

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

**“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE COMPOST ORGÁNICO
PRODUCIDO EN PILAS DE COMPOSTAJE, UTILIZANDO RESIDUOS
ORGÁNICOS AGROPECUARIOS: BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR
(*Saccharum spp*), VACAZA, GALLINAZA Y CUYAZA; EN EL
DISTRITO DE PILLCO MARCA REGIÓN HUÁNUCO-PERÚ-2020-
2021”**

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

AUTOR: Mejía Paulino, Junior

ASESOR: Chávez Fernández, Edú Sony

HUÁNUCO – PERÚ

2021

U

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Educación Ambiental y Ecoeficiencia

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

DATOS DEL PROGRAMA:

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

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 76076140

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 22512974

Grado/Título: Magister en ingeniería gestión ambiental y desarrollo sostenible

Código ORCID: 0000-0001-5246-362X

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Calixto Vargas, Simeón Edmundo	Maestro en administración de la educación	22471306	0000-0002-5114-4114
2	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
3	Duran Nieva, Alejandro Rolando	Biólogo-microbiólogo	21257549	0000-0001-5596-0445

D

H



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 20:00 horas del día 30 del mes de setiembre del año 2021, 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** mediante la plataforma Google Meet integrado por los docentes:

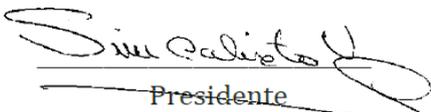
- Mg. Simeon Edmundo Calixto Vargas (Presidente)
- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Secretario)
- Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N°1113-2021-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **“DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE COMPOST ORGÁNICO PRODUCIDO EN PILAS DE COMPOSTAJE, UTILIZANDO RESIDUOS ORGÁNICOS AGROPECUARIOS: BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*), VACAZA, GALLINAZA Y CUYAZA; EN EL DISTRITO DE PILLCO MARCA REGIÓN HUÁNUCO-PERÚ-2020-2021”**, presentado por el (la) **Bach. JUNIOR MEJIA PAULINO**, para optar el Título Profesional de Ingeniero (a) Ambiental.

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

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **APROBADO** por UNANIMIDAD con el calificativo cuantitativo de 15 y cualitativo de BUENO (Art. 47).

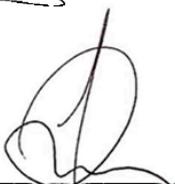
Siendo las 20:58 horas del día 30 del mes de setiembre del año 2021, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.



Presidente



Secretario



Vocal

DEDICATORIA

A nuestro divino creador, Papá Dios;
por iluminar mi camino hacia la sabiduría
y permitirme dar un paso muy grande
en mi vida profesional.

A mis estimados padres, hermanos y
demás familiares por ser mi apoyo y fuerza,
en cada paso que doy en mi vida y así poder
lograr mis objetivos personales.

Junior Mejía Paulino

AGRADECIMIENTOS

Quiero Agradecer:

A la Universidad de Huánuco, mi alma mater quien me brindó 5 años de formación profesional.

A todos mis docentes de la Universidad de Huánuco, quienes contribuyeron en mi formación académico profesional.

A mis amados padres, quienes con esfuerzo y sacrificio; me dan la oportunidad de cumplir mis metas profesionales.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN	XI
CAPÍTULO I	12
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	12
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
1.2.1. Problema general	14
1.2.2. Problemas específicos	14
1.3. OBJETIVO GENERAL	15
1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	15
1.5.1. Impacto Práctico	16
1.5.2. Impacto Teórico	16
1.5.3. Impacto Social	16
1.5.4. Impacto Ambiental	17
1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	17
1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	17
CAPÍTULO II	19
MARCO TEÓRICO	19
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	19
2.1.1. A Nivel Internacional	19
2.1.2. A Nivel Nacional	22
2.1.3. A Nivel Local	25
2.2. BASES TEÓRICAS	27
2.2.1. Pila de compostaje	27
2.2.2. Proceso de compostaje	27

2.2.3.	Etapas de proceso de compostaje	28
2.2.4.	Parámetros de control durante el compostaje	30
2.2.5.	Factores perjudiciales al proceso de compostaje	32
2.2.6.	Calidad del compost orgánico	33
2.2.7.	Mecanismos o sistemas de compostaje	33
2.2.8.	Composición química del compost orgánico	34
2.2.9.	Microorganismos presentes en el proceso de compostaje	34
2.2.10.	Ventajas del compost orgánico	35
2.2.11.	Problemas ambientales por los residuos agropecuarios	35
2.2.12.	Residuos orgánicos agropecuarios	35
2.2.13.	Bagazo de caña de azúcar (<i>Saccharum spp.</i>)	36
2.2.14.	Vacaza o estiércol de ganado vacuno	37
2.2.15.	Gallinaza	37
2.2.16.	Cuyaza	38
2.2.17.	Materias primas en la elaboración del compost orgánico	38
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	39
2.4.	HIPÓTESIS	40
2.5.	VARIABLES	42
2.5.1.	VARIABLE DEPENDIENTE	42
2.5.2.	VARIABLES INDEPENDIENTES	42
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	43
CAPITULO III		45
METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION		45
3.1.	TIPO DE INVESTIGACION	45
3.1.1.	ENFOQUE	45
3.1.2.	ALCANCE O NIVEL	45
3.1.3.	DISEÑO	45
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	46
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	47
3.3.1.	Técnicas de muestreo	47
3.3.2.	Instrumentos de recolección de datos	50
3.4.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	51
CAPITULO IV		52

RESULTADOS.....	52
4.1. De los parámetros fisicoquímicos del compost.....	52
4.2. De los parámetros fisicoquímico del compost (Macro y Microminerales).....	55
4.3. De la Caracterización Inicial de los Residuos Agropecuarios	59
4.4. Contrastación de la prueba de hipótesis.....	61
CAPITULO V.....	63
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	63
5.1. Parámetros Fisicoquímicos del Compost.....	63
5.2. Parámetros Fisicoquímico del Compost (Macro y Microminerales) .	65
5.3. Parámetros De la Caracterización Inicial de los Residuos Agropecuarios.....	69
CONCLUSIONES	71
RECOMENDACIONES.....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Coordenadas (UTM – WGS 84) del área de estudio.	18
Tabla 2. Relación carbono/nitrógeno (C/N).....	32
Tabla 3. Composición química del compost orgánico.....	34
Tabla 4.Operacionalización de Variables (variables independientes y variable dependiente)	43
Tabla 5. Tabla ANOVA para 3 tratamientos y 3 repeticiones.....	45
Tabla 6. Tratamientos y repeticiones del proyecto de tesis	49
Tabla 7. Instrumentos de medición In – situ y Ex - situ.....	51
Tabla 8. Parámetros fisicoquímicos del compost elaborado a partir de los residuos orgánicos agropecuarios	52
Tabla 9. Parámetros fisicoquímicos del compost macro y microminerales	56
Tabla 10. Caracterización química del compost orgánico elaborado con residuos agropecuarios en pilas de compostaje	59
Tabla 11. Contrastación de la hipótesis investigación para datos de distribución normal con análisis de varianza unidireccional o de un factor (ANOVA).....	61
Tabla 12. Pesos finales de la obtención del compost orgánico; Bagazo de caña de azúcar más Gallinaza, Bagazo de caña de azúcar más Cuyaza y Bagazo de caña de azúcar más Vacaza.	98

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Fases del proceso de compostaje	29
Figura 2 Área del proyecto – tratamientos y repeticiones.....	50
Figura 3 Comportamiento de la Temperatura (°C)	53
Figura 4 Comportamiento del pH	53
Figura 5 Comportamiento de la Materia Seca (MS)	54
Figura 6 Comportamiento de la Materia Orgánica en base seca (MOBS)	54
Figura 7 Comportamiento de la Ceniza (CBS)	55
Figura 8 Comportamiento del nitrógeno (N)	57
Figura 9 Comportamiento del Oxido de fosforo (P ₂ O ₅).....	57
Figura 10 Comportamiento del Calcio (Ca)	58
Figura 11 Comportamiento del Cobre (Cu)	58

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “determinación de la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje, utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum Spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza”. Tuvo como **objetivo** general evaluar los valores medibles de los factores del tiempo de producción y los valores de los parámetros fisicoquímicos nutricionales para determinar la calidad del compost producido en pilas de compostaje, para ello se realizaron los siguientes tratamientos: tratamiento 1 (bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*) y Gallinaza), tratamiento 2 (bagazo de caña de azúcar y Cuyaza), tratamiento 3 (bagazo de caña de azúcar y Vacaza); el tiempo experimental fue de 15, 30 y 45 días. La **metodología** utilizada tuvo un enfoque cuantitativo, según (Hernández – Sampieri et al 2010), debido a que se usó la estadística, el análisis, y la medición de fenómenos en la producción del compost orgánico. Para el análisis de la parte estadística se realizó el análisis de varianza unidireccional o de un factor (ANOVA), para variables dependientes cuantitativas, para comparar las medias se utilizó la prueba de Tuckey con un nivel confianza de 95% (STEEL y TORRIE 1988), donde las escalas fueron de razón para las variables cuantitativas (parámetros físicos y químicos) y finalmente se realizó la prueba de normalidad por el test conocido como Shapiro – Wilk , el cual tuvo como **resultado** una distribución normal para las variables de; Humedad (H), Materia Seca (MS), N(Nitrógeno), oxido de fosforo(P_2O_5), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na), cobre (Cu), hierro (Fe), zinc (Zn) y manganeso (Mn), también para MOBH=Materia Orgánica Base Húmeda; CBH=Ceniza Base Húmeda; MOBS=Materia orgánica base seca; CBS=Ceniza base seca. Finalmente, se **concluyó** que, de los tres tratamientos realizados, el tratamiento 3 reunió todas las características óptimas como un excelente compost orgánico, pues los resultados indican un buen balance de macro y micro nutrientes.

Palabras claves: Bagazo de caña de azúcar, vacaza, gallinaza, cuyaza y compost orgánico.

ABSTRACT

In this research project, the quality of the organic compost produced in composting piles was determined, using agricultural organic waste: sugarcane bagasse (*Saccharum Spp*), cows, chicken manure and whites. Its general objective was to evaluate the measurable values of the production time factors and the values of the physical and chemical nutritional parameters to determine the quality of the organic compost produced in compost piles, for this, three types of treatments were carried out: treatment 1 (sugarcane bagasse (*Saccharum spp*) plus Gallinaza), treatment 2 (sugarcane bagasse (*Saccharum spp*) plus Cuyaza) and treatment 3 (sugarcane bagasse (*Saccharum spp*) plus Vacaza); the experimental time was 15, 30 and 45 days. The methodology used had a quantitative approach, according to (Hernández - Sampieri et al 2010), because statistics, analysis, and measurement of phenomena in the production of organic compost were used. Then, for the analysis of the statistical part, the use of the statistical tool was chosen; One-way or one-way analysis of variance (ANOVA), for quantitative dependent variables, to compare the means, the Tuckey test was used with a confidence level of 95% (STEEL and TORRIE 1988), where the scales were the ratio of the variables quantitative (physical and chemical parameters) and finally the normality test was performed by the test known as Shapiro - Wilk, which showed that there is a normal distribution for the variables of; Moisture (H), Dry Matter (MS), N (Nitrogen), Phosphorous Oxide (P₂O₅), Calcium (Ca), Magnesium (Mg), Potassium (K), Sodium (Na), Copper (Cu), Iron (Fe), zinc (Zn) and manganese (Mn), also for MOBH = Wet Base Organic Matter; CBH = Wet Base Ash; MOBS = Organic matter dry base; CBS = Dry base ash. Finally, treatment 3 met all the optimal characteristics as an excellent organic compost.

Key words: Sugarcane bagasse, cows, chicken manure, wheatgrass and organic compost

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, los residuos agropecuarios son una alternativa de reaprovechamiento para ser aplicados en el enriquecimiento de los suelos, sin embargo, existen pocas metodologías para generar mayores opciones de disposición, ello trae como resultado la contaminación y emisión de gases del efecto invernadero

Actualmente se vienen implementado y proponiendo estrategias nuevas para reducir y disponer los residuos agropecuarios que tienen una producción alta diaria.

