mermeladas. Para ello se utilizó una fermentación láctica, cuya duración fue corta (5 días). Se evaluaron propiedades del producto resultante, tales como (1) pH y contenido de ácido láctico, (2) propiedades fisicoquímicas, (3) propiedades microbiológico, (4) dilución óptima para uso en bioensayo Resultados obtenidos a partir de nueve mezclas fermentables seleccionadas como óptimas: residuos de fresa y agua (90%), consorcio microbiano (5%) y melaza de caña de azúcar (5%). Para este tratamiento se utilizó una escala piloto y se logró un pH final de 3,64 a temperatura ambiente con una concentración de ácido láctico cercana a un porcentaje. Los macro y micronutrientes más importantes fueron el potasio y el sodio, respectivamente. Proceso de acidificación de fermentación eliminó de manera confiable los patógenos y los estudios de fitotoxicidad revelaron que el fertilizante diluido al 1% favorece el desarrollo de plántulas de lechuga. Por experiencia, el fertilizante líquido producido tiene las características de fermentación láctica similares, concluimos que: la producción de ácido láctico, absorción de nutrientes, seguridad microbiológica y sin efecto fitotóxico. Asimismo, se produjeron bajos costes de material. Por último, hay que tener en cuenta que mediante la valorización de los residuos se ha evitado las emisiones de gases de efecto invernadero medioambientales.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Mego (2018), Tarapoto en su investigación titulada "Evaluación sobre el efecto de la biofertilización de la cáscara de Musa balbisiana

("Psyllium") en el cultivo de *Vigna unguiculata* (frijol chiclayo), cuyo objetivo fue evaluar el efecto de la biofertilización, la metodología usada dice que la investigación fue desarrollado recopilando y procesando datos sobre preparación, fertilización del campo, el crecimiento de las vainas a lo largo del tiempo y los resultados de la cosecha de vainas en cada bloque de tratamiento. Los datos recopilados sobre el efecto potencial de la cáscara de plátano como biofertilizante son el número de hojas por planta, altura, flores, número de vainas, longitud de vainas y número de granos. De esta forma, se pueden utilizar métodos estadísticos como el análisis de varianza (ANVA) y la prueba de intervalos múltiples (DUNCAN) para confirmar si los métodos de tratamiento utilizados son diferentes o iguales, y concluir cuál sería el óptimo tratamiento si es así. Requirió que la información obtenida para los proyectos de investigación fuera precisa para obtener información que corresponda a la realidad de la investigación que buscó la verdad y abordó temas relacionados con el uso de datos para crear una especificación que agregue nueva información sobre residuos sólidos.

Domínguez (2022) lima en su investigación titulada: "Producción y evaluación de fertilizantes líquidos por fermentación láctica de malezas", el objetivo fue evaluar la factibilidad de producir fertilizantes líquidos acelerados (ALA) a partir de malezas. Las malezas se recolectaron de los campos de la UNALM. Como parte de la metodología se prepararon en laboratorio 20 tratamientos con diferentes proporciones de mezcla de maleza y agua, melaza y B-Lac. Las mezclas se evaluaron durante 5 días midiendo pH, porcentaje de acidez titulable, porcentaje de humedad, presencia de olor, hongos y levaduras para seleccionar el tratamiento óptimo. La mezcla T8 (85% de mezcla de melaza y agua, 10% de melaza y 5 B-Lac) tuvo el mejor rendimiento. Los tratamientos seleccionados se reprodujeron a escala piloto y se realizaron análisis composicionales y microbiológicos para caracterizar los biofertilizantes resultantes además de los parámetros evaluados en laboratorio. Prueba de germinación y prueba de fitotoxicidad. En el ámbito rural, la influencia de la utilización de fertilizante orgánico sobre lechuga se evaluó

mediante dos aplicaciones, dos veces aplicaciones y controles sin aplicaciones. Las variables evaluadas fueron rendimiento, peso fresco, altura de planta, diámetro de cabeza, porcentaje de materia seca y contenido de nitrógeno, fósforo y potasio. Los resultados de las fases piloto y de laboratorio se analizaron de forma completamente aleatoria (DCA), y los resultados de campo se analizaron en bloques completamente al azar (DBCA) con 5 tratamientos y 4 bloques. No hubo diferencias significativas entre tratamientos excepto en porcentaje de materia seca y contenido de potasio, pero el T2 (aplicación foliar dos veces por semana) mostró los mejores resultados. El proceso de fermentación homoláctica permitió reutilizar las malezas en el desarrollo de fertilizantes orgánicos líquidos acelerados. Concluimos que las propiedades físico-químicas como pH, acidez láctica, análisis microbiológicos y el contenido de nutrientes indican su potencial como fertilizante orgánico. La aplicación de ALA sugiere que lo mejor es la aplicación foliar dos veces por semana tratamiento.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Concha (2019), en su estudio: "Microorganismos presentes en biol preparado a partir de entraña de *Oncorhynchus mykiss* j.j.w. y su caracterización. "Trucha arcoíris" San Pedro de carpish - Huánuco su objeto de investigación fue el microorganismo *Oncorhynchus mykiss* J.J.W. identificación y caracterización. "trucha arcoiris" en la región de San Pedro de Carpish Huánuco. La metodología del estudio se inició con la recolección de materiales sometidos a un ciclo de conversión anaeróbica de 90 días. Al finalizar la biofermentación, comenzamos a identificar y caracterizar los microorganismos presentes, determinamos los parámetros físico-químicos y costos de producción por litro para el mejor tratamiento. El resultado de las mediciones estadísticas de las variables estudiadas se probó con tres repeticiones del control. El área de estudio se ajustó para evitar confusión por variables extrañas y utilizar un diseño de bloques completamente al azar. El biol más notorio fue el T3 (42.85% vísceras, 42.85% agua, poderosos microorganismos del bosque de San Pedro de Carpish) con un pH promedio de 6.6, materia seca de 6.90%, HR de 93.10%, N (base húmeda) 0,54%, N (materia

seca) 7,96%, P 0,36 g/L, Ca 449 mg/L, K 439 mg/L, Na 0,69 mg/L, Mg 53 mg/L, Cu 4,52 mg/L, Fe 1,67 mg/L, Zn 41 mg/L y Mn 4,58 mg/L., y concluye que el tratamiento de intestinos de trucha arcoíris de 42.85° con agua de 42.85° y microorganismos eficaces del bosque de San Pedro de Carpish resultó ser el mejor para *Bacillus* sp., *Staphylococcus aureus*, *Actinomyces* sp., *Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp.; alta calidad de restaurante, pH neutro 6,6.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. LA ACTIVIDAD AGROPECUARIA COMO FUENTE DE RESIDUOS ORGÁNICOS

La actividad agrícola genera una amplia variedad de residuos de origen vegetal y animal. Los residuos vegetales consisten en residuos de cosecha de diversas especies cultivadas (tallos, fibras, cáscaras, paja, recortes, frutos, etc.) El contenido de humedad de estos residuos es relativo y varía según la variedad de lodos, aguas residuales y otros residuos líquidos.(Jagendorf, 1967).

- **Residuo orgánico como materia prima en la producción de fertilizante orgánico:** Los fertilizantes son todas las sustancias o de origen biológico o químico que presentan determinadas propiedades beneficiosas para los suelos y cultivos. Por fertilizantes minerales también nos referimos a sustancia o compuesto químico que puede asignarse al campo de la química orgánica o inorgánica. Por otro lado, los fertilizantes orgánicos, o biofertilizantes, son sustancias o compuestos de origen vegetal o animal, pertenecientes al campo de la química orgánica y que suelen aplicarse directamente al suelo sin tratamiento previo.(Valderrama, 2013).

2.2.2. ABONOS ORGÁNICOS

Los fertilizantes de origen orgánicos son obtenidos de la descomposición y mineralización de sustancias orgánicas (estiércol, residuos domésticos, hierba verde añadida al suelo, etc.), que se utilizan en terrenos agrícolas para activar y aumentar la actividad de los

microbios del suelo. El compost rico en materias orgánicas, energías y microorganismos, pero tiene pocos elementos inorgánicos.

"Se evalúa según su ciclo de vida, no mediante análisis químicos. La agricultura orgánica no puede existir carencia de materia orgánica en el sistema de producción. Del mismo modo, en condiciones ecuatoriales, no se puede tener una agricultura a largo plazo sin fertilizantes orgánicos". (Megia, 2001)

2.2.3. FORMA DE OBTENCIÓN DE LOS ABONOS ORGÁNICOS

2.2.3.1. ABONO ORGÁNICO POR FERMENTACIÓN LÁCTICA

Un fertilizante orgánico no convencional que ha sido estudiado recientemente nuestra casa de estudios (UNALM) cuenta con fertilizantes líquidos obtenidos a partir de desechos sólidos agrícolas y de otras industrias mediante fermentación del ácido láctico. Este proceso de fermentación utiliza un consorcio microbiano (B-Lac) que es acelerado por bacterias descomposición de los residuos orgánicos produce ácido láctico mientras que lo producen otras bacterias y patógenos se eliminan (de los residuos) gracias a la acidez conseguida. (C. Farfan, comunicación personal, 2002)

2.2.3.2. FERMENTACIÓN ÁCIDO LÁCTICA

Se trata de una fermentación muy común en la que el piruvato se reduce a ácido láctico. A diferencia del ácido láctico sintético, la fermentación es un proceso biológico llevado a cabo por bacterias, ácido lácticas (BAL), algas (chlorella), algunos mohos acuáticos, protozoos e incluso esta fermentación ha sido documentada en los músculos esqueléticos de los animales. (Agüero et al., 2014)

2.2.3.3. COMPOSICIÓN DE LOS ABONOS ORGÁNICOS

La calidad del fertilizante orgánico está determinada por su vitalidad, y contenido de nutrientes medido químicamente. Los fertilizantes orgánicos están compuestos por un sinnúmero de

sustancias esenciales (principalmente ácidos húmico y fúlvico), enzima y sustancias en general agentes quelante que, al igual que los organismos vivos, liberan lentamente los nutrientes, permitiendo la precipitación y la protección contra los mismos debido a la lixiviación a la erosión. Todas estas sustancias importantes no se tienen en cuenta en el análisis químico y se reducen únicamente a nitrógeno, fósforo y potasio.

2.2.4. DIGESTIÓN O FERMENTACIÓN ANAERÓBICA

Es un proceso de fermentación de origen microbiano que no requiere oxígeno, cuyo producto es una mezcla de gases llamados biogás (en particular, Metano y CO₂) y una suspensión acuosa que contiene microorganismos que descomponen la organicidad. Lo principal para realizar este procedimiento es cualquier rastro de biomasa con alta humedad, por ejemplo, restos de comida, hojas y hierba que quedan de la limpieza del jardín o huerto, cría de ganado, sedimentos de depuradoras agua residual urbana y agua residual doméstica e industria. (Parra, 2010).