Debido a ello, el presente trabajo de investigación tiene la finalidad de poder sumar una estrategia más para el reaprovechamiento de los residuos agropecuarios, mediante el uso de pilas de compostaje, utilizando tres tratamientos: tratamiento 1 (bagazo de caña de azúcar con gallinaza), tratamiento 2 (bagazo de caña de azúcar con cuyaza) y tratamiento 3 (bagazo de caña de azúcar con vacaza); y obtener la producción de un compost orgánico de alta calidad, y que sea posible su aplicación en el enriquecimiento de los suelos agrícolas.

Según Rafael (2015), el compost orgánico presenta ventajas, como mejorar las características químicas del suelo, proporcionándole los mejores macronutrientes (nitrógeno, fósforo y potasio), así también mejora la capacidad de intercambio iónico, y es un gran aporte de nutrientes, a la vez que también ayuda a acumular nutrientes en el suelo. Mejora muchas propiedades físicas del suelo, como la retención del agua, la textura, que es muy importante para los suelos agrícolas, y por último la microbiología del suelo se ve muy favorecida pues el humus es el mejor aporte que se les puede otorgar.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Mundialmente los problemas medioambientales son generados en primera debido al incremento de la población, pues con este incremento se produce grandes cantidades de basura (Hoorweg y Bhada Tata, 2012). Así pues, aproximadamente el 46% del total de la basura del mundo a la actualidad, son residuos sólidos orgánicos, viendo en su composición los residuos agropecuarios, generados de las industrias agrarias y pecuarias. (Chávez, 2016)

Solé y Flotats (2014), nos dicen que las problemáticas medioambientales se expresan por sus síntomas, en tal sentido, estos residuos agropecuarios, además de ser considerado un problema ambiental; también son un síntoma de los cambios de control en los ciclos agroecológicos en los últimos 50 años.

FAO (2012), señala que los residuos agrícolas son generadores de un 14% de emisiones globales de los gases efecto invernadero, así también nos dice que los residuos de las industrias pecuarias (entre ellos el estiércol de ganado vacuno, gallinaza y cuyaza), son importantes generadores de grandes cantidades de gases de efecto invernadero de la atmosfera. Como alternativa se tiene el empleo de estos residuos que se producen en estas pecuarias, así poder abonar el suelo y mejorar considerablemente las propiedades y procesos físicos, químicos y biológicos. (Generalitat Valenciana, 2012)

CCA (2014), resalta que quemar restos de basura agrícola, como por ejemplo la caña de azúcar (bagazo de caña de azúcar), causa el 40 % de dióxido de carbono (CO₂), 32% de monóxido de carbono (CO), 20% de material particulado, y 50 % de hidrocarburos aromáticos; estos gases son promotores del cambio climático y altera el estado de vida de la humanidad.

Barres (2012), nos señala que si no se gestiona como debe ser y por consecuente se amontonan los residuos de los animales pecuarios (entre ellos el estiércol de ganado vacuno, gallinaza y cuyaza), pueden contribuir al cambio climático por la emanación de cantidades de metano (CH_4), pues estos gases de efecto invernadero (GEI) son 20 veces superiores en contaminante que el dióxido de carbono (CO_2) y el óxido nitroso (N_2O).

EVAP (2019), nos dice que en el Perú la gestión y manejo de los residuos agropecuarios esta degradado, generando emisiones globales de dióxido de carbono (CO_2) a los gases efecto invernadero (GEI) en 0.1%, las principales emisiones provienen de la quema de cobertura vegetal (caña de azúcar), se registró un crecimiento anual de 3.5% de emisiones de gases efecto invernadero (GEI). Asimismo, el Perú es un gran emisor del gas metano por la gran acumulación de estiércoles (estiércol de ganado vacuno, gallinaza y cuyaza).

En Huánuco provincia tenemos 02 fundos (Fundo Hacienda Cachigaga y Fundo Hacienda Pacán) los cuales se dedican a la siembra de la caña de azúcar y la producción de aguardiente y otros derivados, pero existe el problema de que sus residuos no son dispuestos y manejados como se deben. (MINAGRI, 2013)

Asimismo, en Huánuco, hay un aproximado de 20 granjas de cuyes, 30 galpones de pollos, 01 camal municipal, además de muchos criaderos de ganados que generan residuos pecuarios, como el estiércol de ganado vacuno, gallinaza y cuyaza; haciendo de la provincia un gran precursor de contaminación. (Salazar, 2017)

Se ejecutaron proyectos que utilizaron insumos provenientes de los residuos de las agropecuarias en base a vacaza, gallinaza, cuyaza, bobinaza, hojas, tallos, frutas, cal, ceniza, entre otros; Pero en la región de Huánuco no se han elaborado proyectos de compost orgánico con residuos orgánicos agropecuarios (vacaza, gallinaza, cuyaza, bagazo de caña de azúcar).

La motivación para realizar esta tesis de investigación, fue el de aprovechar los residuos sólidos agropecuarios, generados por la actividad económica huanuqueña, para darle un valor agregado y poder producir compost orgánico como medida de mitigación ambiental y aprovechamiento en la agricultura local.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema general

¿Cuáles serán los valores medibles de los factores del tiempo de producción y los valores de los parámetros físicos y químicos nutricionales analizados en laboratorio para determinar la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco?

1.2.2. Problemas específicos

¿Cuáles serán los valores medibles del tiempo de producción para determinar la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco?

¿Cuáles serán los valores de los parámetros físicos analizados en laboratorio para determinar la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco?

¿Cuáles serán los valores de los parámetros químicos nutricionales analizados en laboratorio para determinar la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco?

1.3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar los valores medibles de los factores del tiempo de producción y los valores de los parámetros físicos y químicos nutricionales analizados en laboratorio para determinar la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco.

1.4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Medir los valores del tiempo de producción para determinar la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco.

Analizar los valores de los parámetros físicos arrojados del análisis de laboratorio para determinar la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco.

Analizar los valores de los parámetros químicos nutricionales arrojados del análisis de laboratorio para determinar la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco.

1.5. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Utilizar residuos del agro y pecuaria en la producción de composta es una gran solución al problema del impacto ambiental, económico y social, que se da por la mala gestión de estos, mejorando de tal forma los parámetros físicos (temperatura, pH, conductividad eléctrica y humedad)

y químicos (materia orgánica, materia seca, cenizas, nitrógeno, relación carbono/nitrógeno, sodio (Na), cobre (Cu), zinc (Zn), fósforo (P), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y manganeso (Mn)); del compost ya elaborado, para luego evaluar teóricamente el aporte que tendrá en la agricultura.

1.5.1. Impacto Práctico

Con esta investigación se busca demostrar que los residuos sólidos agropecuarios son una buena fuente de grandes cambios, sobre todo de los fundos de producción de caña de azúcar (*Saccharum spp.*) los cuales generan un total de 10.802 m³ de residuos agrarios y de los productores de carne de la región Huánuco que se encuentra en 60.450 m³ de residuos pecuarios por mes, de esta forma se podrá verificar que es rentable en términos de economía, a su vez que se minimizan los gases de efecto invernadero (dióxido de carbono (CO₂), y el metano (CH₄), haciendo que la sociedad sea más responsable.

1.5.2. Impacto Teórico

Con esta tesis se da de conocimiento a la población científica los aportes que nos brindan los residuos del agro y también del pecuario, uno de ellos con gran balance en carbono y nitrógeno (C/N) como es el bagazo de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*), para generar buen compost, con excelentes aportes en los parámetros fisicoquímicos, que servirán y ratificarán investigaciones anteriores con respecto a este tema a nivel mundial.

1.5.3. Impacto Social

Se presenta como una alternativa para la recolección de muestras de los residuos agropecuarios distribuidos en los diversos puntos de la región Huánuco, reduciendo agentes contaminantes que perjudican la salubridad ambiental y poblacional.

1.5.4. Impacto Ambiental

A nivel ambiental es una gran fuente de solución para minimizar el impacto negativo de la sociedad de la mala utilización de los residuos agropecuarios.

Generó una cultura más amigable pues al ver lo que producen estos residuos y a nivel general de los demás residuos, la población es más consiente y ya no va a contaminar, pues saben que se ven afectados no solo ellos, sino su ecosistema y por ende su calidad de vida.

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Las limitaciones de la investigación estaban dadas por el estado de emergencia a nivel nacional por la pandemia provocada por el virus Sars-Cov2; que produce la enfermedad Covid-19; restricciones establecidas por el estado peruano.

Existe poca información científica de investigaciones en la elaboración de compost orgánico, utilizando bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*), vacaza, gallinaza y cuyaza.

Asimismo, los costos de los análisis de laboratorio tienen un precio elevado; por lo que se tendrá en prioridad analizar los parámetros físicos y químicos, fundamentales para el logro de los objetivos del proyecto de tesis.

1.7. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación fue viable por muchas razones, una de ellas son los recursos económicos, también los recursos humanos, y sobre todo el área a ejecutarla, pues no puede ser elaborado en cualquier lugar, además de las herramientas que sirven para maniobrar el compost.

La obtención de las materias primas del compost como son: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*), vacaza, gallinaza y cuyaza, fueron fáciles de conseguir por parte del investigador; estableciéndose 45 días aproximadamente para la fase experimental.

Tabla 1

Coordenadas (UTM – WGS 84) del área de estudio

COORDENADAS UTM	
DATUM	WGS84
ZONA	18 L
ESTE	363537.00 m E
NORTE	8898434.00 m S
LATITUD	-9.962924°
LONGITUD	-76.244566°
ALTITUD	1938 m.s.n.m.

Nota. La siguiente tabla muestra las coordenadas donde se ejecutó la investigación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. A Nivel Internacional

Palma (2016), en la Universidad Popular de Chontapalca - México, desarrolló la tesis “Uso de Residuos de la Agroindustria de la Caña de Azúcar (*Saccharum spp.*) para Elaborar Abonos Orgánicos”.

Tuvo como objetivo evaluar la calidad nutricional de diferentes tipos de compost elaboradas en base a residuos agrícolas (cachaza y bagazo) de la agroindustria de caña de azúcar (*Saccharum spp.*), mezclados con diferentes fuentes de estiércol (gallina, caballo, vaca y borrego) y sometidas a compostaje por 120 días.

Los tratamientos fueron 5; el tratamiento uno estuvo conformado por: estiércol de caballo, cachaza, bagazo de caña de azúcar y pasto, el tratamiento dos: estiércol de borrego, cachaza, bagazo de caña de azúcar y pasto, el tratamiento tres: estiércol de gallina, cachaza, bagazo de caña de azúcar y pasto), tratamiento cuatro: estiércol de vaca, cachaza, bagazo de caña de azúcar y pasto, el tratamiento cinco: estiércol de caballo, borrego, gallina y vaca; cachaza, bagazo de caña de azúcar y pasto.

Finalmente concluyó que los compostajes obtenidos en el tratamiento con residuos agropecuarios, reportaron los siguientes valores en el tratamiento 1, 2, 3, 4 y 5, registrando valores finales de concentración en pH (6.27, 6.70, 6.30, 6.37, y 6.30), conductividad eléctrica (6.39 us/cm^{-1} , 6.07 us/cm^{-1} , 7.26 us/cm^{-1} 5.32 us/cm^{-1} y 5.61 us/cm^{-1}), materia orgánica (46.99%, 39.67%, 47%, 43% y 43.33%), nitrógeno (0.37 %, 0.33%, 0.43%, 0.30% y 0.37%), fósforo (1.56%, 1.44%, 1.94%, 1.53% y 1.65%), potasio (3.85%, 6.12%, 5.31%, 3.81% y 4.10%) y relación C/N (73.48, 70.57, 63.61, 83.14 y 69.77) respectivamente; indicando que los mejores tratamientos fueron con estiércol de borrego y vaca.

Virginia (2016), en la Universidad Nacional de Mar de Plata - Argentina, investigó la “Calidad de la Cama de Pollo Fresca y Compostada”.

Evaluó las características físico - químicas de la cama de pollo fresca, así como los cambios que sufren las mismas después del proceso de compostaje, obtenidos luego de 104 días.

Concluyó finalmente, que en la cama de pollo fresca como la en la proveniente de las pilas estáticas sin riego y las pilas con remoción de riegos periódicos, se determinaron concentraciones de carbono (C), pH, conductividad eléctrica (CE), fósforo (P) y nitrógeno (N), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K) y elementos traza.

La cama de pollo fresca se caracterizó por tener pH levemente alcalino (7,55), conductividad eléctrica (CE) entre 7,9 y 8,8 us/cm⁻¹, alto contenido promedio de carbono (C), 354,6%, fósforo (P), 3,32%, y menor contenido de potasio (K), 18,92%. Asimismo, el compostaje en las pilas con remoción de riegos periódicos, incrementó ($p < 0.05$) el contenido de fósforo (P), 19,7% y Magnesio (Mg), 5,33% mientras que disminuyó significativamente ($p < 0,05$) el pH (8,2) y la conductividad eléctrica (CE), 8,87 us/cm⁻¹; en comparación con las pilas estáticas sin riego. En las demás propiedades como carbono (C), fósforo (P), nitrógeno (N), calcio (Ca), potasio (K), zinc (Zn), cobre (Cu), manganeso (Mn), hierro (Fe) y boro (B) no hubo diferencia estadística significativa entre ambos tipos de pilas.

Finalmente señaló que el compostaje empleado con la técnica de remoción y riego de las pilas sería una práctica útil para estabilizar los residuos provenientes de aves y así minimizar su impacto en el medio ambiente.

Bravo et al., (2017), en la Universidad Central “Marta Abreu de las Villas” - Cuba, investigaron las “Propiedades de un Compost Obtenido a Partir de Residuos de la Producción de Azúcar de Caña”.

Como objetivo tuvieron, determinar las principales propiedades de un compost, elaborado a partir de bagazo, cachaza y ceniza, obtenidos luego de un periodo de 60 días.

Se utilizaron los siguientes tratamientos, que consistieron en la preparación de la mezcla para el compost (80% de cachaza, 10% de bagazo, 10% de ceniza y se agregó 0.2% de úrea como aditivo activador), el seguimiento del proceso de compostaje (monitoreo cada 24 horas, entre las 9:00 y 10:00 am) y la caracterización de la materia prima y el compost final (se tomaron 8 muestras de cada componente en 4 kg cada uno).

Los investigadores concluyeron que el compost obtenido presentó: humedad al 59%, pH en 8.2%, relación carbono nitrógeno (C/N) en 12.5. Se constató además la presencia de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) con valores de 1%; 1,3%; 1%,1%; 2% y 1,1 % respectivamente. Finalmente afirmaron que el compost muestra una composición adecuada para ser empleado como abono orgánico en la agricultura.

García (2019), en el Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical “Alejandro de Humboldt” - Cuba, desarrolló la tesis “Obtención de Compost Mediante la Biotransformación de Residuos Agropecuarios”.

Como objetivo se planteó la biotransformación de los residuos agropecuarios para la elaboración del compost en 112 días y así evaluar sus principales propiedades y composición final.

Se analizaron las muestras de estiércol y de las pilas al inicio del compostaje, la caracterización biológica, la caracterización de compostas obtenidas; en el tratamiento 1 se basó en residuos agrícolas (80%) más un 20 % de estiércol de vacuno, usado como inoculante microbiano para acelerar el proceso de biotransformación y el tratamiento 2, sólo se utilizó residuos agrícolas.

Reportó que los compostajes obtenidos en los tratamientos uno y dos, registraron los siguientes valores para: pH, 9.10 y 9.15; conductividad eléctrica (CE), 8.15 y 8.91; materia orgánica (MO), 36.98 y 34.20; sodio (Na), 0.19% y 1.01%; potasio (K), 3.52% y 5.57%; magnesio (Mg), 0.44% y 0.47%; cobre (Cu), 31.70% y 27.80%; zinc (Zn), 54.45% y 57.54%; cadmio (Cd), 1.50% y 1.54% y plomo (Pb), 5.20 y 6.50 respectivamente.

Finalmente obtuvo un abono orgánico de posible uso agrícola y afirmó que el estiércol de vacuno como inoculante microbiano en dicho proceso, mejora la eficiencia de la biotransformación y permite acortar su duración en diez días.

2.1.2. A Nivel Nacional

Rafael (2015), en la Universidad Nacional del Centro del Perú - Huancayo, desarrolló la tesis “Proceso de Producción y Aplicación del Producto Microorganismos Eficaces en la Calidad de Compost a Partir de la Mezcla de Tres Tipos de Residuos Orgánicos, Sapallanga - Huancayo”.

Como objetivo, evaluó el efecto del proceso de producción y la aplicación del producto Microorganismos Eficaces sobre la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos (residuos de avícola, ganado y mercado).

Realizó la recolecta de residuos orgánicos y la preparación de los sustratos, distribuidos en (06) tratamientos respectivamente que llevó a cabo durante 68 días.

Concluyó finalmente que los compostajes obtenidos en los tratamientos 1, 2, 3, 4, 5 y 6; registraron un promedio de valores finales más altos de concentración en pH (9.71), relación C/N (9.71), materia orgánica (59.8%), conductividad eléctrica (13.2 us/cm^{-1}), nitrógeno (2.87%), fósforo (3.26%) y potasio (2.91%); y microelementos hierro (5665 ppm), manganeso (506 ppm), boro (104 ppm), cobre (103 ppm) y zinc (333 ppm).

Orihuela y Camacho (2017), en la Universidad Privada del Norte - Trujillo, desarrollaron la tesis “Influencia del Tiempo y del Estiércol de

Gallina en la Concentración de Nitrógeno del Compostaje Obtenido por los Residuos Sólidos Orgánicos del Mercado Hermelinda, Trujillo, 2017”.

Tuvieron como objetivo evaluar la influencia del tiempo (90 días) y la cantidad de estiércol de gallina en la concentración de nitrógeno del compost obtenido por los residuos sólidos orgánicos.

Instalaron 04 tratamientos de compostaje distribuidos de la siguiente manera: compostera N°01 (15 kg de residuos sólidos orgánicos), compostera N°02 (15 kg de residuos sólidos orgánicos más 20% de estiércol de gallina), compostera N°03 (15 kg de residuos sólidos orgánicos más 40% de estiércol de gallina) y compostera N°04 (15 kg de residuos sólidos orgánicos más 60% de estiércol de gallina),

Concluyó finalmente que la cantidad de estiércol de gallina utilizado para los 04 tratamientos, con sus respectivas observaciones (30, 60 y 90 días) no influyen significativamente.

Asimismo, en la investigación se obtuvo como resultados que el tiempo aplicado para la toma de los datos no presentan una diferencia estadística significativa, es decir, que el tiempo no es una variable que influya de manera positiva en el rendimiento del nitrógeno.

Para el parámetro de temperatura (T), los valores oscilaron entre 26,1 - 26,9°, con diferencias estadísticamente en cuanto al tiempo para las variables relacionadas con el mismo estiércol de gallina; a los 45 días la temperatura promedió un valor de 26,9 °C y a los 60 y 90 días fue de 26,1 °C.

Para el parámetro de humedad (H) a los 30 días registró valores (68.75%, 60.83 %, 54.39 % y 52.24 %), a los 60 días (67.58%, 51.39 %, 52.44 % y 48.67 %) y a los 90 días (51.51%, 44.7 %, 34.5 % y 38.25 %) respectivamente para las composteras N°01, N°02, N° 03 y N°04.

Para el parámetro pH a los 30 días registró valores (9.38, 8.71, 9.35 y 7.65), a los 60 días (8.68, 8.85, 9.2 y 8.64) y a los 90 días (9.73, 9.77,

10.29 y 10.18) respectivamente para las composteras N°01, N°02, N° 03 y N°04.

Para el parámetro nitrógeno (N) a los 30 días registró valores (2.65, 1.71, 2.2 y 1.64 ppm), a los 60 días (2.42, 1.76, 1.84 y 1.9 ppm) y a los 90 días (2.06, 1.53, 1.71 y 1.78 ppm) respectivamente para las composteras N°01, N°02, N° 03 y N°04.

Huamán (2018), en la Universidad Nacional Agraria de la Selva – Tingo María, desarrolló la tesis “Caracterización Nutricional de Abonos Orgánicos Compostados con Residuos Agropecuarios”.

Evaluó las características nutricionales y físicas de los abonos compostados con dos fuentes.

La metodología aplicada fue la elaboración de abono orgánico mediante el compostaje de vacaza (estiércol de vaca) y pollaza (estiércol de pollos), distribuidos en dos tratamientos; tratamiento uno (Abono orgánico compostado con fuente de carbono pollaza) y tratamiento dos (Abono orgánico compostado con fuente de carbono vacaza), durante el proceso experimental de 21 días.

Finalmente reportó que los compostajes obtenidos en los tratamientos uno y dos, para las concentraciones de minerales fueron ($p < 0.05$) semejantes para ambos tratamientos; para la relación C/N al inicio fue ($p < 0.05$), 20.82 para el tratamiento con pollaza y 25.63 para el tratamiento con vacaza, sin embargo, al final del compostaje la concentración fue ($p > 0.05$) semejante; definiendo que el abono compostado con pollaza presenta mejor relación C/N.

Zarate (2019), en la Universidad Continental - Huancayo, desarrolló la tesis “Mejoramiento del Compost Mediante la Adición de Estiércol de Vacuno y de Cuy para la Disminución de la Concentración de Metales Pesados en el Centro Eco Turístico de Protección Ambiental de Santa Cruz - Concepción, 2018”.

Como objetivo, se propuso mejorar el compost en la disminución de la concentración de metales pesados, utilizando estiércol de vacuno y cuy en 66 días de fase experimental; tomando como referencia la norma Chilena N. 2880, norma ambiental mexicana N. 020-2011 y el reglamento Austriaco BGBL, 2001.

Se instaló tres camas de compostaje con diferentes proporciones, en el tratamiento uno se utilizó: residuos sólidos orgánicos segregados, en el tratamiento dos: residuos sólidos orgánicos segregados más estiércol de cuy y en el tratamiento tres: residuos sólidos orgánicos segregados más estiércol de vacuno. También, se utilizó microorganismos eficientes (EM), con el fin de acelerar el proceso de descomposición de la materia orgánica, mediante una descomposición aeróbica.

Al finalizar el trabajo de investigación, para el parámetro de temperatura (T); el tratamiento dos (estiércol de cuy) y el tratamiento tres (estiércol de vacuno), alcanzaron temperaturas entre 40°C y 43°C, en los días 18 y 20. Mientras que el tratamiento 1 (testigo) solo alcanzó temperaturas máximas de 38°C.

Para la humedad (H), el tratamiento 3 (estiércol de vacuno) logró hasta 75% de contenido de humedad, que fue ligeramente mayor que los tratamientos uno (testigo) de 73% y dos (estiércol de cuy) de 70%.

Para los metales pesados se registraron: cadmio (1.5 ppm; 0.87 ppm y 1.67 ppm), cobre (1.25 ppm, 94.4 ppm y 106.8 ppm), plomo (317.8ppm, 258.6ppm y 297.4ppm) y zinc (1718 ppm, 1223 ppm y 1532 ppm) respectivamente para los tratamientos 1, 2 y 3.

2.1.3. A Nivel Local

Inga (2018), en la Universidad de Huánuco, desarrolló la tesis “Eficiencia del Tratamiento de Residuos Orgánicos Pecuarios en Composteras, Mediante Microorganismos Eficientes Presentes en la Col China, Julio 2017 – Julio 2018”.

Como objetivo implementó 06 camas composteras, 03 tratamientos diferentes y 02 repeticiones cada una, donde se trataron estiércol de caballos, vacas, ovejas y llamas; en combinación con microorganismos eficientes; durante un periodo de 42 días.

Finalmente, los compostajes obtenidos en los 03 tratamientos para pH, materia orgánica, humedad, relación carbono/nitrógeno, nitrógeno, fósforo, calcio, magnesio, potasio, cenizas en base seca y materia seca; estadísticamente son similares dentro de los 11 parámetros evaluados.

Asimismo, realizó la comparación con la Norma de Calidad de Compost del Instituto Nacional de Normalización de Chile, encontrándose que los parámetros humedad, nitrógeno, magnesio y potasio se encuentran en la clase A; materia orgánica y calcio en la clase B, pH, relación carbono/nitrógeno y fósforo en la clase C y los demás no se encuentran categorizadas.

Miraval (2019), en la Universidad de Huánuco, investigó la “Elaboración de Compost Utilizando Materia Orgánica de Cocina y Estiércol de Vacuno en La Granja Ecológica Lindero, Tomayquichua, Ambo, Huánuco, Diciembre 2018 – Marzo 2019”.