2.2.4.1. CARACTERÍSTICAS DE LA DIGESTIÓN ANAERÓBICA

La digestión anaeróbica es un proceso complejo de biodegradación que convierte parte de la materia orgánica en biogás mediante un consorcio de bacterias. El biogás es una mezcla de dióxido de carbono y metano con oxígeno o trazas de otros elementos sensibles al oxígeno. Precursor presente o completamente inhibido por el precursor. (Varnero, 2011)

- **Temperatura:** Sin cambios bruscos de temperatura. La temperatura óptima de funcionamiento es de unos 35°C.
- **pH:** Establece la cantidad y porcentaje de metano en el biogás y considerar que el pH óptimo es 6.6-7.6 y se logra mediante parámetros de proceso o la adición de nutrientes. (Scriban, 1985)

- **Potencial redox:** Las pruebas con cultivo puro ha demostrado que la bacteria metalogénica funciona sólo con potenciales redox bajos: -300 a -330 mV (Scriban, 1985). Por ello, se recomienda evitar la entrada de elementos oxidantes al horno y sobre todo asegurar un buen cierre hermético.
- **Nutrientes e inhibidores:** Las bacterias necesitan Carbono; Nitrógeno; Fosforo; Azufre y algunas sales minerales para crecer y funcionar. El residuo contiene cantidades de N y P iguales a la cantidad de carbono.(Varnero, 2011).
- **Tóxico:** Los residuos descompuestos no contienen grandes cantidades de compuestos que puedan volverse tóxicos durante el proceso, por ejemplo, N (NH₄, NH₃), S (S²⁻). Además del oxígeno, la digestión se ve obstaculizada por altas concentraciones de amoníaco, sales minerales y algunos compuestos orgánicos utilizados como pesticidas, y metales pesados, alcalinos y alcalinotérreos.
- **Composición del residuo:** Dependiendo de las sustancias que componen el residuo (orgánico e inorgánico), se trata de su biodegradación anaeróbica. Por ejemplo, se ha demostrado que, en general, cuanto más complejo es el residuo, más ácidos grasos volátiles (AGV) se producen y, en última instancia, mayor es el rendimiento de CH₄.

2.2.5. BIODIGESTOR

Tanques cerrados de todas las formas, tamaños y materiales. Aquí se almacenan residuos orgánicos mezclados con agua y se produce biogás al descomponerse en ausencia de aire. Definido por el diseño de la instalación en función de variables de proceso, ambientales y de uso del sistema.

Se muestra que puede tomar cualquier forma, y dependiendo de las preferencias del usuario y las posibilidades disponibles para su

construcción, se muestra que se pueden utilizar tanques cilíndricos, rectangulares, esféricos o semiesféricos. Pero desde un punto de vista físico y de procedimiento, no se recomiendan los tanques rectangulares. Requiere más materiales de construcción y crea zonas de diferentes composiciones y temperaturas dentro del digestor, impidiendo un uso óptimo del sistema. (MINAGRI, 2011).

Ventajas y desventajas de los biodigestores.

- **Ventajas de los biodigestores**

- a) Esto reducirá la deforestación al eliminar la necesidad de utilizar leña para cocinar.
- b) Humanizar el trabajo de los agricultores que debían buscar leña en lugares cada vez más remotos.
- c) Amplia gama de aplicaciones (iluminación, cocción, generación de energía, transporte de vehículos, etc.).
- d) Desarrollar fertilizantes orgánicos ricos en nitrógeno, fósforo y potasio que puedan competir con fertilizantes químicos más caros y dañinos para el medio ambiente.
- e) Eliminación de residuos orgánicos y desechos animales que contaminan el medio ambiente y causan enfermedades en humanos y animales.

2.2.5.1. BIOFERTILIZANTES

Los biofertilizantes son sustancias que contienen microorganismos vivos que, cuando se aplican a semillas, superficies de plantas o suelo, colonizan la rizosfera de las plantas y promueven el crecimiento aumentando la distribución de microorganismos nutrientes primario. Por tanto, el término biofertilizante se refiere a productos que contienen microorganismos del suelo que se aplican a las plantas para

favorecer su crecimiento. Sin embargo, a menudo se utiliza incorrectamente como sinónimo de una amplia gama de productos como estiércol orgánico, compost y estiércol de ganado a otro (Barrios, 2001).

a) Ventajas del Biofertilizante

- No contamina el suelo, el agua, el aire ni las plantas.
- Fácil de preparar y adaptable a diferentes tipos de envases.
- Económico, producido en las mismas instalaciones, utilizando materias primas encontradas en la finca.
- Permite aumentar la producción.
- Cuando se utiliza en el momento adecuado, restaura las plantas sometidas a estrés por plagas, enfermedades, sequías, heladas y granizo. Contiene sustancias (fitohormonas) que favorecen el crecimiento de las plantas.

2.2.5.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL BIOFERTILIZANTE

Las bacterias fermentan la materia orgánica en ausencia de aire (también conocida como fermentación anaeróbica) para producir biogás. Este digestato está formado por sólidos orgánicos e inorgánicos y agua (lo que hace que el digestato sea más fluido, características importantes para el funcionamiento de plantas de biogás).

El procedimiento de la fermentación se divide en tres partes fundamentales: el primer paso, la hidrólisis, en la que la bacteria fermentativa o acidificante hidrolizan el polímero y los transforman en ácidos orgánicos solubles mediante la fermentación; la segunda etapa, la acidificación, durante la cual las bacteria sacetogénico provoca el metabolismo de ácido orgánico complejos acetato (CH_3COOH), hidrógeno (H_2) y dióxido de carbono (CO_2); y la

tercera etapa, la metanización, en la que proteínas, carbohidratos, grasas, aminoácidos, alcoholes y ácidos grasos producidos en la etapa anterior se convierten en metano, dióxido de carbono y amoníaco. En la etapa final, el material fermentado se vuelve más líquido. (Silva, 2002). Componentes químicos del Biol:

- Nitrógeno (%)
- Fósforo (%)
- Potasio (%)
- Calcio (%)
- Sulfato de cinc (%)
- Sulfato de magnesio (%)
- Sulfato de cobre (%)
- Cloruro de calcio (%)
- Sulfato férrico (%)
- pH* 3,59

2.2.5.3. APLICACIONES DEL BIOFERTILIZANTE

Los fertilizantes microbianos se pueden aplicar a semillas, suelo o material vegetal. En el caso de los cultivos anuales, la ventaja de la simbiosis se manifiesta en periodos muy cortos, 20-30 días después de la biofertilización, pero en plantas perennes, en viveros, hasta tres meses, por ejemplo en el cacao y el café. La forma más precisa de propagarlos es unirlos a semillas. Cuando se biofertiliza con tierra o turba como sustrato se utiliza un agente infeccioso que en muchos casos es carboximetilcelulosa en una concentración del 0,5%. Para aplicar biofertilizante a las semillas, se recomienda extenderlo sobre plástico y espolvorear pegamento

sobre él y mezclar bien; Es muy importante asegurarse de que todas las semillas estén "pegajosas" y agregar biofertilizante inmediatamente. Si no es pegajoso, se puede mejorar añadiendo agua azucarada. (Aedes, 2006).

2.2.5.4. PROPIEDADES DE LO BIOFERTILIZANTES

Se recomienda su uso en todo tipo de suelos, especialmente aquellos con bajas concentraciones de materia orgánica, suelos erosionados, y su uso favorece la recuperación de suelos aptos para la agricultura. (Dezuane, 1997).

- **Propiedades físicas:** Debido a su color oscuro, el abono orgánico absorbe más radiación solar, por lo que el suelo se calienta y los nutrientes se absorben mejor.
- Los fertilizantes orgánicos mejoran la textura y estructura del suelo, haciendo que los suelos arcillosos sean más ligeros y los arenosos más compactos. Aumentan la permeabilidad del suelo, afectando a su drenaje y aireación.
- Reducir erosión del suelo por agua y viento. Aumentan la retención de agua en el suelo, permitiendo que se absorba más agua. durante la lluvia o el riego para retener la humedad en el suelo mucho tiempo en verano.
- **Propiedades químicas:** Los fertilizantes orgánicos aumentan la capacidad amortiguadora del suelo y, por lo tanto, reducen sus fluctuaciones de pH y aumentan la capacidad de intercambio catiónico del suelo, lo que aumenta la fertilidad.
- **Propiedad biológica:** El fertilizante orgánico es bueno para la aireación y oxidación del suelo., favoreciendo el crecimiento de raíces y microorganismos aeróbicos. Dado que los fertilizantes orgánicos actúan como energía para los microorganismos. crecen rápidamente.

2.2.5.5. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA FORMACIÓN DEL BIOFERTILIZANTE

- **Temperaturas:** Simboliza el aumento de actividad microbiana en el fertilizante que ocurre después de mezclar todos los ingredientes. Aproximadamente 12 horas después de la preparación, la temperatura del fertilizante debería superar fácilmente los 50°C., es señal pasar a otras etapas del proceso.(Huayta, 2006)
- **Humedad interna del biodigestor:** Humedad óptima para la máxima eficiencia del proceso de fermentación compost varía entre (50-60% en peso). Con una humedad inferior a 40°C, la descomposición aeróbica de las sustancias orgánicas que componen el compuesto es muy lento.
- Por el contrario, si la humedad supera el 60%, el número de poro anhidro será muy pequeño, dificultando el suministro de oxígeno durante la fermentación. (Huayta, 2006).
- **Aireación:** Se requiere acceso de oxígeno que evita que se restrinja la etapa aeróbica de fermentación del compost. Se estima que la proporción de oxígeno ubicada en los microporos de la masa debe estar al menos entre (5 y 10%). Sin embargo, si los poros están en estado anaeróbico debido a una humedad excesiva, la aireación del proceso puede verse impedida, lo que resulta en una mala calidad del producto. (Huayta, 2006).
- **Relación carbono-nitrógeno:** Se estima que la relación teórica ideal para producir un buen fertilizante de acción rápida es del 25-35%. Proporciones más bajas pueden causar pérdidas significativas de nitrógeno a través de la volatilización, mientras que proporciones más altas ralentizan la fermentación. (Dezuane, 1997).

- Relación orgánica/agua: La cantidad de materia orgánica en relación al agua varía según la localidad, pero es posible trabajar con concentración 50-50 o 25-75 según disponibilidad de materia prima. . Recomendamos utilizar 1/3 de orgánico y 2/3 de agua y dejar siempre 10-20 cm de espacio en la parte superior del recipiente.(Restrepo Rivera, 2001)
- Hidrógeno potencial (pH): Este tipo de fertilizante requiere una variación de pH entre 6 y 7. Los valores extremos previenen la actividad microbiana durante el proceso de descomposición del material. El valor del pH baja a 5 en los primeros días debido a la formación de ácidos orgánicos.(Cespedes, 2005).
- Conductividad eléctrica (CE): Se utiliza para medir la concentración total de sal en una solución, pero no indica qué sales están presentes. La CE se expresa como dS/m (antes llamada mmho/cm). Siempre que hablamos de CE siempre debemos indicar si es la CE del agua de riego, la CE del agua residual o la CE de la solución del suelo. La CE de la solución del suelo debe tener en cuenta el estado de humedad del suelo.(Huayta, 2006).
- Aditivos: La levadura es un microorganismo que sintetiza sustancias antibacterianas útil para el crecimiento de las plantas. Sustancia fisiológicamente activa, como hormonas y enzimas producidas por la levadura que promueven la división celular activa. Un microorganismo benéfico es una combinación de microorganismos benéficos que ocurren naturalmente. Estos contienen principalmente cuatro géneros principales de microorganismos beneficiosos: bacterias fotosintéticas, levaduras, bacterias productoras de ácido láctico y bacterias fermentativas. (Huayta, 2006).

2.2.5.6. MARCO LEGAL DE BIOFERTILIZANTES EN EL PERÚ

En Perú, el marco legal para los biofertilizantes se encuentra principalmente regulado por el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) y sus entidades adscritas, como el (SENASA) y el

(INIA).