Como objetivo evaluó la eficiencia de la elaboración de compost utilizando materia orgánica de cocina y estiércol de vacuno; implementando 03 tratamientos (tratamiento uno: estiércol de vacuno + residuos orgánicos + *Lactobacillus lactis* + Microorganismos Orgánicos, tratamiento dos: estiércol de vacuno + residuos orgánicos + *Lactobacillus lactis* y tratamiento tres: estiércol de vacuno + residuos orgánicos); durante un periodo de 60 días.

Concluyó finalmente que los resultados obtenidos en los compostajes para el tratamiento uno: pH (8.3), humedad (5.80%), materia orgánica (44.58%), cenizas (55.42%), óxido de fósforo (0.162%), calcio (6.8%), magnesio (2.43%), potasio (1.13%) y sodio (1.36%); tratamiento dos: pH (8.34), humedad (62.70%), materia orgánica (35.64%), cenizas (64.36%), óxido de fósforo (0.157%), calcio (4.930%), magnesio (1.62%),

potasio (1.040%) y sodio (1.190%) y para el tratamiento tres: pH (8.49), humedad (49.20%), materia orgánica (38.47%), cenizas (66.53%), óxido de fósforo (0.156%), calcio (4.820%), magnesio (1.710%), potasio (0.860%) y sodio (0.590%).

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Pila de compostaje

FAO(2013), son sistemas de apilamiento de diversos materiales ricos en macro y micro nutrientes los cuales pueden ser procesados y apilados teniendo diversos tamaños que se promedian desde 1m³, de esta forma las pilas mantienen ciertas condiciones que deben ser controladas, estas condiciones son los llamados parámetros in situ los cuales se les conoce como parámetros físicos, pero no solo se busca el control de ciertos parámetros, la pila debe tener cierto grado de relación de carbono y nitrógeno teniendo como base una relación de 30:1 para su máximo rendimiento. (p.49)

Para determinar las dimensiones de las pilas de compostaje, se debe tener en cuenta el volumen de los materiales orgánicos a compostar, hallando la densidad (D):

$$D = M \text{ (Kg)}/V \text{ (m}^3\text{)}$$

Donde:

D: Densidad

M: Masa expresada en Kg

V: Volumen expresado en m³

El resultado de la producción será la de un material que estará libre de cualquier maleza como microorganismos perjudiciales para la salud del suelo. (Córdoba, 2016)

2.2.2. Proceso de compostaje

Según (Rafael, 2015), los procesos de compostaje están clasificados en compostaje tradicional y compostaje mecanizado.

Compostaje tradicional: Este tipo de compostaje es obtenido de forma manual, pues se emplean materiales herramientas que en términos no avanzados no son tecnológicamente buenos, de esta forma los materiales que se van a utilizar para hacer el compostaje orgánico son acumulados o apilados con pala, rastrillo, y otros materiales que requieren de mucho más esfuerzo para el armado de una pila. (Rafael, 2015)

Compostaje mecanizado: Al contrario del compost tradicional, este compost se realiza con materiales tecnológicamente más avanzados, como por ejemplo maquinas que reducen el tamaño de ciertos materiales, maquinaria pesada, que hacen que el control sea menos forzado por la mano del hombre, pues con ello se logra que la composta tenga mejor rendimiento y tenga mejores resultados. (Rafael, 2015)

2.2.3. Etapas de proceso de compostaje

El compostaje como tal tiene el proceso de transformar la materia orgánica generada por diversos factores, el cual al ser acumulado de manera homogénea hace que interactúen diversos actores, uno de ellos son los microorganismos, los cuales, en condiciones de temperatura, humedad, aireación, subsisten y transforman el material de partida convirtiéndolo en un resultado beneficioso para muchas aplicaciones, como por ejemplo las plantas, el suelo, etc. El proceso se divide en tres fases: (FAO, 2013)

Fase mesófila: en esta fase la materia prima llamada residuos orgánicos inicia su proceso de descomposición, y dependiendo de ciertas condiciones de parámetros físicos y químicos, la temperatura llegara hasta los 45 °C, el aumento de temperatura de esta fase se produce porque los microorganismos aerobios empiezan a utilizar el material, de esta forma se empieza a liberar el compost de sustancias no benéficas para el suelo, cabe recalcar que debe existir una buena relación de carbono y nitrógeno pues los microorganismos los utilizan. Esta fase tiene una duración de dos y ocho días aproximadamente. (FAO, 2013)

Fase termófila o de higienización: La fase en la cual se alcanzan temperaturas altas que es difícil de palmarlas y donde empieza lo más

interesante del compostaje. Se puede decir que las temperaturas logran superar las de la fase mesofila, llegando hasta casi los 70 °C, lo cual promueve el desarrollo de microorganismos termófilos, pero no solo es la temperatura la que varía, el ph se torna más alcalino. Se liberan sustancias como el amoniaco pues los microorganismos las transforman del nitrógeno. Cabe resaltar que por factores del clima y la realcion C/N la temperatura puede durar de días hasta meses. Asimismo, en esta fase se realiza la higienización, porque destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como la *Eschericha coli* y *Salmonella spp.* (FAO, 2013)

Fase de enfriamiento o mesófila II: Luego de haber consumido casi en su totalidad las fuentes de carbono y nitrógeno de la materia prima del compost, los microorganismos dejan su actividad y esto se evidencia con la disminución de la temperatura. La fase de enfriamiento tiene temperaturas similares a la fase mesofila, esto dependiendo de la condición climática del material, donde se alcanzan de 40 a 45 °C. Pero a estas temperaturas se aprecia la aparición de hongos que también degradan celulosa presente. Esta fase puede durar varias semanas y se confundirá con la de maduración. (FAO, 2013)

Fase de maduración: La última fase donde se equilibran todos los parámetros monitoreados.

Figura 1

Fases del proceso de compostaje



Nota. Se muestra la evolución de los parámetros más importantes del compost.

Fuente. (FAO, 2013).

2.2.4. Parámetros de control durante el compostaje

Hay dos cosas importantes a cuidar en el proceso de compostaje, los microorganismos y la aireación del compost. Por ello, para que los microorganismos puedan sobrevivir es necesario el control de ciertos parámetros importantes, uno de ellos es la aireación, pues este es un proceso de aerobiosis. (Barrena, 2006)

Luego de ver que los microorganismos son lo más importante, tenemos los siguientes parámetros: aireación, humedad, relación carbono/nitrógeno (C/N) y temperatura; que se mencionan a continuación. (Laich, 2017)

Aireación

Como ya se mencionó, este es un parámetro importante en el proceso de descomposición de la composta orgánica. La aireación es un parámetro que está muy relacionado a la humedad, pues si el material carece de humedad quiere decir que hay exceso de aireación, o, todo lo contrario. Es necesario sobre todo porque sin oxígeno los microorganismos de la fase termófila mueren.

Asimismo, es de vital importancia utilizar métodos de aireación para conservar el proceso del compost, estos pueden ser mediante el volteo, o un método menos forzoso es la aireación donde se utilizan tubos. (Laich, 2017)

Humedad

La humedad hace que el material pueda tener sus moléculas orgánicas en un estado donde los microorganismos podrán utilizarlos, por lo tanto, es importante el control de la humedad.

Podemos decir dos cosas, si la humedad es demasiada alta emite malos olores y los microorganismos no sobreviven haciendo que el compost detenga su desarrollo, y emita olores nauseabundos, por lo contrario, si la humedad es baja, no solo es un indicador de demasiada

aireación, sino que también detiene el proceso del compostaje. (Laich, 2017)

Temperatura

La temperatura se relaciona con la aireación y humedad pues sin estos no hay desarrollo por parte de los microorganismos. Es necesario señalar que la temperatura también debe ser controlada pues si excede los 65 °C los microorganismos no sobreviven a altas temperaturas.

También se puede decir que la temperatura es un indicador de lo bien o lo mal que se está desarrollando el compost, aun mucho mejor que la humedad o la relación C/N. Se pueden observar tres fases en el proceso de descomposición aerobia; mesófilo ($T < 45^{\circ}\text{C}$), termófilo ($T > 45^{\circ}\text{C}$) y la fase mesófila (temperatura ambiente). (Laich, 2017)

pH

El pH muestra diversos valores en el proceso del desarrollo del compostaje, donde lo óptimo es que se mantenga entre valores de 6-8, cuidando que no descienda o sobrepase el rango ideal. (Laich, 2017)

Rafael (2015), indica que hay microorganismos que se desarrollan con un pH dentro del rango de neutralidad, es decir de 7. Pero dentro de todo el compostaje hay variaciones pues al iniciar se muestra mucha alcalinidad, esto por los materiales iniciales, luego desciende hasta casi acidificarse, y por último se muestra neutro.

Relación carbono/nitrógeno (C/N)

La relación de C/N permite que exista un equilibrio casi perfecto de carbono y nitrógeno que necesitan los microorganismos, por ello, los valores ideales de la relación carbono/nitrógeno (C/N) se encuentran entre 25 y 35 (25 – 35 partes de carbono (C) por 1 de nitrógeno (N)). (Laich, 2017)

Se dice que la relación C/N es alta cuando hay más carbono que nitrógeno, más por el contrario esta relación es baja cuando hay menos

carbono y más nitrógeno, esta interpretación es importante pues cuando la relación es baja no hay mucha temperatura y el compost no se desarrolla.

Tabla 2

Relación carbono/nitrógeno (C/N)

MATERIALES	RELACIÓN C/N
Bagazo de caña de azúcar	50
Estiércol seco (con aserrín y paja)	50
Estiércol de vaca (seco)	25
Estiércol de caballo	25
Estiércol de cerdo	12
Estiércol de vaca (seco)	8
Estiércol de cabra	10
Estiércol de oveja	10
Estiércol de cuy (cuyaza)	8
Estiércol de gallina (gallinaza)	7
Desechos de frutas	35
Pasto verde cortado	19
Alfalfa	16
Desechos de cocina	15
Humus	10
Pescado	6
Sangre	3
Orina	0.8

Nota. Ya finalizado el compostaje la relación carbono/nitrógeno (C/N) tendrá un descenso hasta alcanzar un valor entre 12 y 8 en el producto final, Suquilanda (2006).

2.2.5. Factores perjudiciales al proceso de compostaje

(Bueno y Díaz , 2011), señalan que existen dos tipos de parámetros que perjudiciales para el proceso de la composta y que hay que tenerlos en cuenta: el primero de ellos en donde hay que establecer controles:

parámetros de seguimiento (aquellos que han de ser medidos, seguidos durante todo el proceso y adecuados, en caso de ser necesario, para que sus valores se encuentren en los intervalos considerados correctos para cada fase del proceso) y parámetros relativos a la naturaleza del sustrato (aquellos que han de ser medidos y adecuados a su valores correctos fundamentalmente al inicio del proceso).