El SENASA es la entidad encargada de la regulación y supervisión de los insumos agrícolas, incluidos los biofertilizantes, en Perú. Desarrollar requisitos y procedimientos de registro y autorización de los productos agrícolas, así como para su importación, exportación y comercialización.

El INIA, por su parte, el objetivo es promover la ciencia e innovación en el sector agrario, incluyendo el desarrollo y la evaluación de biofertilizantes y otros productos agrícolas.

Es importante tener en cuenta que los biofertilizantes pueden clasificarse en diferentes categorías, como los biofertilizantes orgánicos, los biofertilizantes microbianos y los biofertilizantes de origen animal o vegetal. Cada categoría puede tener requisitos específicos de registro y uso según la normativa vigente.

Además, existen otras regulaciones y normativas relacionadas con los biofertilizantes, como las leyes de protección del medio ambiente y de sanidad agrícola, que también deben ser consideradas al momento de producir, importar o comercializar biofertilizantes en Perú.

a) ley de promoción de la producción orgánica o ecológica

Ley que Regula la producción orgánica o ecológica y su reglamento, aprobado por Decreto Supremo Nro.011-2014-AG. Esta ley establece los principios y las disposiciones generales para la producción, certificación, etiquetado y comercialización de productos orgánicos o ecológicos en Perú.

La Ley N° 29196 promueve la producción de alimentos saludables, respetuosos con el medio ambiente y socialmente responsables. Establece los requisitos para que los productos agrícolas y pecuarios puedan ser considerados como orgánicos o ecológicos, incluyendo aspectos como la prohibición del uso de

productos químicos sintéticos, promoción de la biodiversidad y conservación de recursos naturales.

Además, la normativa establece la obligatoriedad de la certificación por parte de entidades autorizadas que garanticen la autenticidad de los productos orgánicos o ecológicos y su conformidad con los estándares establecidos.

Tenga en cuenta que esta información puede cambiar y actualizarse. Le recomendamos consultar con autoridades públicas como el Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI) y sus entidades adscritas, para obtener la versión más actualizada de la legislación relacionada con la producción orgánica o ecológica en Perú.

2.2.5.7. MARCO INSTITUCIONAL DE LOS BIOFERTILIZANTES EN PERÚ

En Perú, el marco institucional para los biofertilizantes se encuentra respaldado por diversas entidades y regulaciones que promueven su desarrollo y uso en la agricultura sostenible. A continuación, se presentan algunas instituciones clave y regulaciones relevantes:

- a) Ministerio de Agricultura y Riego (MINAGRI):** Es el ente rector en materia agrícola en Perú y tiene la responsabilidad de promover el uso de biofertilizantes. A través de sus diferentes direcciones y programas, como la Dirección General de Agricultura Familiar, la Dirección General de Competitividad Agraria, y el Programa Nacional de Innovación Agraria, el MINAGRI impulsa la investigación, la producción y la difusión de biofertilizantes en el país.

- b) Servicio Nacional de Sanidad Agraria (Senasa):** Esta es la autoridad responsable de la salud agrícola en el Perú. Establece las normas y requisitos para la importación, producción,

comercialización y uso de biofertilizantes, garantizando su calidad y seguridad para los cultivos y el medio ambiente.

- c) **Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA):** Es una entidad adscrita al MINAGRI su finalidad es promover la investigación, transferencia de tecnología agrícola. El INIA desarrolla investigaciones sobre biofertilizantes, evaluando su eficacia, recomendando su uso y difundiendo las buenas prácticas agrícolas asociadas.
- d) **Reglamento para la producción y uso de insumos para la agricultura ecológica:** Este reglamento, aprobado por el MINAGRI, establece las normas para la producción y uso de insumos orgánicos, incluyendo los biofertilizantes. Define los requisitos para su registro, etiquetado y comercialización, asegurando que cumplan con estándares de calidad y sean adecuados para la agricultura ecológica.
- e) **Programa Nacional de Agrobiodiversidad (PRONABIO):** Es una iniciativa del MINAGRI que promueve gestión sustentable de la biodiversidad agrícola en Perú. PRONABIO impulsa conservación y utilización de recursos genéticos agricultura, incluyendo la promoción de prácticas agroecológicas y el uso de biofertilizantes como alternativa a los fertilizantes químicos.

Estas instituciones y regulaciones conforman el marco institucional para los biofertilizantes en Perú, fomentando su investigación, producción, comercialización y uso sostenible en la agricultura del país.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Hidrólisis:** Es la descomposición de proteínas en pequeñas cadenas peptídicas que contienen entre 2 y 20 AA. Este producto se llama hidrolizado. Los métodos de hidrólisis de RH se pueden llevar a cabo

mediante vías enzimáticas, químicas, térmicas, ácidas, alcalinas, microbianas y autolíticas.(G. Mego Guerra, 2018)

- **Biol biocida:** Permite el control, neutralización y control de plagas y enfermedades que afectan a los cultivos, a la vez que aporta nutrientes y estimula el desarrollo de hojas, raíces y frutos.(Mosquera, 2010). La melaza. Es la principal fuente de energía de los microorganismos implicados en la fermentación de los fertilizantes orgánicos y facilita su actividad. Además rica en Potasio, Calcio y Magnesio, además contiene esencialmente micronutrientes como el boro. (Mosquera, 2010)
- **Fermentación de RR.SS:** Para ello se adaptan diferentes procesos, los cuales varían según composición del sustrato, cultivo iniciador, fuente de carbohidratos, temperatura y tiempo. Los microorganismos utilizados en la fermentación pueden ser aeróbicos, anaeróbicos o facultativos, como hongos y protozoos. En particular, las bacterias del ácido láctico y las levaduras se utilizan como inoculantes en el proceso de fermentación de residuos de HW, ya que ambas pueden crecer en condiciones de bajo oxígeno.(Gutiérrez Arce et al., 2020)
- **Fertiirrigación:** El uso cada vez mayor de la tecnología de riego por goteo (RPG) es consistente con la demanda y el interés en el FOL inyectado en el riego. Este sistema utiliza un inyector de fertilizante con una bomba accionada por agua. (Finck, 1988).
- **Bioestimulantes BEs:** Se pueden aplicar a la planta o a la rizosfera para estimular cualidades del cultivo, como procesos naturales, absorción de nutrientes, eficiencia en la utilización de nutrientes y tolerancia al estrés (biótico y abiótico). Un producto que contiene una mezcla de sustancias y/o microorganismos. (Finck, 1988).

2.4. HIPÓTESIS

El presente estudio no cuenta con hipótesis

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DE ESTUDIO

Elaboración del biofertilizante por fermentación.

2.5.2. VARIABLE DE CARACTERIZACIÓN

- Nitrógeno
- Fosforo
- Potasio
- Cloruro de calcio
- Sulfato ferroso
- Sulfato de magnesio
- pH

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicador	Escala
VARIABLE INDEPENDIENTE					
elaboración de biofertilizante por fermentación	Se puede entender como un proceso de semi-descomposición aeróbica (con presencia de oxígeno) de residuos orgánicos (Agüero et al., 2014)	Definimos como la transformación de los residuos de plátano que servirá de abono con buena concentración de nutrientes	Residuos de plátano	kg	De razón
			Tiempo	h	
			Volumen de mezcla	%	
VARIABLE DE CARACTERIZACIÓN					
Características físico químicas del biofertilizante	Las propiedades físicas son aquellas características que se van medir sin que por ello se altere la estructura atómica, mientras que las propiedades químicas son aquellas características que resultan en un cambio en la estructura atómica (Agüero et al., 2014)	Nos referimos con propiedades físico químicas que serán detectados mediante el análisis del biofertilizante y nos referimos a la cantidad de nitrógeno, fosforo, sodio, potasio, Magnesio y calcio que serán medidas en el laboratorio.	nitrógeno	%	De razón
			Fosforo	%	
			Potasio	%	
			Cloruro de calcio	%	
			Sulfato ferroso	%	
			Sulfato de magnesio	%	
			pH		

CAPITULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1. TIPO DE ESTUDIO

Según (Hernández Sampieri et al., 2014) el presente estudio es experimental porque hay manipulación de la variable por parte del investigador ya que se elaborará el biofertilizante.

Es longitudinal ya que se realizará más de una medición y prospectivo ya que se recolectará los residuos de plátanos producidos en el Distrito de Pucayacu.

3.1.1. ENFOQUE

Este estudio se basa en mediciones cuantitativas y por lo tanto adopta un enfoque cuantitativo la característica física químicos del biofertilizante elaborado por fermentación, Basado en fundamentos teóricos que sustentan este proceso. (Hernández Sampieri et al., 2014).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

Dado que los resultados alcanzados están orientados a la solución de problemas sociales, esta investigación se posiciona en el nivel aplicativo producción excesiva de los residuos orgánicos generados en el Distrito de Pucayacu. (Hernández Sampieri et al., 2014).

3.1.3. DISEÑO

Se utilizará Diseño de estudio experimental. (Hernandez Sampieri, 2016)



Donde:

O1: Residuos de plátanos

X: biodigestor para el procesamiento de residuo de plátano

O2: Biofertilizante

Un grupo de control no es aplicable porque el proceso anaeróbico debe contener muchos elementos para apoyar la fermentación.

Figura 1
Matriz del Diseño Experimental

Tratamiento	Código	Composición
T1	A1	100%
Día 30		Muestra 1
Día 35		Muestra 2
Día 40		Muestra 3
Día 45		Muestra 4
Día 50		Muestra 5

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población está compuesta por la cantidad total de residuos de plátano generados en la zona Distrito de Pucayacu – Huánuco.

3.2.2. MUESTRA

Se tomaron muestras del contenido total de la población seleccionada según día de tratamiento, para la muestra se tomó 45 kg de residuos del procesamiento de plátanos y se completó con agua hasta el 80% de la capacidad del biodigestor. Se tomarán 5 muestras de 30, 35, 40, 45 y 50 días.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Como técnica de recolección de datos se usará la observación y como instrumento la guía de observación para los parámetros físicos y químicos del biofertilizante.

Figura 2
Ficha técnica del instrumento

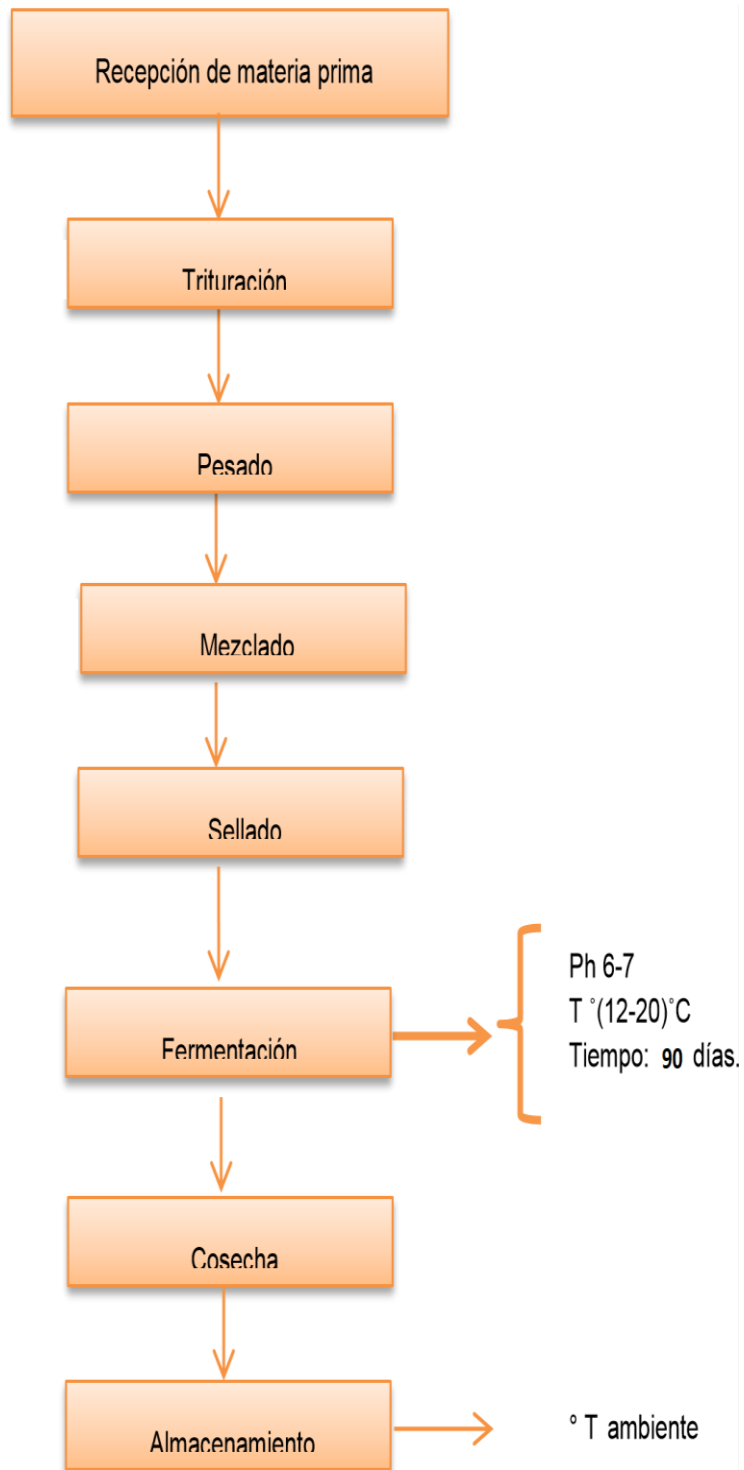
Nombre del instrumento	Guía de observación para los parámetros físicos y químicos del biofertilizante
Autor	Propio del investigador
Descripción del instrumento (objetivo del instrumento)	Conocer los parámetros físicos y químicos del biofertilizante a partir de residuos de plátano del Distrito de Pucayacu.
Estructura	Parametros físicos Parametros químicos
Momento de aplicación de los instrumentos	La aplicación del instrumento para la medición de los parámetros del biofertilizante iniciará el día 30.
Tiempo promedio de la aplicación	60 días

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.4.1. TÉCNICAS PARA LA RECOLECCIÓN Y PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Para recolectar la información se procederá de acuerdo al siguiente esquema

Figura 3
Proceso de elaboración del BIOFERTILIZANTE

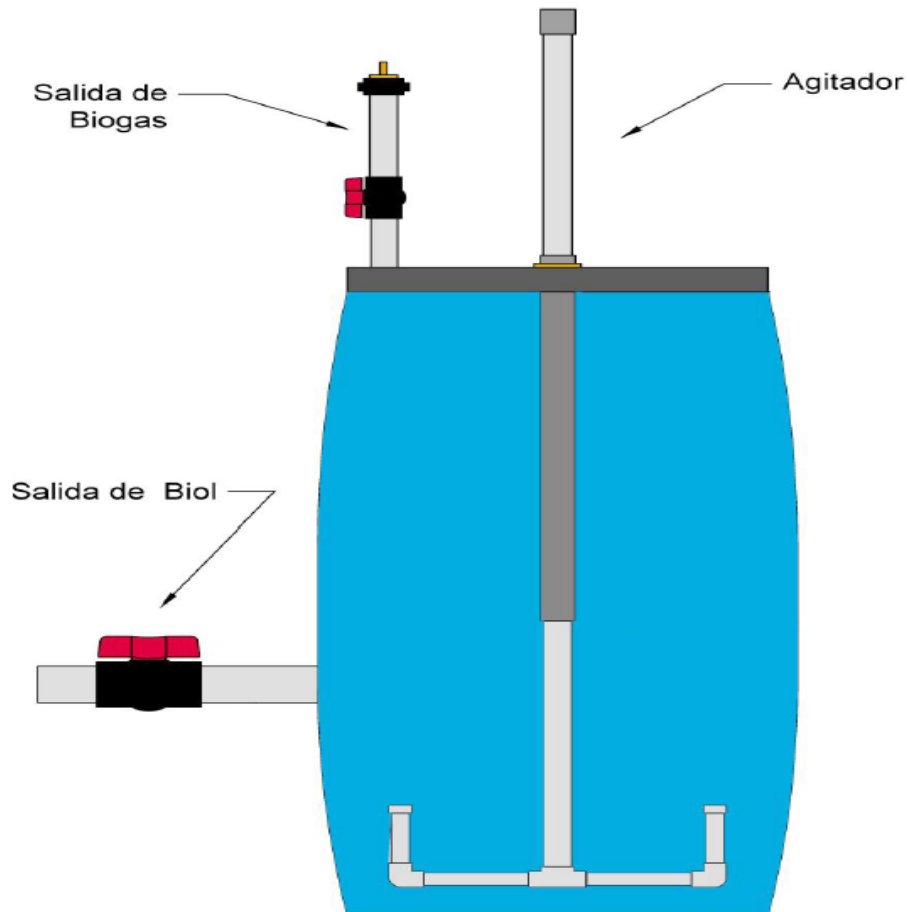


Nota: Tomado de Flórez, M. (2017). elaboración de biofertilizante líquido utilizando subproductos del procesamiento de trucha (*oncorhynchus mykiss*). Lima-Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina

3.4.2. DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN

El diseño experimental para el tratamiento consta del siguiente biodigestor:

Figura 4
Biodigestor



Nota: tomado de Johanna Maribel Jiménez Mideros en su trabajo de investigación: Producción de fertilizante orgánico líquido fermentado (biol) a partir de vísceras de trucha arcoíris (*Oncorhynchus mykiss*), criadero del municipio de Tufiño en año 2019”

Tratamiento 1: Digestión anaeróbica en biodigestor para la producción de biofertilizante con materia orgánica (residuos de plátano), para ello se adiciono 2 kilogramos de levadura y 1 kilogramo de melaza.

3.5. TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

Elaboración de datos

- Revisión de los datos: Se verificarán la calidad de cada uno para garantizar que los resultados obtenidos sean consistentes y confiables.
- Codificación de datos: Los resultados obtenidos se convierten en códigos numéricos.
- Procesamiento de datos: Se procesan manualmente creando una tabla matricial física, que se convierte en una base de datos virtual utilizando Excel 2016; finalmente realiza el procesamiento de datos con el paquete estadístico IBM SSPS Versión 25.0 Windows.
- Plan de tabulación de datos: A partir de los resultados obtenidos, los datos se compilan en tablas estadísticas.
- Presentación de datos: Los datos obtenidos se presentan en tablas y figuras académicas.

3.5.1. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE DATOS

Análisis descriptivo: Las características de cada variable se encuadran según el tipo de variable. Se utilizan ilustraciones para facilitar la comprensión y enfatizar el atractivo visual de forma sencilla y clara.

CAPITULO IV

RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO

Tabla 1

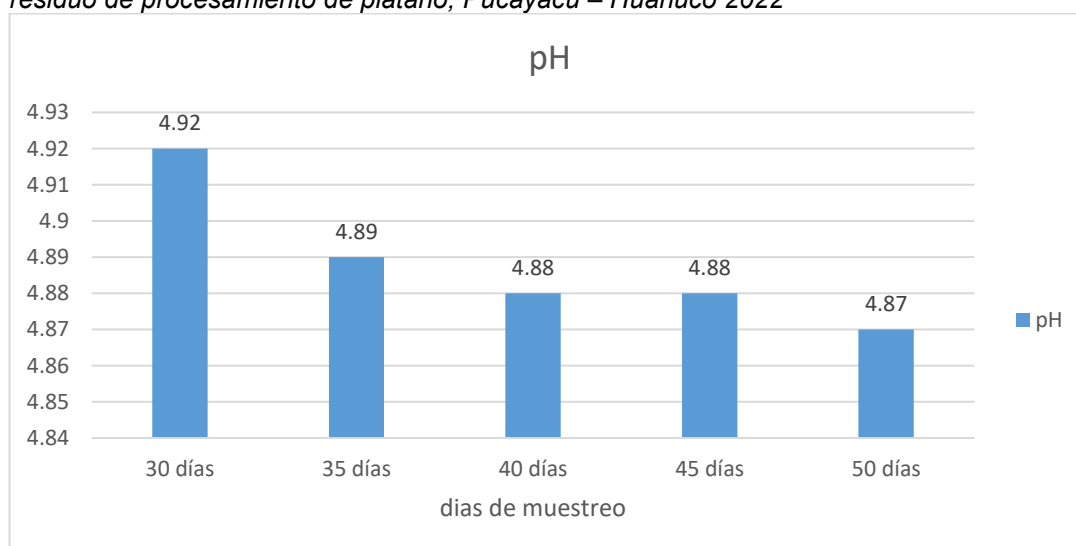
pH que interviene en el proceso de elaboración del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022

Muestras	pH	
		Media
30 días		4,92
35 días		4,89
40 días		4,88
45 días		4,88
50 días		4,87

En la tabla 1 se describe el pH que interviene en el proceso de elaboración de biofertilizante observándose que a los 50 días disminuyo a 4,87 siendo más ácido a diferencia de los 30 días con un pH de 4,92.

Figura 5

pH que interviene en el proceso de elaboración del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022



En la figura 5 se describe el pH que interviene en el proceso de elaboración de biofertilizante observándose que a los 50 días disminuyo a 4,87 siendo más ácido a diferencia de los 30 días con un pH de 4,92.

Tabla 2

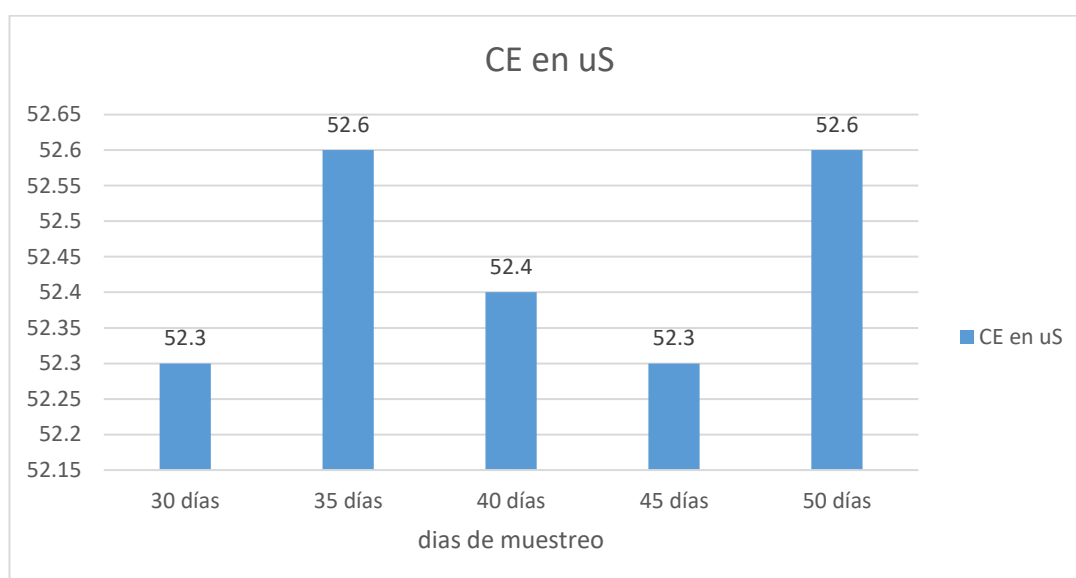
Conductividad eléctrica que interviene en el proceso de elaboración del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022

Muestras	CE en uS	
		Media
30 días		52,30
35 días		52,60
40 días		52,40
45 días		52,30
50 días		52,60

En la tabla 2 se describe la conductividad eléctrica que interviene en el proceso de elaboración de biofertilizante observándose la CE de 52,6 uS a los 35 y 50 días encontrándose dentro del LMP siendo que no hay mucha concentración de sales disueltos.