Los parámetros de seguimiento son los siguientes: la temperatura, humedad, pH, aireación y espacio de aire libre. Y los parámetros relativos a la naturaleza del sustrato son: el tamaño de partícula, relaciones carbono/nitrógeno (C/N) y carbono/fósforo (C/P), nutrientes, materia orgánica y conductividad eléctrica. Los valores o intervalos óptimos están influenciados por las condiciones ambientales, el tipo de residuo orgánico a tratar y el sistema de compostaje elegido. (Estrada, 2017)

2.2.6. Calidad del compost orgánico

El compost de calidad muestra estabilidad en nutrientes, humificación de materia orgánica, libre de patógenos o compuestos fecales, libre de compuestos como metales pesados, sales, libre de plaguicidas y otros compuestos xenobióticos. (Campitelli, 2010)

Para evaluar la calidad del compost elaborado es necesario analizar los valores arrojados de los macro y micro nutrientes, además de parámetros físicos, la relación C/N, y que esté libre de microorganismos patógenos. (Gordillo, 2009)

2.2.7. Mecanismos o sistemas de compostaje

El sistema de compostaje es de mucha utilidad porque permite la degradación total de la materia orgánica y entregarnos un resultado muy satisfactorio, debido a que en su interior es posible el control de muchos parámetros. Hay dos sistemas o grupos de compostajes a realizar: el primero de ellos es de un sistema abierto, donde la pila o la acumulación del material es instalada en el ambiente o al aire libre, el segundo es un sistema cerrado mediante reactores. (Sepúlveda y Alvarado, 2013)

Sistemas de pilas de compostaje dinámicas ventiladas

Este sistema requiere de volteos continuos para la ventilación del material y así evitar que la temperatura descienda. Los volteos se realizan mediante métodos rudimentarios como palas, rastrillos entre otros, mientras que también existen maquinarias pesadas para el volteo. Las pilas de menor dimensión y que requieran de menos esfuerzo son las que permiten el uso de materiales rudimentarios, pero al contrario de las pilas de mayores tamaños estas merecen un volteo con maquinaria avanzada. (Sepúlveda y Alvarado, 2013)

Sistemas de pilas de compostaje estáticas ventiladas

Este sistema de pilas se construye con un sistema de ventilación por medio de tubos de diferentes formas y dimensiones, debido a que la pila no se moverá para la aireación. Si la pila es demasiado grande se puede implementar este sistema, pues dependerá de la accesibilidad financiera. (Sepúlveda y Alvarado, 2013)

2.2.8. Composición química del compost orgánico

Tabla 3

Composición química del compost orgánico

MACRONUTRIENTES				MICRONUTRIENTES
PRIMARIOS		SECUNDARIOS		Fe, Zn, Cu, Mn, B, Cl
N	2.0%	Ca	1.3%	La sumatoria es el 1% de la composición química de las plantas
P	0.4%	Mg	0.4%	
K	2.5%	S	0.4%	

Nota: El compost orgánico debe tener los minerales que las plantas puedan asimilar del suelo, por ello la tabla siguiente está basada en su clasificación de abundancia relativa en la composición vegetal y proporción media aproximada. (Compostadores, 2012).

2.2.9. Microorganismos presentes en el proceso de compostaje

Este tipo de vida es la más antigua del mundo, todos ellos pueden ser visualizados por medio de equipos avanzados, este grupo incluye a

las bacterias, hongos (levaduras y mohos), protozoos y algas microscópicas. (Tortora, 2007)

2.2.10. Ventajas del compost orgánico

Según (Rafael, 2015), el compost orgánico presenta las siguientes ventajas:

El suelo mejora con respecto a sus propiedades químicas, proporcionándole macronutrientes como (nitrógeno; fosforo y potasio), mejora el intercambio iónico y almacena nutrientes para las plantas y la agricultura se ve favorecida.

El suelo mejora sus propiedades físicas de retención de agua, los agregados o textura son mejorados haciéndolo más estable para la agricultura.

La microbiología del suelo se ve mejorada por el humus que les proporciona el compost, así no solo viven por cortos tiempos, sino que su vida se alarga por el soporte alimenticio.

2.2.11. Problemas ambientales por los residuos agropecuarios

La producción anual de la biomasa vegetal es consumida por la humanidad, siendo un 2.7%, pero, los residuos de ese consumo es cuatro veces más que la cantidad mencionada, teniendo como estimación la cantidad de 2.5 toneladas en base seca por persona/año; asimismo los residuos pecuarios emiten gases como el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), amonio (NH₃), etc. Ambos tipos de residuos son diferentes en su problemática ambiental y en las sustancias químicas perjudiciales. (Ambiente y Desarrollo, 2019)

2.2.12. Residuos orgánicos agropecuarios

Estos residuos tienen un gran valor para la elaboración de compuestos que sirven a la agricultura que mejoran el suelo, son productos de la industria ganadera y agrícola de las cuales son muchas a nivel mundial, por ejemplo, los productores de azúcar, aguardiente, los productores de leche, etc. Estos residuos presentan en su composición características inorgánicas, orgánicas, líquidas y sólidas, entre ellos:

estiércoles, lechos, camas, residuos ganaderos de cría, sangre, pellejos, huesos, entre otros. (Pedreño et al., 1995)

Existen ya métodos para el aprovechamiento de estos tipos de residuos, uno de ellos es la propuesta del compostaje que no es más que la acumulación mediante técnicas que modifican la composición del material desechado y le brindan mejores condiciones, una de esas técnicas es el apilamiento o como se llama técnicamente pilas de compostaje, el cual se elabora apilando materiales con carga rica en carbono y nitrógeno logrando el desarrollo microbiológico. (Chávez y Rodríguez, 2016)

2.2.13. Bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*)

Boarini, (2006), indica que en la producción mundial de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*), el Perú tiene una producción anual de 9, 100,000 toneladas métricas (TM); que genera un residuo leñoso, resultante de la extracción del jugo de la caña, su composición es de la siguiente manera: tiene una humedad aproximada que va desde 46% - 52%, fibra celulosa de 43% - 52% y sólidos solubles de 2% - 6%. Asimismo, se menciona el alto nivel de relación carbono/nitrógeno (C/N) es de 104:1, que ayudará en la producción del compost orgánico, pero su degradación es lenta y se puede contrarrestar con el proceso de picado a partículas de van desde los 5 a 7 centímetros. (FAO, 2013)

El bagazo de caña de azúcar es el residuo lignocelulósico, fibroso, obtenido a la salida del último molido de la fábrica de azúcar, luego de extraer el jugo de la caña y representa el 28% en peso de la caña, está constituido por cuatro fracciones: fibra (45 %), sólidos insolubles (2-3 %), sólidos solubles (2-3 %) y agua (50 %), representa el mayor volumen de la producción industrial del azúcar de caña. (Almazán, 2012)

Desde el punto de vista químico el bagazo de caña de azúcar está compuesto, aproximadamente de 41-44% de celulosa, 25-27% de hemicelulosa, 20-22% de lignina y 8-10% de otros componentes, entre estos las cenizas. (Hernández, 1985)

2.2.14. Vacaza o estiércol de ganado vacuno

Este material es muy rico en humedad y nitrógeno, su humedad hace que el equilibrio con material rico en carbono sea excelente, por ende, hay que adicionarle menos agua, además que presenta una relación carbono/nitrógeno (C/N) de 20-30/1 y que puede formar el compost orgánico en un periodo de 2 a 5 meses. (Unión Europea, 2012)

El estiércol no tratado de las vacas y demás ganados similares son grandes fuentes contaminantes del medio ambiente, principalmente la del suelo, seguido del manto freático, los gases que producen el efecto invernadero (GEI), pero gracias a la composición física y química que posee; 12% en materia seca, 15 % de ceniza, 2% de nitrógeno (N), 0,4% de fósforo (P), 1,2% de potasio (K) y 1,1% de calcio (Ca); es idóneo para la elaboración de compost orgánico y fertilizante de las plantas. (Pedraza, 1986)

2.2.15. Gallinaza

La gallinaza es procedente de la industria de criaderos de gallinas y pollos (avícola), las cuales en su crianza tienen cientos de estos animales que son destinados para la producción de carne y huevos. El estiércol de la gallina son negativos para el medio ambiente pues ellos contienen elementos como el nitrógeno, además de que son húmedos. Pero estas condiciones y composición pueden servir para su aprovechamiento como materia prima en el compostaje, pues en combinación con una fuente alta en carbono se lograría la producción de un sustrato que se tendría que evaluar. Sin embargo, existen quienes afirman el rechazo de este residuo puesto que la crianza de los pollos y gallinas ha implementado mucha química en su industria. (Martinez, 2005)

La gallinaza seca posee una gran concentración de nutrientes, que dependen del tiempo y de la rapidez del secado, como de la siguiente composición: pH con 9, conductividad eléctrica (CE) en 6.9 us/cm⁻¹, humedad (H) de 57.8%, cenizas (C) de 23.7%, potasio (K) en 1.9%, carbono orgánico (CO) de 19.8%, materia orgánica (MO) en 34.1%, nitrógeno (N) de 3.2%, relación carbono/nitrógeno (C/N) de 6.2 y fósforo

(P) en $7.39(P_2O_5)$; definiendo que la gallinaza es el más rico en elementos nutrimentales, como el nitrógeno y fósforo. (Estrada, 2005)

2.2.16. Cuyaza

La cuyaza o estiércol del cuy (*Cavia porcellus*), se obtiene de la crianza de cuyes y en la actualidad ya hay quienes han tecnificado la crianza a mayor escala, por ello el estiércol de este animal es muy beneficioso para la elaboración de compostaje, ya que aumenta la retención del agua, no es tóxico y por consiguiente no contamina el medio ambiente. (Alarcón, 2016)

La cuyaza como abono presenta muchos nutrientes buenos, y para la elaboración del compost estos nutrientes se ven mejorados pues contiene los elementos necesarios que un suelo de cualquier tipo de producción agrícola necesita, mejorando las plantas y obteniendo un producto más ecológico. Se dice que posee una composición química de materia seca (MS) en 14%, nitrógeno (N) en 0.6%, fósforo (P) en 1.7%, potasio (K) en 0.2% calcio (Ca) en 0.6% y magnesio (Mg) en 0.2%, valores óptimos para el proceso aerobio de degradación en la formación del compost orgánico. (Rojas, 2015)

2.2.17. Materias primas en la elaboración del compost orgánico

Álvarez de la Puente, (2015), nos dice que para la producción de un buen compost de cualquier tipo se tienen que tener en cuenta dos parámetros importantes como la humedad (H) y la relación carbono/nitrógeno (C/N), estos parámetros determinan la velocidad de producción.

Inga (2018), dice que las materias primas a utilizar en un compost tienen otro tipo de características: las de rápida descomposición (hojas frescas, estiércoles de animales de corral, malezas, etc.) y las de lenta descomposición (frescas, ramas, aserrín, madera, cascara de frutos secos, lanas, pelos, plumas).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

Residuo: Aquellas materias derivadas de producción y consumo que no han alcanzado ningún valor económico.

Residuo orgánico: Son sustancias orgánicas sencillas de formulación definida, formadas en los tratamientos de los residuos por acción de los microorganismos que actúan sobre ellos.

Residuos Orgánicos Agropecuarios: Son aquellos que provienen de las actividades agrícolas, forestales, ganadería y centro de faenamiento de animales.

Residuo pecuario: Se define como las deyecciones sólidas y líquidas de las explotaciones ganaderas.

Gallinaza: Residuo avícola generado por las deyecciones de aves de corral junto al material usado en las camas y pequeñas proporciones de cal.

Cuyaza: Residuo orgánico generado por las deyecciones del cuy (*Cavia porcellus*).

Vacaza o Estiércol de ganado vacuno: Deyección del ganado vacuno con residuos de paja y alta concentración de humedad.

Residuo agrícola: Restos de vegetales derivados de la actividad agrícola.

Bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*): Son restos derivados de las industrias azucareras y productoras de aguardiente; y constituye un residuo con un gran potencial energético.

Compost orgánico: Se define como compuesto de sustancias orgánicas complejas, estables y de naturaleza coloidal.

Compostaje: Proceso de fermentación controlada de los residuos orgánicos.

Proceso de compostaje: Se denomina proceso de compostaje a la descomposición biológica aerobia y a la estabilización de sustratos orgánicos, bajo condiciones que permiten el desarrollo de temperaturas termófilas (entre 50 y 70°C).

Bacterias termófilas: Grupo de bacterias que pueden vivir, trabajar y multiplicarse durante el compostaje entre los rangos de temperatura de 40°C a 70°C.

Microorganismos: Organismos vivos microscópicos (hongos, levaduras, bacterias, protozoos, etc.).

Nitrógeno: elemento indispensable para las plantas que puede estar en forma orgánica (proteínas y compuestos orgánicos), o inorgánica (nitrato o amonio).

Relación carbono/nitrógeno (C/N): cantidad de carbono con respecto a la cantidad nitrógeno que tiene un material.

Pilas de compostaje: son sistemas de degradación aerobia de la materia orgánica para la elaboración de compost orgánico, mediante procedimientos físicos, químicos y biológicos.

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1 Hipótesis general

H_a= Los valores medibles de los factores del tiempo de producción y los valores de los parámetros físicos y químicos nutricionales analizados en el laboratorio determinan la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pilco Marca, provincia y departamento de Huánuco.

H_o= Los valores medibles de los factores del tiempo de producción y los valores de los parámetros físicos y químicos nutricionales

analizados en el laboratorio no determinan la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco.

2.4.2 Hipótesis específicas

H_a = Los valores del tiempo de producción determinan la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco.

H_o = Los valores del tiempo de producción no determinan la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco.

H_a = Los valores de los parámetros físicos arrojados del análisis de laboratorio determinan la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco.