Figura 6

Conductividad eléctrica que interviene en el proceso de elaboración del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022



En la figura 6 se describe la conductividad eléctrica que interviene en el proceso de elaboración de biofertilizante observándose la CE de 52,6 uS a los 35 y 50 días encontrándose dentro del LMP siendo que no hay mucha concentración de sales disueltos.

Tabla 3

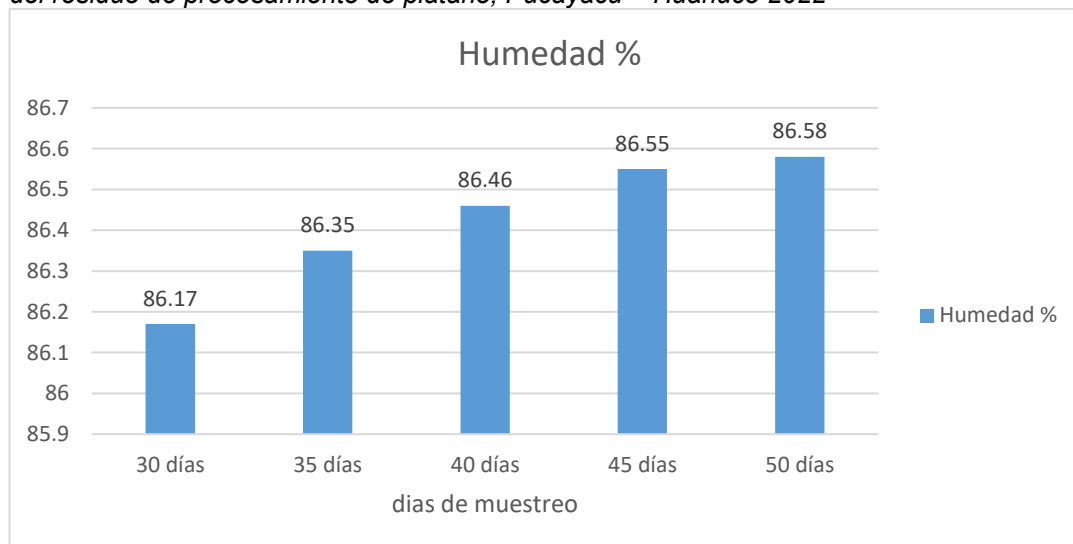
Humedad que interviene en el proceso de elaboración del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022

Muestras	Humedad %	
		Media
	30 días	86,17
	35 días	86,35
	40 días	86,46
	45 días	86,55
	50 días	86,58

En la tabla 3 se describe la humedad que interviene en el proceso observándose que al pasar de los días la humedad va aumentando a los 30 días 86,17% y a los 50 días 86,58%. Siendo que esto afecta de manera positiva a la fermentación del residuo de plátano. Asimismo, no hay variabilidad en los datos.

Figura 7

Humedad que interviene en el proceso de elaboración del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022



En la figura 7 se describe la humedad que interviene en el proceso observándose que al pasar de los días la humedad va aumentando a los 30 días 86,17% y a los 50 días 86,58%. Siendo que esto afecta de manera positiva a la fermentación del residuo de plátano. Asimismo, no hay variabilidad en los datos.

Tabla 4

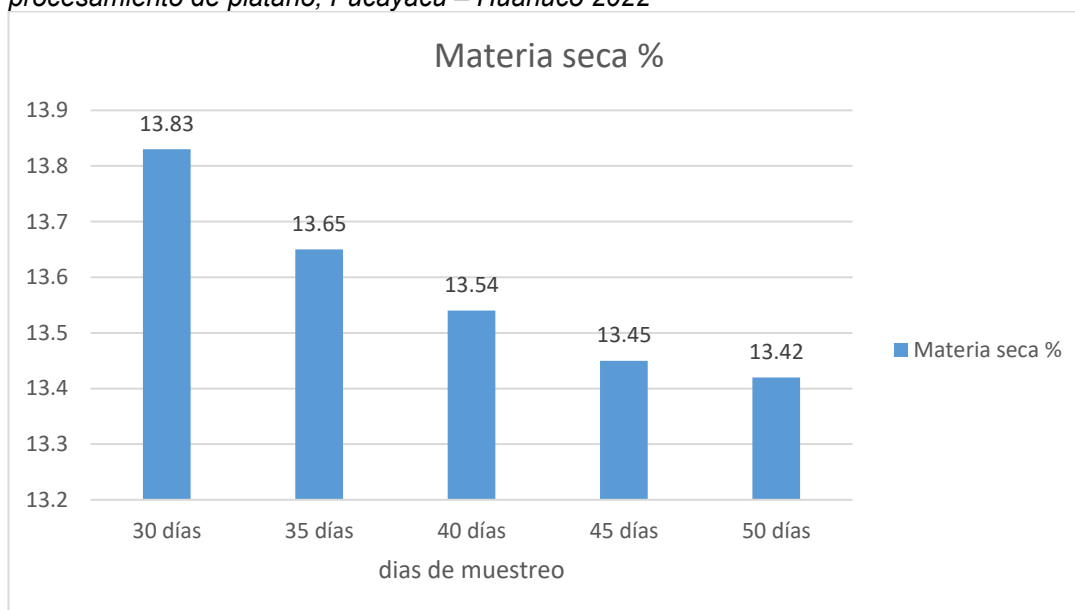
Materia seca del proceso de elaboración del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022

Muestras	Materia seca %	
		Media
30 días		13,83
35 días		13,65
40 días		13,54
45 días		13,45
50 días		13,42

En la tabla 4 se describe la materia seca obtenida del proceso de fermentación observando que al pasar de los días va disminuyendo a los 30 días 13,83% y a los 50 días 13,42%. Siendo esto fundamental para conocer la cantidad de nutrientes que pueden ser aprovechados.

Figura 8

Materia seca del proceso de elaboración del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022



En la figura 8 se describe la materia seca obtenida del proceso de fermentación observando que al pasar de los días va disminuyendo a los 30 días 13,83% y a los 50 días 13,42%. Siendo esto fundamental para conocer la cantidad de nutrientes que pueden ser aprovechados

Tabla 5

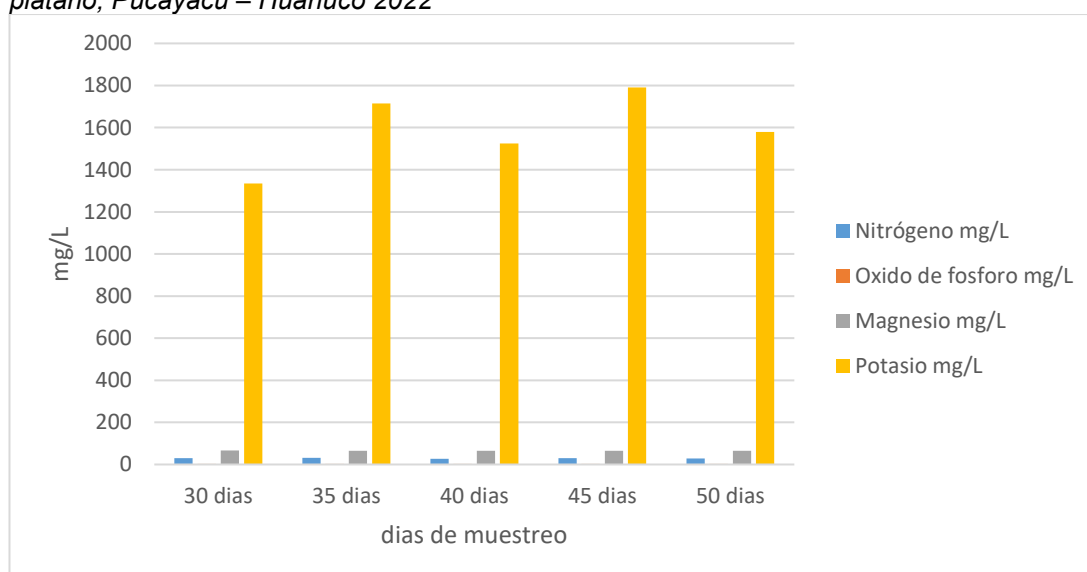
Macronutrientes del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022

Muestra	Nitrógeno mg/L	Oxido de fosforo mg/L	Magnesio mg/L	Potasio mg/L
	Media	Media	Media	Media
30 días	30,80	2,22	65,90	1335
35 días	32,34	2,40	65,30	1715
40 días	27,24	2,42	64,90	1525
45 días	29,46	2,39	64,70	1790
50 días	28,87	2,16	65,70	1580

La Tabla 5 muestra los parámetros químicos de las cinco muestras observándose la mayor cantidad de nitrógeno en la M2 + 35 días (32,34 gr/L), el óxido de fosforo en la M3 + 40 días (2,42 mg/L), magnesio en la M1 + 30 días (65,9 mg/L) y el potasio en la M4 + 45 días (1790 mg/L).

Figura 9

Macronutrientes del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022



En la figura 9 se describe los parámetros químicos de las 5 muestras observándose la mayor cantidad de nitrógeno en la M2 + 35 días (32,34 gr/L), el óxido de fosforo en la M3 + 40 días (2,42 mg/L), magnesio en la M1 + 30 días (65,9 mg/L) y el potasio en la M4 + 45 días (1790 mg/L).

Tabla 6

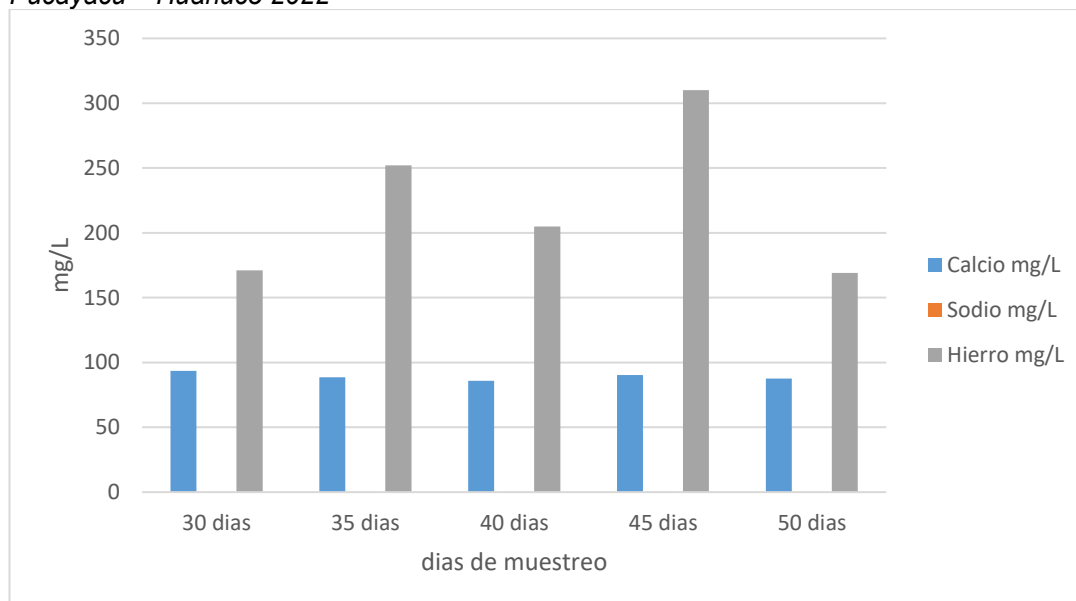
Micronutrientes del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022

Muestra	Calcio mg/L	Sodio mg/L	Hierro mg/L
	Media	Media	Media
30 días	93,50	,14	171
35 días	88,65	,14	252
40 días	85,80	,14	205
45 días	90,35	,14	310
50 días	87,60	,14	169

La Tabla 6 muestra los parámetros químicos de las cinco muestras observándose la mayor cantidad de calcio en la M1 + 30 días (93,5 mg/L), sodio en todas las muestras es de 0,14 mg/L y el hierro en la M4 + 45 días (310 mg/L).

Figura 10

Micronutrientes del biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu – Huánuco 2022



En la figura 10 se describe los parámetros químicos de las 5 muestras observándose la mayor cantidad de calcio en la M1 + 30 días (93,5 mg/L), sodio en todas las muestras es de 0,14 mg/L y el hierro en la M4 + 45 días (310 mg/L).

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Se analizan resultados de la consecución de los objetivos planteados en esta investigación obteniendo lo siguiente:

Uno de las preocupaciones son los residuos sólidos los que al pasar de los tiempos se va convirtiendo en un problema (Mego, 2018) Por tal, en el estudio se utilizaron los residuos de plátanos de Pucayacu para el procesamiento de biofertilizante mediante el diseño de un biodigestor.

Los fertilizantes químicos provocan un desequilibrio en el medio ambiente y el suelo. Por lo tanto, es necesario conservar la sustancia orgánica para la sostenibilidad y desempeño del sistema agrícola. propiciando el uso de abonos orgánicos.(Gonzáles et al., 2021)

Según Alarcón, (2013). Los fertilizantes orgánicos son productos que se obtienen de la, fermentación y proceso de sustancia orgánica que suelen encontrarse en residuos domésticos y que, por sus singulares propiedades nutricionales, son de gran utilidad en la agricultura.

Este estudio analiza la conductividad eléctrica asociada con este proceso elaboración de biofertilizante observándose de 52,6 a los 35 y 50 días.

Según lo citado (Yepes y Flórez, 2013), mencionaron que valores bajos de CE son beneficiosos para el manejo de fertilizantes ya que no se consideran fitotóxicos para los cultivos.

Asimismo, se observa que el pH disminuyo con el pasar de los días del 30 al 50 siendo se muestra acida con valores de 4,92 a 4,87. Por el contrario en el estudio de Ramos et al (2014) se muestran los resultados de los análisis muestran que el pH es fuertemente alcalino y comienza a bajar (de 60 a 150) a medida que avanza la fecha de fabricación, aunque los estudios han demostrado que un nivel adecuado está en el rango entre 7,8 y 8,8, que no

coincide con el valor establecido del valor obtenido aquí. La naturaleza alcalina o ácida del compost tiene mucho que ver con los materiales utilizados durante el proceso de compostaje..(Eekeren et al., 2009)

Por eso es fundamental entender el pH y la CE del fertilizante orgánico casero para que el exceso de sales en el abono no perjudique la disponibilidad de nutrientes de las plantas.(Yepes & Flórez, 2013)

Asimismo, en cuanto a la cantidad de macronutrientes en el T1+30 días se observa que hay mayor concentración de calcio 93,5% y magnesio 65,9%.

Del mismo modo, en el T2+35 días la mayor concentración de nitrógeno 32,34%, en el T3+40 días la concentración de fósforo en un 2,42% y en el T4+45 días la concentración de potasio en un 1790%. Concordando con el estudio de Jara et al (2021) quien menciona que el poder fertilizante del producto viene determinado principalmente por la concentración de los tres nutrientes que requiere la planta: nitrógeno, fósforo y potasio. Para los fertilizantes orgánicos, estos valores dependen del tipo de residuo utilizado y del tipo de tratamiento.

Del mismo modo con Ramos et al., (2014) quien menciona que el elemento potasio es el más abundante, lo cual es lógico teniendo en cuenta que el plátano absorbe grandes cantidades de este elemento y los residuos de este cultivo son muy utilizados en la producción de este fertilizante.

El fósforo (P) es el macronutriente esencial más importantes y está clasificado como macronutriente para óptimo crecimiento y reproducción de las plantas. Participa en casi todos los procesos metabólicos importantes, incluida la fotosíntesis y la respiración. (Zhong et al., 2017)

Finalmente, en relación a los micronutrientes se observa la concentración de hierro en 310 en el T4+45 días.

Los micronutrientes, por otro lado, son componentes que el cultivo requiere en menor medida; sin embargo, eso no implica que sean menos valiosos. Se relacionan con tareas importantes en el desarrollo de plantas y su falta se traduce en una caída de la productividad. (Leblanc et al., 2007).

Según Blanco et al (2014). Además de su función nutricional, los aminoácidos también pueden crear complejo con metal en forma de quelato y actuar así como reguladores del transporte de oligoelementos. La principal ventaja de utilizar aminoácidos libres para la fertilización es que la planta los absorbe fácilmente y pueden usarse inmediatamente sin necesidad de una conversión adicional.

La agricultura orgánica transforma los desechos orgánicos de los hogares, granjas, mercados, aguas residuales, etc., en sustancias relativamente estables llamadas humus mediante procesos de descomposición aeróbica en condiciones controladas, especialmente humedad y aireación, es un ejercicio que ayuda a eliminar bacterias. Están involucrados hongos y actinomicetos.(Chihuan, 2022)

CONCLUSIONES

De este estudio se extrajeron las siguientes conclusiones:

- En relación al pH que interviene en el proceso de elaboración de biofertilizante se observa que disminuye con el pasar de los días a 4,87 en 50 días.
- La conductividad eléctrica se observa de 52,6 a los 35 y 50 días encontrándose dentro del LMP. En cuanto a la humedad aumento del día 30 al 50 en 0,41. Y la materia seca disminuyo de 13,83 a 13,42.
- Asimismo, en los parametros quimicos del biofertilizante se observa la mayor cantidad de nitrógeno en la M2 (32,34 gr/L), el óxido de fosforo en la M3 (2,42 mg/L), calcio en la M1 (93,5 mg/L), magnesio en la M1 (65,9 mg/L), potasio en la M4 (1790 mg/L), sodio en todas las muestras es de 0,14 mg/L y el hierro en la M4 (310 mg/L).
- Los fertilizantes orgánicos elaborados a partir de residuos agrícolas de la producción de plátano resultaron ser fertilizantes con suficientes nutrientes, lo que sugiere que los residuos de cultivos utilizados son los elementos susceptibles de descomposición. Se proporciona evidencia cuantitativa de la disponibilidad de nutrientes. Representa un valor no final que puede servir como referencia para futuras investigaciones.
- Se logró evaluar (reutilizar) los residuos del procesamiento del plátano, convirtiéndolos en un fertilizante líquido con propiedades orgánicas e inofensivo para las plantas y el medio ambiente.
- En los primeros días de fermentación, la temperatura aumenta significativamente y el pH baja debido a la actividad microbiana.

RECOMENDACIONES

- Realizar estudios de mercado para determinar precios de venta de fertilizantes líquidos y analizar la comercialización.
- Se anima a los agricultores a utilizar estos fertilizantes, ya que son más ecológicos con el medio ambiente y menos contaminantes.
- Con el fin de determinar de manera más confiable la respuesta biológica de las plantas a la aplicación de este tipo de fertilizante orgánico y confirmar que se pueden introducir fertilizantes alternativos de este tipo en los sistemas agrícolas locales como una opción para restaurar suelos degradados, realizar la prueba. Además libera nutrientes lentamente y aporta microorganismos beneficiosos al suelo, lo que supone una gran ventaja para los sistemas.
- Potenciar los abonos líquidos con otros ingredientes de origen animal como el guano de isla para potenciar sus propiedades nutricionales, especialmente el aporte de nitrógeno.
- Se recomienda a estudiantes de la carrera de ingeniería ambiental, otros residuos sólidos orgánicos., generados principalmente en nuestra zona, para reducir la acumulación de residuos sólidos durante su disposición y aprovechar su función en otras áreas experimentales, se recomienda experimentar con ellos.
- Al no existir una regulación o guía específica que divulgue las variables físico-químicas para calificar a un biol superior, se producen nuevas concentraciones de residuos de plátano para el uso de este sustrato y no se utilizan otros residuos agrícolas en su producción, se recomienda incluir

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Aedes, M. (2006). Evaluación del efecto de biol, bioactivos y fertilización potásica en el rendimiento y calidad del maíz morado [Informe final]. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Agüero, D. R., Alfonso, E. T., & Carreño, F. S. (2014). bocashi: Abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en bocas del toro, panamá. 35(2), 8.
- Alarcón Medina, W. (2018). Biofertilizante a base desubproductos de banano (musa spp) más estiércol de bovino, inoculado con emas, en fermentación aerobia y anaerobia. 97.
- Alarcón Medina, W. H. (2013). Biofertilizante a base de subproductos de banano (Musa Spp) más estiércol de bovino, inoculado con emas, en fermentación aerobia y anaerobia. [BachelorThesis, Quevedo: UTEQ]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/584>
- Barrios, F. (2001). Efecto de diferentes concentraciones de biol aplicados al suelo y foliarmente en el cultivo de vainita [Informe final]. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Blanco Espinoza, G. G., Linares, B. A., Guédez Falconete, R. P., Hernández Fermín, J. B., & Rincón, C. A. (2014). Efecto de diferentes dosis de extractos de plátano sobre el crecimiento de plantas in vitro del mismo cultivo en aclimatización. *Agronomía Tropical*, 64(3-4), 173-183. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0002-192X2014000200005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Borda-Molina, D., Pardo-García, J. M., Martínez-Salgado, M. M., & Montaña-Lara, J. S. (2019). Producción de un biofertilizante a partir de un aislamiento de *Azotobacter nigricans* obtenido en un cultivo de *Stevia rebaudiana* Bert. *Universitas Scientiarum*, 14(1), 71. <https://doi.org/10.11144/javeriana.SC14-1.pdub>