H_o = Los valores de los parámetros físicos arrojados del análisis de laboratorio no determinan la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco.

H_a = Los valores de los parámetros químicos nutricionales arrojados del análisis de laboratorio determinan la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos

agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco.

H₀= Los valores de los parámetros químicos nutricionales arrojados del análisis de laboratorio no determinan la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

En la presente tesis la variable dependiente es la calidad del Compost orgánico a obtener de la producción.

2.5.2. VARIABLES INDEPENDIENTES

Residuos orgánicos agropecuarios:

Agrícola: Bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp.*)

Pecuario: Vacaza, gallinaza y cuyaza.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 04

Operacionalización de Variables (variables independientes y variable dependiente)

Tesista: Bach. Junior Mejía Paulino.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA	INSTRUMENTOS DE INESTIGACION
<u>Independiente</u> residuos organicos agropecuarios (bagazo de caña de azucar; vacaza, gallinaza y cuyaza)	Los residuos orgánicos agropecuarios, poseen un poder nutritivo y potencial energético para la elaboración del compost orgánico y su posterior aplicación en el sector agrícola; se definen como aquellos derivados del sector primario, producto de las actividades como la agricultura y la ganadería; su composición presenta características inorgánicas, orgánicas, líquidas y sólidas, entre ellos: estiércoles, lechos, camas, residuos ganaderos de cría,	Se realizaron tratamientos (03) y repeticiones (03). Que estarán conformados por residuos agrícola; bagazo de caña de azúcar (Saccharum spp.), residuo pecuario: vacaza, gallinaza y cuyaza; cada pila de compostaje tendrá 100 kg, haciendo un total de 900 kg de residuos orgánicos agropecuarios , la relación que se utilizará será de 1:3; es decir que, por cada 25 kg de bagazo de caña de azúcar, se utilizará 75 kg de residuo pecuario.	Factores de tiempo	tiempo de duracion de compostaje	Numero de dias	Técnica: Recojo de Muestras Equipo: Métodos de Análisis en el Laboratorio Método: Calcinación Equipo: Mufla Método de Kjeldahl
				CENIZAS EN BASE SECA	porcentaje	Método: Método Analítico de Suelos
			MATERIA ORGÁNICA EN BASE SECA	porcentaje	Método: Digestión de vía seca	
			HUMEDAD	porcentaje	Equipo: Espectrofotómetro de absorción atómica	
			Parametros fisicos y quimicos	N	porcentaje	
				P	porcentaje	

	sangre, pellejos, huesos, entre otros. (Pedreño et al., 1995)			K	porcentaje	
Dependiente	La calidad para el compost orgánico está establecida en términos de nutrientes, estabilidad y humificación de la materia orgánica (MO), sanidad, presencia de compuestos tóxicos como metales pesados, sales y compuestos xenobióticos. (Campitelli, 2010)	Para la evaluación de la calidad final del compost orgánico producido, se tuvo en cuenta los macronutrientes, micronutrientes, humedad (H), materia orgánica (MO), relación carbono/nitrógeno (C/N) y la población microbiana. (Gordillo, 2009)	Parametros físicos y quimicos	MATERIA SECA (%)	porcentaje	Técnica: Recojo de Muestras Equipo: Métodos de Análisis en el Laboratorio Método: Calcinación Equipo: Mufla Método de Kjeldahl Método: Método Analítico de Suelos Método: Digestión de vía seca Equipo: Espectrofotómetro de absorción atómica Técnica: Observación y Registro de Datos Equipo: Multiparámetro, Higrómetro, Termómetro tipo espiga
				HUMEDAD (%)	porcentaje	
				CENIZA EN BASE HÚMEDA (%)	porcentaje	
				MATERIA ORGÁNICA EN BASE HÚMEDA (%)	porcentaje	
				N (BASE HÚMEDA) (%)	porcentaje	
				N (BASE SECA)(%)	porcentaje	
				P	porcentaje	
				Ca	porcentaje	
				K	porcentaje	
				Na	porcentaje	
				Mg	porcentaje	
				Cu	porcentaje	
				Fe	porcentaje	
				Zn	porcentaje	
				Mn	porcentaje	
Temperatura Ambiental/Interna	°C					
pH	acido o alcalino					
Conductividad Eléctrica	CE					
Humedad	porcentaje					

Nota: Entre la Vacaza, gallinaza, Cuyaza; en combinación con los residuos orgánicos agrícolas de la caña de azúcar, utilizando la metodología de pilas de compostaje, se diseñaron tres variables, que interactuaron entre ellos (Ver tabla 4).

CAPITULO III

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION

3.1. TIPO DE INVESTIGACION

3.1.1. ENFOQUE

La presente investigación, presentó un enfoque cuantitativo, según (Hernández – Sampieri et al 2010), porque se usó la estadística, el análisis, y la medición de fenómenos para la producción del compost orgánico.

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

La investigación se encontró dentro del nivel aplicativo, según (Hernández – Sampieri et al 2010), porque enmarca la innovación técnica artesanal e industrial como la científica.

3.1.3. DISEÑO

La investigación tuvo un diseño experimental netamente puro, esto es porque las variables independientes son manipuladas con la intención de medir la variable dependiente, que en este caso es la calidad del compost. (Hernández – Sampieri et al 2010)

Esquema del diseño del modelo ANOVA

:

Tabla 5.

Tabla ANOVA para 3 tratamientos y 3 repeticiones

Fuente de variabilidad	GI	Suma de cuadrados	Cuadrados medios CM
Tratamientos (*)	(t-1)	$\frac{\sum x_i^2}{r} - \frac{x^2}{rt} = \text{SC de Trats}$	(SC de trts)/(t-1)=CM de Trats
Error experimental	T(r-1)	$\sum (\sum x_{ij} - \frac{x_i^2}{r}) = \text{SC de Error}$	(SC de Error)/ (r-1)= CM de Error
Total	Tr-1	$\frac{\sum j \times j^2}{r} - \frac{x^2}{rt} = \text{SC Total}$	

Nota. Se utilizó como esquema del análisis estadístico el Análisis de Variancia (ANOVA) que tiene las siguientes características.

Fuentes de grado de libertad para la investigación

<u>Fuentes de variabilidad</u>			<u>G . L</u>
Tratamientos	$(t - 1)$	$(3 - 1)$	(2)
Error experimental	$t (r - 1)$	$3(3 - 1)$	(6)

TOTAL	$(tr - 1)$	$(3 \times 3 - 1)$	(8)

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 Población

La investigación contó con una población finita. Se usaron residuos agropecuarios conjugando tres tratamientos (03) y tres repeticiones (03).

Estuvieron conformados de la siguiente manera;

Tratamiento 1= Bagazo de caña de azúcar + Gallinaza

Tratamiento 2 = Bagazo de caña de azúcar + Cuyaza

Tratamiento 3 = Bagazo de caña de azúcar + Vacaza

Cada pila de compostaje tuvo 100 kg, de material orgánico para su descomposición, haciendo un total de 900 Kg de residuos orgánicos agropecuarios, la relación que se utilizará para obtener el compost orgánico final será de 1:3; lo que significa que, tendremos 25 kg de bagazo de caña por cada 75 kg de residuos pecuario.

3.2.2 Muestra

Se realizó un muestreo probabilístico aleatorio simple donde cada muestra tuvo la posibilidad de ser seleccionado para ser parte del tratamiento y se considerará las siguientes fases

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 Técnicas de muestreo

3.3.1.1. Fase pre campo

- **Recopilación de la información**

Para la investigación denominada “Determinación de la calidad de compost orgánico producido en pilas de compostaje, se utilizó bagazo de caña de azúcar, vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de pillcomarca región Huánuco - Perú - 2020”.

Se revisaron bibliografías y bases teóricas de tesis y artículos existentes en el tema de la producción de compost orgánicos, sobre todo temas relacionados con la producción de compost de residuos agropecuarios.

3.3.1.2. Fase campo

- **Ubicación de los lugares de recolección de las muestras**

La recolección de muestras de bagazo de caña de azúcar, vacaza, gallinaza y cuyaza; se obtuvieron del fundo Pacán, ubicado en el distrito de Pillco Marca, provincia y Departamento de Huánuco.

Asimismo, se utilizó el método del cuarteo para las cuatro muestras, con la finalidad de homogenización de la materia.

- **Preparación de los tratamientos**

Los tratamientos que se prepararon fueron los siguientes:

Tratamiento 1= Bagazo de caña de azúcar + Gallinaza

Tratamiento 2 = Bagazo de caña de azúcar + Cuyaza

Tratamiento 3 = Bagazo de caña de azúcar + Vacaza

- **Preparación de las pilas**

Para la preparación de las pilas de compostaje de los tres tratamientos (T1: Bagazo de caña de azúcar + Gallinaza, T2: Bagazo de caña de azúcar + Cuyaza y Bagazo de caña de azúcar + Vacaza), se realizó lo siguiente:

- a) Primero se implementó un sistema que permita la aireación de las pilas.
- b) se cerraron parcialmente los lados del área para mantener la temperatura.
- c) Se techo el área para que la lluvia no pueda causar daños a las pilas de compost.
- d) se estableció un mecanismo que permitía que en la base se dé la oxigenación de la pila.

- **Recolección de la muestra para el laboratorio**

Se tuvo tres tratamientos y tres repeticiones y se evaluaron a los 15, 30 y 45 días. Las muestras para el análisis de laboratorio para evaluar los parámetros físicos y químicos del compost orgánico fueron tomadas de cada tratamiento y de cada día de evaluación. La cantidad recomendada por el laboratorio fue de 1 kg de cada repetición, haciendo un total de 3 kg por cada tratamiento. La muestra fue tomada de forma aleatoria de cada pila luego uniformizada y trasladada para su respectivo análisis.

3.1.2.3. Fase Gabinete

Tabla 6

Tratamientos y repeticiones del proyecto de tesis

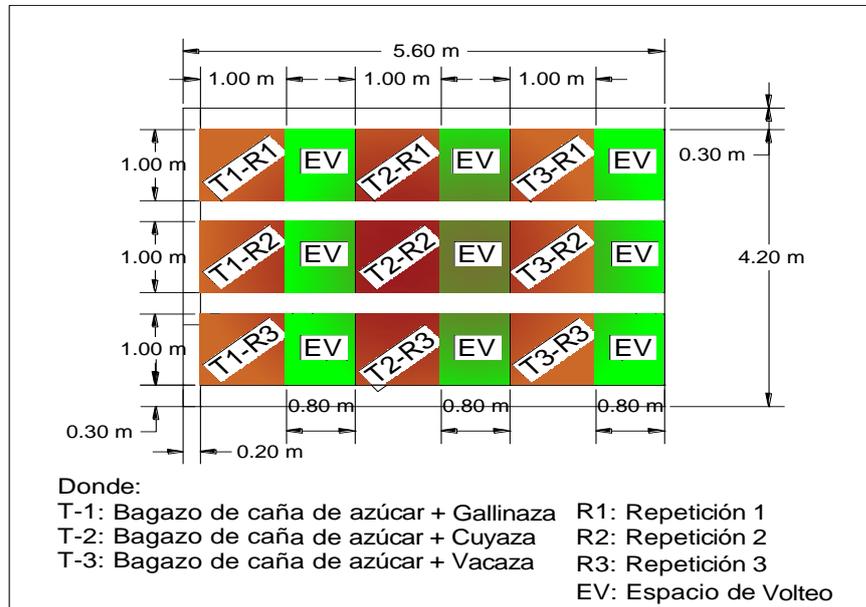
TRATAMIENTO	COMPOSICIÓN	REPETICIONES	DÍAS
Tratamiento 01	Bagazo de caña		
	de azúcar	R1	15
	(<i>Saccharum</i>	R2	30
	<i>spp.</i>)	R3	45
	+		
	Gallinaza		
Tratamiento 02	Bagazo de caña		
	de azúcar	R1	15
	(<i>Saccharum</i>	R2	30
	<i>spp.</i>)	R3	45
	+		
	Cuyaza		
Tratamiento 03	Bagazo de caña		
	de azúcar	R1	15
	(<i>Saccharum</i>	R2	30
	<i>spp.</i>)	R3	45
	+		
	Vacaza		

Nota. En la investigación se utilizó técnicas que están sujetas a normativas nacionales e internacionales. Primero definimos los tratamientos y las repeticiones, en base al uso de los residuos agropecuarios.