- Castro, A., Henríquez, C., & Bertsch, F. (2009). CAPACIDAD DE SUMINISTRO DE N, P Y K DE CUATRO ABONOS ORGÁNICOS. *AGRONOMÍA COSTARRICENSE*, 33(1), 13.
- Céspedes, M. (2005). *Agricultura orgánica. Principios y prácticas de producción* (5.a ed., Vol. 131). Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Quilamapu. <https://hdl.handle.net/20.500.14001/7064>
- Chihuan Dominguez, E. B. (2022). *Elaboración y evaluación de un abono líquido procedente de la fermentación láctica de malezas* [Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5328>
- Dezuane, L. (1997). Composts specifications for the production and characterization of compost from municipal solid waste. 4(2).
- Dhungana, B., Lohani, S. P., & Marsolek, M. (2022). Anaerobic Co-Digestion of Food Waste with Livestock Manure at Ambient Temperature: A Biogas Based Circular Economy and Sustainable Development Goals. *Sustainability*, 14(6), 3307. <https://doi.org/10.3390/su14063307>
- Dominguez Chihuan, E. B. (2022). ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN ABONO LÍQUIDO PROCEDENTE DE LA FERMENTACIÓN LÁCTICA DE MALEZAS. 111.
- Eekeren, N. J. M. van, Boer, H. de, Bloem, J., Schouten, T., Rutgers, M., Goede, R. G. M. de, & Brussaard, L. (2009). Soil biological quality of grassland fertilized with adjusted cattle manure slurries in comparison with organic and inorganic fertilizers. *Biology and Fertility of Soils*, 45(6), 595-608. <https://doi.org/10.1007/s00374-009-0370-2>
- Espinoza Machuca, S. (2018). *IMPACTO AMBIENTAL DE PESTICIDAS EN EL CULTIVO DE LA PAPA EN EL DISTRITO DE CHAGLLA, EN LA PROVINCIA DE PACHITEA, AÑO 2017* [Tesis, Universidad de Huanuco]. digital. <http://localhost:8080/xmlui/handle/123456789/1340>

- Farfan, C. (2002). Caracterización de Fuentes Orgánicas para uso en sistemas de la Agricultura Urbana [Curso de continuación de estudios "Agricultura orgánica y Gestión en agronegocios.].
- Finck, A. (1988). Fertilizantes y fertilización: Fundamentos y métodos para la fertilización de los cultivos. Editorial Revert??
- González Márquez, L. C., Gastélum, R. F., Sandoval Romero, J. A., Escobedo Urías, D. C., & Longoria Espinoza, R. M. (2021). Caracterización de biofertilizantes utilizados en el valle agrícola de Guasave, Sinaloa, México. *Terra Latinoamericana*, 39. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.859>
- Gutierrez Arce, F., Diaz Plasencia, S., Rojas Vásquez, Z., Vallejos Fernández, L. A., & Gutierrez Arce, W. (2020). Elaboración de abono orgánico (biol) para su utilización en la producción de alfalfa (*Medicago sativa* v. *Vicus*) en Cajamarca. *REVISTA PERSPECTIVA*, 20(4), 441-447. <https://doi.org/10.33198/rp.v20i2.00057>
- Haro-Velasteguí, A. J., Triviño-Bloisse, S. Y., & Angélica E. Borja-Arévalo. (2017). Análisis sobre el aprovechamiento de los residuos del plátano, como materia prima para la producción de materiales plásticos biodegradables. 3(2), 20.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6.a ed.). McGraw Hill Interamericana.
- Herrera Cárdenas, R. E. (2017). *FERMENTACIÓN LÁCTICA*".
- Huayta, R. (2006). Manual de elaboración de abono foliar [Manual]. <http://elagronómico.blogspot.com>
- Jagendorf, A. T. (1967). Acid-base transitions and phosphorylation by chloroplasts. *Federation Proceedings*, 26(5), 1361-1369.
- Jara-Samaniego, J., Gallegos, J., & Cruz, A. (2021). Elaboración y caracterización de bioles de residuos orgánicos. *InterSedes*, XXII(45),

189-203. <https://www.redalyc.org/journal/666/66670035008/html/>

Jazmín-Marín, D. (2019). Impacto del Uso de Biofertilizantes a Base de Residuos Orgánicos en los Suelos. *Conciencia Tecnológica*, 58. <https://www.redalyc.org/journal/944/94461547008/html/>

Leblanc, H., Cerrato, M., Miranda, A., & Valle, G. (2007). Determinación de la calidad de abonos orgánicos a través de bioensayos. 3(1). <https://www.researchgate.net/publication/237474376>

Megia, M. (2001). *Agricultura Ecológica* (2.a ed.). Terranova Editores, Ltda.

Mego Guerra, G. (2018). Evaluación del efecto biofertilizante de la cáscara de *Musa balbisiana* (plátano) en un cultivo de *Vigna unguiculata* (frijol chichlayo) [Informe, UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO]. <https://tesis.unsm.edu.pe/handle/11458/2758>

Mego Guerra, G. G. (2018). Evaluación del efecto biofertilizante de la cáscara de *Musa balbisiana* (plátano) en un cultivo de *Vigna unguiculata* (frijol chichlayo) [Universidad Nacional de San Martín]. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/2758>

MINAGRI. (2011). *Biodigestores en el Perú, guía de principales experiencias desarrolladas en el Perú*. Ministerio de Agricultura.

Mondragón García, J. M., Serna Jiménez, J. A., García-Alzate, L. S., & Jaramillo-Echeverry, L. M. (2018). Caracterización fisicoquímica de los subproductos cáscara y vástago del plátano *Dominico harton*. *Revista ION*, 31(1), 21-24. <https://doi.org/10.18273/revion.v31n1-2018003>

Mosquera, B. (2010). Abonos orgánicos, protegen el suelo y garantizan a alimentación sana (N.o 01-2010; p. 24). FONAG.

Parra, R. (2010). *Bacterias ácido lácticas: Papel funcional en los alimentos*. Grupo de investigación en química y tecnología de los alimentos [Informe final]. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Ramos Agüero, D., Terry Alfonso, E., Soto Carreño, F., & Cabrera Rodríguez,

- J. A. (2014a). Bocashi: Abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá. *Cultivos Tropicales*, 35(2), 90-97.
- Ramos Agüero, D., Terry Alfonso, E., Soto Carreño, F., & Cabrera Rodríguez, J. A. (2014b). Bocashi: Abono Orgánico Elaborado a Partir De Residuos De La Producción De Plátanos En Bocas Del Toro, Panamá. *Cultivos Tropicales*, 35(2), 90-97. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=193230070011>
- Restrepo Rivera, J. (2001). Elaboración de abonos orgánicos fermentados y biofertilizantes foliares: Experiencias con agricultores en Mesoamérica y Brasil. IICA.
- Rojas, A. F., Rodríguez-Barona, S., Montoya, J., Rojas, A. F., Rodríguez-Barona, S., & Montoya, J. (2019, octubre). Evaluación de Alternativas de Aprovechamiento Energético y Bioactivo de la Cáscara de Plátano. *Información tecnológica*, 30(5), 11-24.
- Scriban, R. (1985). *Biotecnología* (2.a ed., Vol. 2). El Manual Moderno, S.A.
- Valderrama, a. (2013). Biodegradación de residuos sólidos agropecuarios y uso del bioabono como acondicionador del suelo [Informe final]. Universidad pontificia bolivariana.
- Vargas Corredor, Y. A., & Pérez Pérez, L. I. (2018). Aprovechamiento de residuos agroindustriales en el mejoramiento de la calidad del ambiente. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 59-72. <https://doi.org/10.18359/rfcb.3108>
- Varnero, M. (2011). *Manual de Biogás*. Gobierno de Chile, Ministerio de Energía.
- Yepes V, L. F., & Flórez R, V. J. (2013). Análisis de los comportamientos de conductividad eléctrica y pH en solución de drenaje reciclada de rosa cv. Plantas de Charlotte cultivadas en sustrato. 31(3). http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-

99652013000300010

Zhong, H., Kim, Y.-N., Smith, C., Robinson, B., & Dickinson, N. (2017). Fraccionamiento de guano y fósforo de aves marinas en una rizósfera con lombrices de tierra. *Applied Soil Ecology*, 120, 197-205. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.08.006>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Gayoso Serna, J. (2023). *Elaboración de biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano, Pucayacu - Huánuco 2022* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1 MATRIZ DE CONSISTENCIA

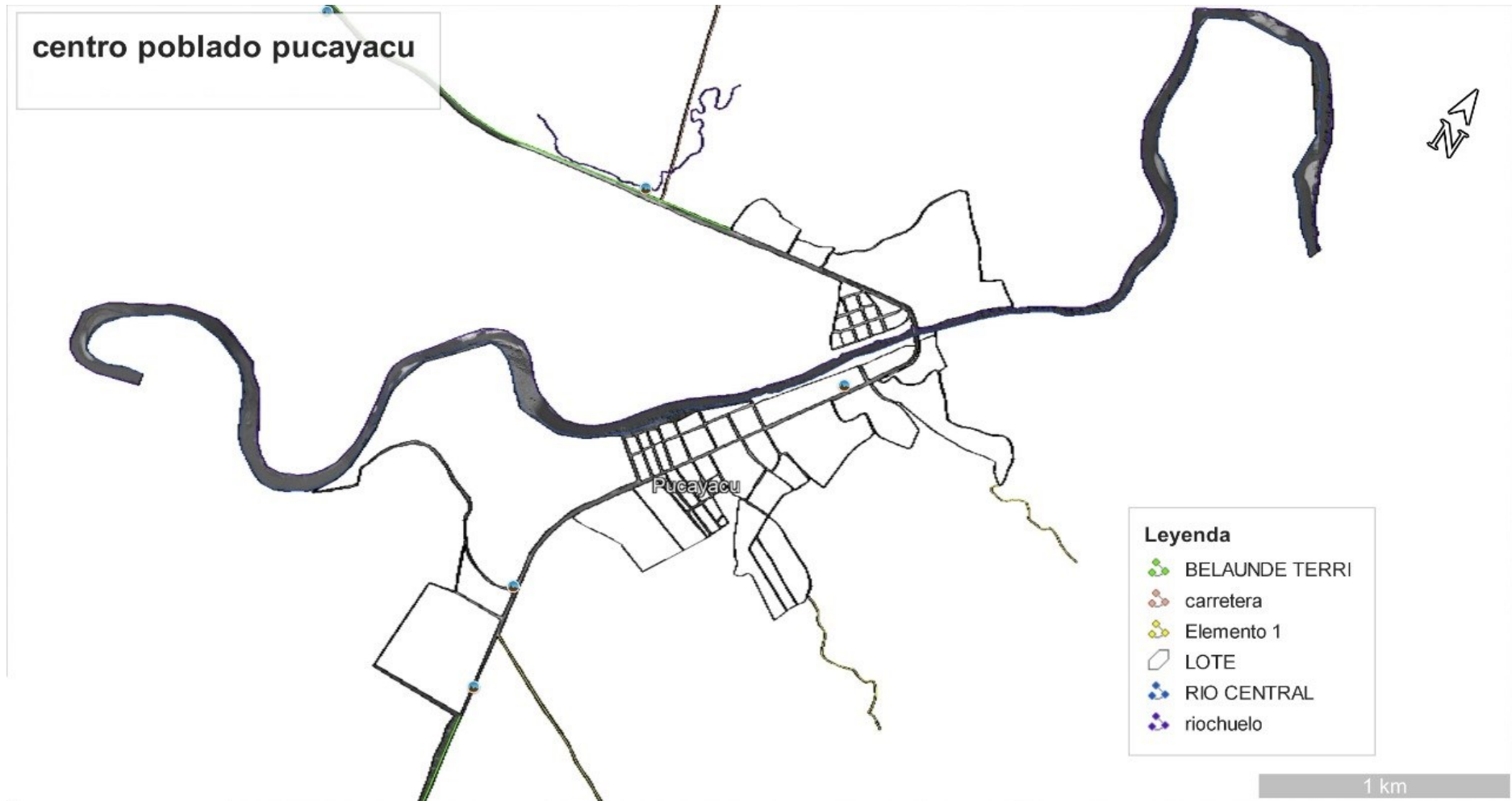
Problema	Objetivos	Hipótesis	Variable	Metodología	Técnicas y procedimientos
<p>Problema general</p> <p>¿Cómo diseñar de un biodigestor para la elaboración de biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano pucayacu - Huánuco 2022?</p> <p>Problemas específicos</p> <p>P1: ¿Cuáles son los parámetros físico-químico que intervienen en el proceso de elaboración del biofertilizante por</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Diseñar de un biodigestor para la elaboración de biofertilizante por fermentación del residuo de procesamiento de plátano.</p> <p>Objetivos específicos</p> <p>O1: Determinar los parámetros físico-químico que intervienen en el proceso de elaboración del biofertilizante.</p>	<p>El presente estudio no cuenta con hipótesis.</p>	<p>Variable de estudio</p> <p>Diseño de un biodigestor para la elaboración de biofertilizante por fermentación.</p> <p>Variable de caracterización</p> <p>Características físico químicas del biol.</p>	<p>TIPO DE ESTUDIO experimental, longitudinal y prospectivo</p> <p>Enfoque: cuantitativo</p> <p>Alcance o nivel: aplicativo</p> <p>Diseño: En el presente estudio se utilizó como diseño de estudio el experimental.</p> <p>O1 → X → O2</p> <p>O1: residuos de plátano</p> <p>X: dispositivo para el procesamiento de residuo plátano.</p> <p>O2: Biofertilizante.</p> <p>POBLACIÓN: estará conformada por la cantidad total de residuos de plátano que se genera en el Distrito de Pucayacu - Huánuco</p> <p>MUESTRA: serán tomadas del contenido total de la población seleccionados según día de tratamiento. Se tomarán 5 muestras de 30, 35, 40, 45 y 50 días.</p>	<p>Técnicas: Como técnica se usará la observación experimental</p> <p>Instrumentos: Como instrumento se realizará una Tabla de registro de datos para el Muestreo de biofertilizante se usará Ficha de observación para los parámetros físicos y químicos del biofertilizante (Anexo 2), con la intervención del responsable de laboratorio mi persona como ayudante de laboratorio.</p>

fermentación del residuo de procesamiento de plátano?	O2: Evaluar la acidificación del proceso fermentativo a través del pH
P2: ¿Cómo Evaluar la acidificación del proceso fermentativo a través del pH?	O3: Conocer los parámetros fisicoquímicos del biofertilizante elaborado
P3: ¿Cuáles son los parámetros físico-químico del biofertilizante elaborado	

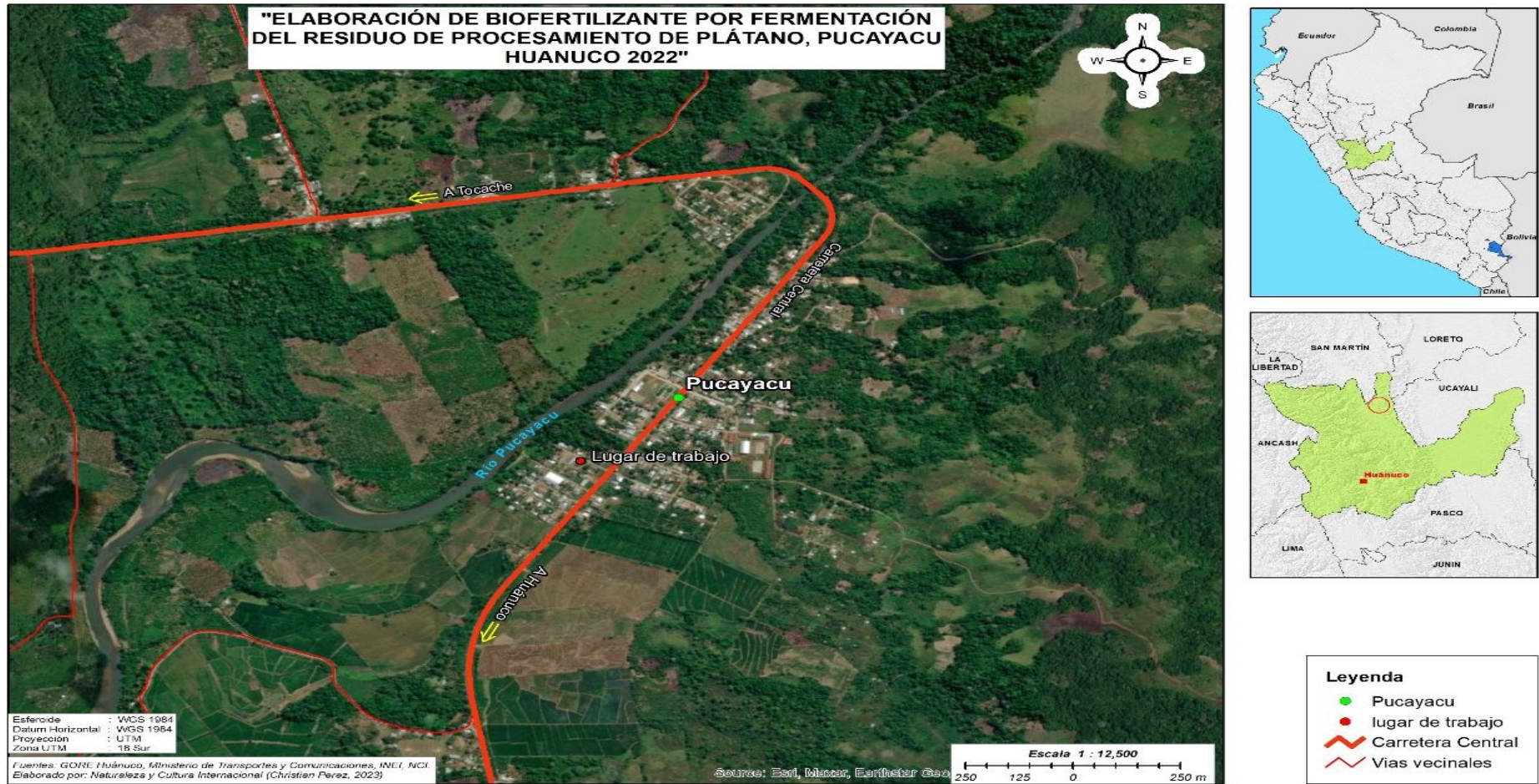
ANEXO 2
FICHA DE OBSERVACION DE LOS PARAMETROS FISICO
QUIMICOS DEL BIOFERTILIZANTE

CARACTERÍSTICAS FISICO-QUÍMICO	UNIDAD DE MEDIDA	TA1				
		30 días	35 días	40 días	45 días	50 días
conductividad	dS/m					
M.O	g/L					
pH						
Nitrógeno total	mg/L					
Potasio total	mg/L					
Fosforo total	mg/L					
Cloruro de calcio	%					
Sulfato ferroso	%					
Sulfato de magnesio	%					
CANTIDAD (ml)						

ANEXO 3 PLANO DE UBICACIÓN



ANEXO 4 PLANO DE UBICACIÓN



ANEXO 4 RESULTADOS DE LABORATORIO



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - WhatsApp 941531359
analisisdestelomas@hotmail.com



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:			JOYCE GAYOSO SERNA				PROCEDENCIA				HUANUCO		
DATOS DE LA MUESTRA			PH 1:1	CE 2:1 (uS/cm)	ANALISIS PROXIMAL		RESULTADOS EN BASE SECA						
					HUMEDAD Hd (%)	MATERIA SECA (%)	gramos / litro	miligramos / litro	miligramos / litro			miligramos / Litro	
Código	Tipo	Referencia					N	P ₂ O ₅	Ca	Mg	K	Na	Fe
M959-1	BIOL	M1	4.92	52.30	86.17	13.83	30.80	2.22	93.50	65.90	1335	0.140	171
M959-2	BIOL	M2	4.89	52.60	86.35	13.65	32.34	2.40	88.65	65.30	1715	0.143	252
M959-3	BIOL	M3	4.88	52.40	86.46	13.54	27.24	2.42	85.80	64.90	1525	0.139	205
M959-4	BIOL	M4	4.88	52.30	86.55	13.45	29.46	2.39	90.35	64.70	1790	0.143	310
M959-5	BIOL	M5	4.87	52.60	86.58	13.42	28.87	2.16	87.60	65.70	1580	0.139	169

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
TINGO MARÍA, 14 DE ENERO DEL 2023

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
Tingo María



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

ANEXO 5

PANEL FOTOGRÁFICO

Figura 11

Agregado de líquido a la mezcla



Figura 12

Mezcla que contiene cascara de platano



Figura 13
Preparando la melaza para agregar a la mezcla



Figura 14
Agregando la melaza preparada al biodigestor



Figura 15
Preparando la levadura



Figura 16
Agregando La Levadura A La Mezcla



Figura 17
Supervisión Del Asesor Encargado Por La Universidad



Figura 18
Muestras para análisis en laboratorio



Figura 19
Ordenando las muestras para introducir en el analizador



Figura 20
Poniendo la muestra al agitador

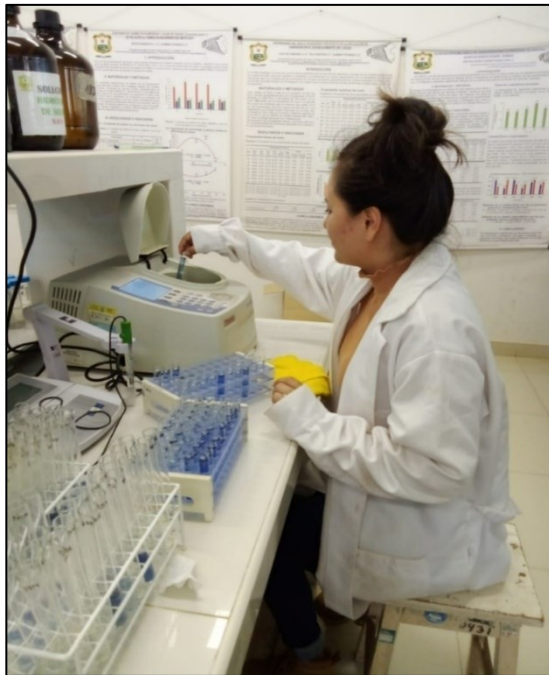


Figura 21

Pesando y tamizando las muestras con una balanzana electronica

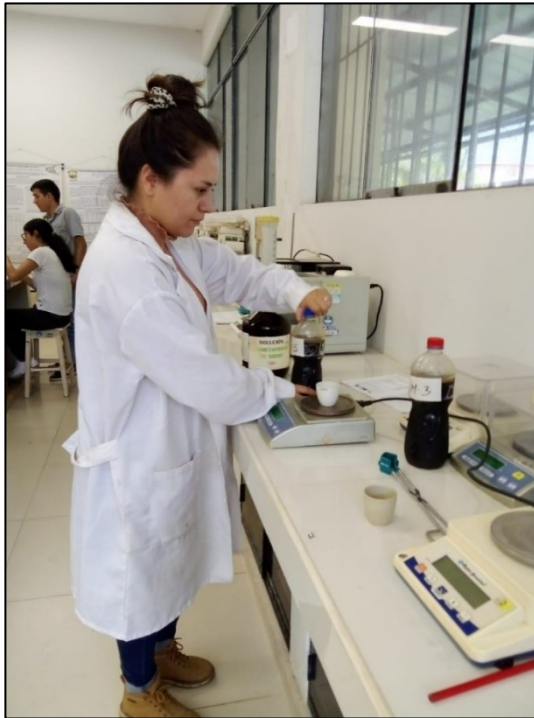


Figura 22

Poniendo las muestras en un matraz



Figura 23
Separando las muestras