Luego se definió el área total que se usó para la parte experimental del desarrollo del compost orgánico, a continuación, se describen las medidas y la capacidad. (Ver figura 2)

Figura 2

Área del proyecto – tratamientos y repeticiones



Nota. Área del proyecto = $94,08 \text{ m}^3$ (Ancho: 4,20 m, Largo: 5,60 m y Altura: 4,00m).

Área de las pilas de compost orgánico = $1,00 \text{ m}^3$ (Ancho: 1,00 m, Largo: 1,00 m y Altura: 1,00m).

3.3.2. Instrumentos de recolección de datos

Tabla 7*Instrumentos de medición In – situ y Ex - situ*

INSTRUMENTO	PARÁMETROS IN - SITU
Multiparámetro	temperatura (°C), pH y conductividad eléctrica (us/cm-1)
Higrómetro	Humedad (%)
Termómetro tipo espiga	Temperatura interna (°C)
Hoja de registro en Excel	Apuntes y relación de datos o parámetros, durante el proceso de elaboración del compost orgánico
INSTRUMENTO	PARÁMETROS EX - SITU
Laboratorio de Suelos, de la Universidad Nacional Agraria de la Selva (UNAS)	Parámetros físicos y químicos (macro y micronutrientes).

Nota. Se usaron para la fase experimental en campo y laboratorio.

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN

Ya con los resultados de la fase experimental tanto de campo como de laboratorio se procedió a el procesamiento estadístico, donde se usó el paquete InfoStat de versión 2019, así como el programa Excel. Además, se hicieron también las pruebas paramétricas y no paramétricas.

Asimismo, se realizó el análisis de varianza (ANOVA): unidireccional con una variable dependiente y factorial con dos o más variables independientes.

CAPITULO IV RESULTADOS

4.1. De los parámetros fisicoquímicos del compost

Tabla 8

Parámetros fisicoquímicos del compost elaborado a partir de los residuos orgánicos agropecuarios

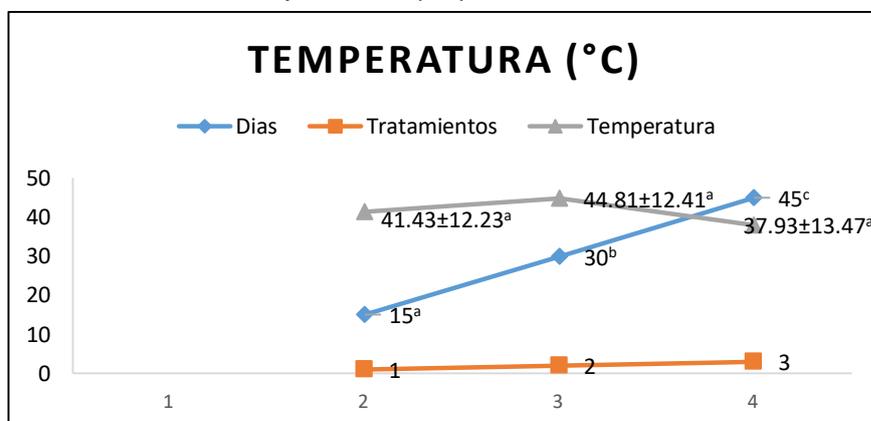
Días	Tratamientos	Temperatura	pH	Humedad	MS	MOBH	CBH	MOBS	CBS
		°C		%	%	%	%	%	%
15	T1	41.43±12.23 ^a	7.07±0.74 ^a	34.56±2.96 ^a	65.44±2.96 ^a	23.82±5.99 ^a	41.61±3.03 ^a	36.18±7.33 ^a	63.82±7.33 ^a
30	T2	44.81±12.41 ^a	6.62±1.05 ^a	44.94±0.87 ^b	55.06±0.87 ^b	34.83±1.71 ^{ab}	20.23±2.58 ^a	63.30±2.39 ^b	36.70±2.39 ^a
45	T3	37.93±13.47 ^a	7.01±0.66 ^a	47.06±0.01 ^b	52.94±0.01 ^b	30.55±1.16 ^b	22.39±1.17 ^b	57.71±1.28 ^b	42.29±1.28 ^b
P –Valor		0.8095	0.7761	0.0003	0.0003	0.0279	0.0001	0.0013	0.0013

Nota. En la tabla 8, muestra la diferencia estadística significativa del promedio de los tratamientos; 1 (Gallinaza + Bagazo de caña), tratamiento 2 (Cuyaza + Bagazo de caña) y tratamiento 3 (Vacaza + Bagazo de caña) durante los días de evaluación (15, 30 y 45), los parámetros que muestran diferencia estadística significativa son: Humedad (%), materia orgánica base húmeda (MOBH), el porcentaje de ceniza en base húmeda (CBH), el porcentaje de materia orgánica en base seca (MOBS) y el porcentaje de ceniza en base seca (CBS), asimismo también se puede observar que no existe diferencia estadística significativa en los parámetros de temperatura y pH, a continuación se muestra el comportamiento de los parámetros de calidad del compost orgánico durante su evaluación. 1=Gallinaza+Bagazo de caña; 2=Cuyaza+Bagazo de caña; 3=Vacaza+Bagazo de caña; MS=Materia Seca; MOBH=Materia Orgánica Base Húmeda; CBH=Ceniza Base Húmeda; MOBS=Materia orgánica base seca; CBS=Ceniza base seca Letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa según la prueba de Tuckey ($p < 0.05$) y Prueba de Dunn ($p < 0.05$).

4.1.1. Comportamiento del parámetro de temperatura (T°)

Figura 3

Comportamiento de la Temperatura (°C)

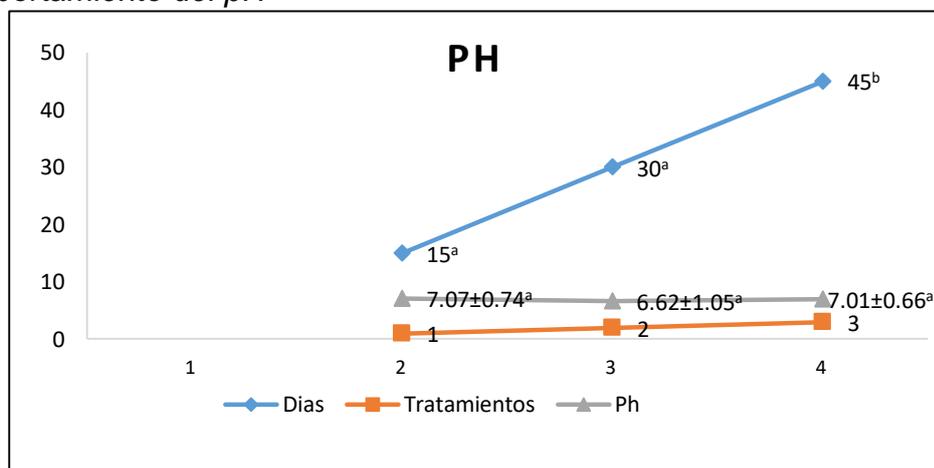


Nota. La figura 3, muestra el comportamiento de la temperatura durante los días de evaluación, en donde se observa que el promedio de la temperatura de T1(Gallinaza + Bagazo de caña); 41.43% T2 (Cuyaza + Bagazo de caña);44.81% y T3 (Vacaza + Bagazo de caña); 37.93, se puede observar que reporta su valor más alto en el día 30, descendiendo en el día 45; también se puede observar que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos $p>0.05$, pero si en los días de evaluación $p<0.05$.

4.1.2. Comportamiento del parámetro de pH

Figura 4

Comportamiento del pH

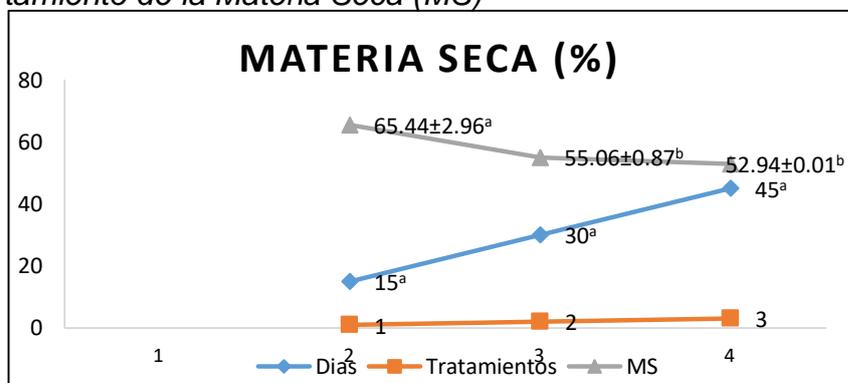


Nota. La figura 4, muestra el comportamiento del pH, durante los días de evaluación, en donde se observa que el promedio del T1: 7.07;(Gallinaza + Bagazo de caña), T2: 6.62; (Cuyaza + Bagazo de caña) y T3:7.01; (Vacaza + Bagazo de caña), su comportamiento es alcalino en los casos de T1 y T3 y en el caso de T2 su tendencia es hacia la acidez; también se puede observar que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos $p>0.05$, así mismo se observa que existe diferencia estadística significativa durante los días de evaluación $p<0.05$.

4.1.3. Comportamiento de la materia seca (MS) en el compost con residuo agropecuario

Figura 5

Comportamiento de la Materia Seca (MS)

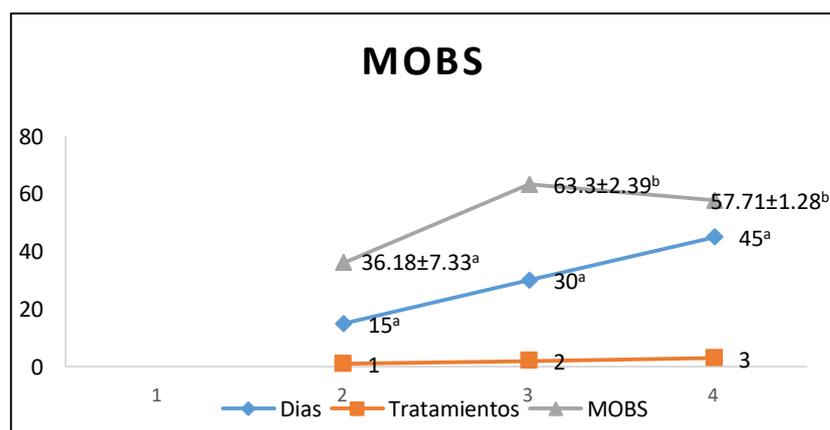


Nota. La figura 5, muestra el comportamiento de la materia seca (MS) durante los días de evaluación, en donde se observa que el promedio de los T1(Gallinaza + Bagazo de caña), T2 (Cuyaza + Bagazo de caña) y T3 (Vacaza + Bagazo de caña), su tendencia es a disminuir su valor porcentualmente a medida que el tiempo va transcurriendo, asimismo se puede observar que existe una diferencia estadística significativa entre los tratamientos $p < 0.05$.

4.1.4. Comportamiento de la materia orgánica base seca (MOBS) en el compost con residuo agropecuario

Figura 6

Comportamiento de la Materia Orgánica en base seca (MOBS)

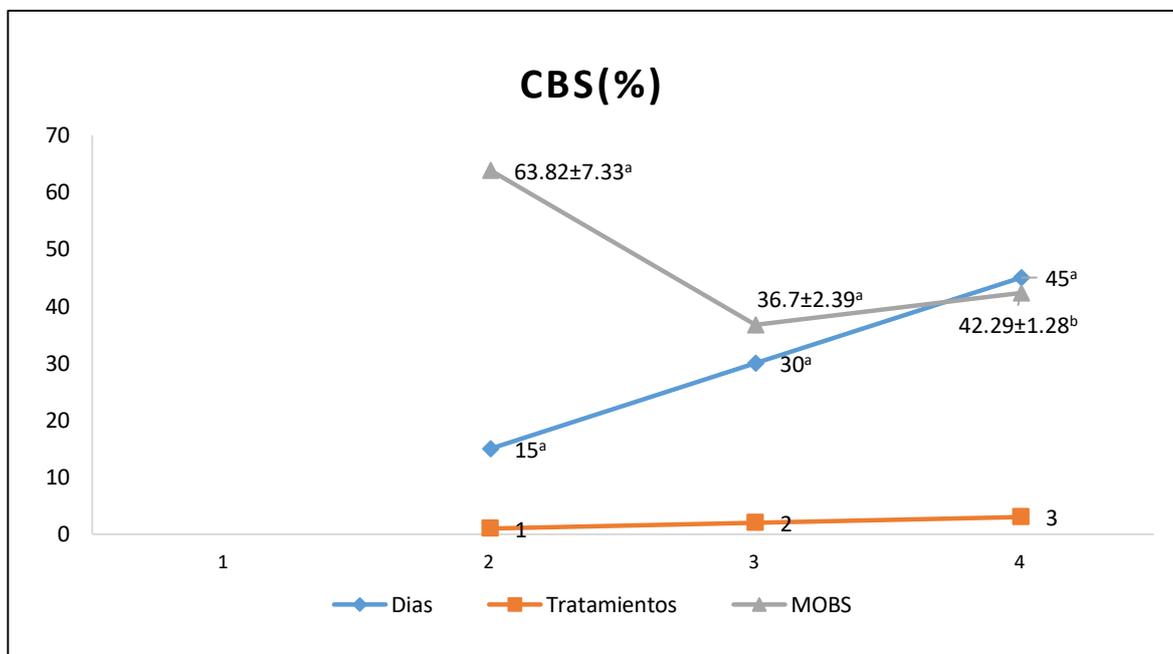


Nota. En la figura 6, se muestra los valores de la materia orgánica del compost durante los días de evaluación y en donde el T2 (Cuyaza + Bagazo de caña) registra los valores más altos en cuanto su contenido T3 (Vacaza + Bagazo de caña), quien registra el promedio de su valor más elevado en el día 45, la figura también nos muestra que existe diferencia estadística significativa entre los promedios de los tratamientos durante los días de evaluación.

4.1.5. Comportamiento de la materia ceniza (CBS) en el compost con residuo agropecuario

Figura 7

Comportamiento de la Ceniza (CBS)



Nota. En la figura 7, se muestra la diferencia estadística significativa que existe entre los tratamientos con respecto a los días de evaluación, el promedio del T1 (Gallinaza + Bagazo de caña), registra un mayor valor (63.82 %), seguido del promedio del T3 (Vacaza + Bagazo de caña); (42.29%), el porcentaje de ceniza en base seca (CBS), más bajo con respecto a su promedio lo refleja el T2 (Cuyaza + Bagazo de caña), con 37.7%, la figura también nos muestra la diferencia estadística significativa que existe entre ellos.

4.2. De los parámetros fisicoquímico del compost (Macro y Microminerales)

Tabla 9*Parámetros fisicoquímicos del compost macro y microminerales*

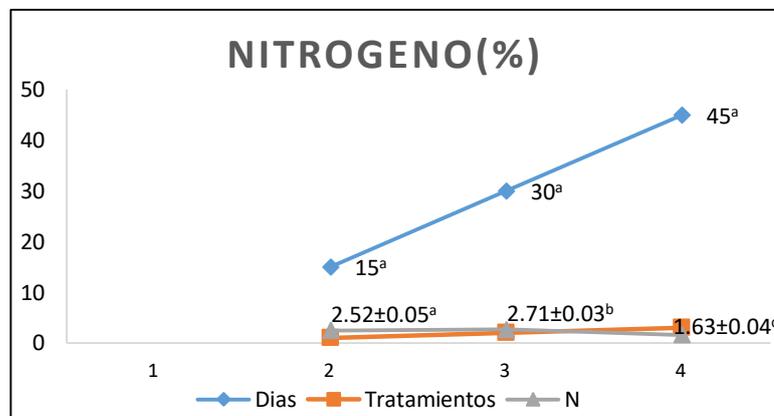
Días	Tratamientos	N	P2O5	Ca	Mg	K	Na	Cu	Fe	Zn	Mn
		%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
15	1	2.52±0.05 ^a	2.37±0.17 ^a	4.76±0.17 ^a	0.94±0.05 ^a	3.61±0.16 ^a	0.29±0.01 ^a	70.03±19.48 ^a	2827.00±200.53 ^a	482.33±60.01 ^a	551.33±39.50 ^a
30	2	2.71±0.03 ^b	2.82±0.09 ^b	4.40±0.26 ^b	1.00±0.04 ^b	2.54±0.13 ^a	0.68±0.02 ^b	30.92±14.12 ^a	2844.33±250.02 ^a	220.00±74.32 ^a	254.67±65.13 ^a
45	3	1.63±0.04 ^c	1.60±0.07 ^c	3.25±0.13 ^b	0.76±0.03 ^b	2.19±0.15 ^b	0.43±0.03 ^c	26.68±9.49 ^b	5368.00±573.94 ^b	195.67±31.50 ^b	319.33±45.72 ^b
P –Valor		<0.0001	<0.0001	0.0002	0.0014	0.0001	<0.0001	0.0221	0.0002	0.0016	0.0009

Nota. En la tabla 09, se muestra la diferencia estadística significativa $p<0.05$, que existe entre los tratamientos durante los días de evaluación con respecto a su media, para los parámetros de nitrógeno (N), oxido de fosforo(P₂O₅), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na), cobre (Cu), hierro(Fe), zinc(Zn) y manganeso (Mn), en el cuadro también se observa la influencia del tiempo en el incremento y disminución de los macro y micro minerales. 1=Gallinaza+Bagazo de caña; 2=Cuyaza+Bagazo de caña; 3=Vacaza+Bagazo de caña; N(Nitrógeno), oxido de fosforo(P₂O₅), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na), cobre (Cu), hierro (Fe), zinc (Zn) y manganeso (Mn) Letras distintas en la misma columna indican diferencia significativa según la prueba de Tuckey ($p<0.05$) y Prueba de Dunn ($p<0.05$).

4.2.1. Comportamiento del Nitrógeno (N) en el compost con residuos agropecuarios

Figura 8

Comportamiento del nitrógeno (N)

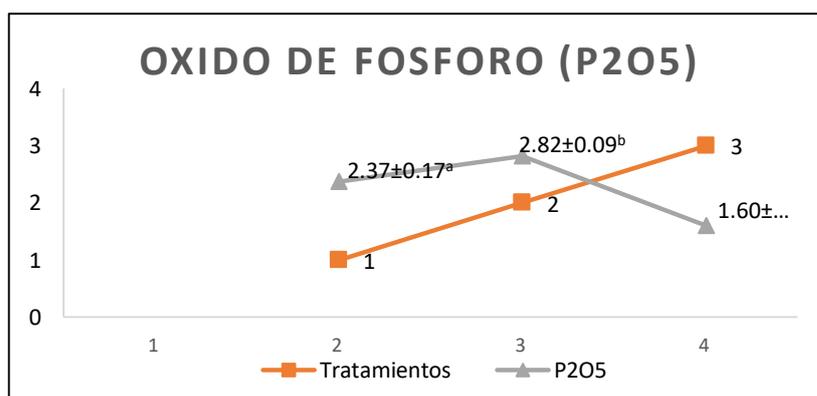


Nota. En la figura 8, se muestra la diferencia estadística significativa $p < 0.05$, que existe entre los tratamientos durante los días de evaluación con respecto a su media, para el parámetro de nitrógeno (N), el T2 (Cuyaza + Bagazo de caña) a los 30 días de evaluación muestra el valor más alto de % nitrógeno (N) en el compost: 2.71% seguido del T1 (Gallinaza + Bagazo de caña), con 2.52% y 1.63% para el tratamiento 3 (Vacaza + Bagazo de caña).

4.2.2. Comportamiento del óxido de fósforo (P_2O_5) en el compost con residuos agropecuarios

Figura 9

Comportamiento del Oxido de fósforo (P_2O_5)

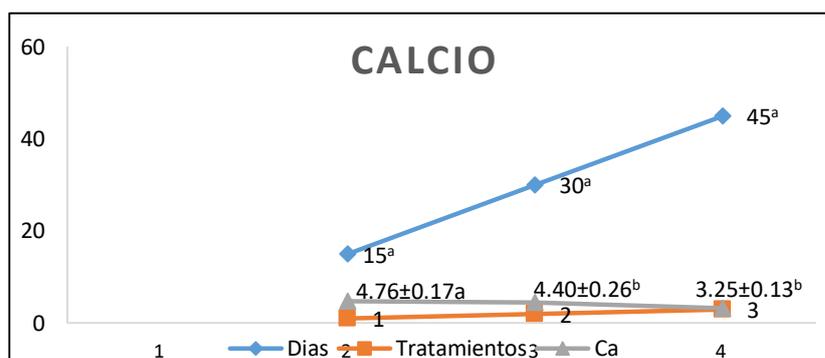


Nota. En la figura 9, se muestra la diferencia estadística significativa $p < 0.05$, que existe entre los tratamientos durante los días de evaluación con respecto a su media, para el parámetro de óxido de fósforo (P_2O_5), en donde el T2 registra un mayor porcentaje con un valor de 2.82% a los 30 días de evaluación, el T3 muestra el porcentaje más bajo con un valor de 1.60% durante los días de evaluación.

4.2.3. Comportamiento del calcio (Ca) en el compost con residuos agropecuarios

Figura 10

Comportamiento del Calcio (Ca)

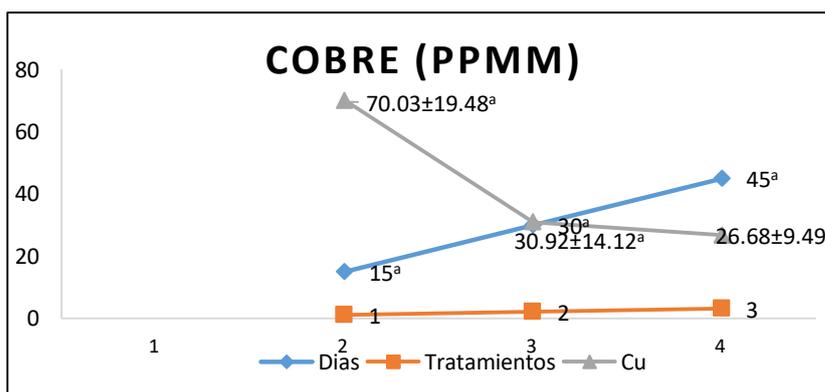


Nota. Se muestra en la figura 10, el comportamiento del calcio en los diferentes tratamientos y días de evaluación obteniendo para el T1 un valor de 4.76%, T2; 4.40% y T3: 3.25%, asimismo se observa que el T1 (Gallinaza + Bagazo de caña), reporta un mayor porcentaje de calcio (Ca) a diferencia del T1 y T2, también se puede observar que no existe diferencia estadística significativa entre los días de evaluación $p>0.05$, pero si entre los tratamientos.

4.2.4. Comportamiento del cobre (Cu) en el compost con residuos agropecuarios

Figura 11

Comportamiento del Cobre (Cu)



Nota. Se muestra en la figura 11, los valores del cobre (Cu) en los diferentes tratamientos y días de evaluación obteniendo para el T1 un valor de 70.03%, T2; 30.92% y T3: 14.12%, en la figura, también se puede observar que el T1 (Gallinaza + Bagazo de caña), obtuvo mayores valores de cobre, también se puede observar que no existe diferencia estadística significativa entre los tratamientos y los días de evaluación $p>0.05$.

4.3. De la Caracterización Inicial de los Residuos Agropecuarios

Tabla 10

Caracterización química del compost orgánico elaborado con residuos agropecuarios en pilas de compostaje

Residuo Orgánico	Humedad %	Materia Seca %	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
Gallinaza	10.79	89.21	2.4	2.18	4.22	0.85	3.29	0.27	38.00	2575	413	513
Cuyaza	23.49	76.51	2.62	2.72	3.06	0.95	2.38	0.64	13.00	2205	105	182
Vacaza	67.61	32.39	1.57	1.52	3.24	0.73	2.00	0.39	17.00	4686	160	278
Bagazo de Caña	58.18	41.82	1.85	1.83	0.54	0.445	0.828	0.041	3.00	1382	40.0	18.0

Nota. Humedad (H), Materia Seca (MS), N(Nitrógeno), oxido de fosforo(P₂O₅), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na), cobre (Cu), hierro (Fe), zinc (Zn) y manganeso (Mn).

En la tabla 10, se puede observar los valores de la caracterización fisicoquímica de los residuos orgánicos agropecuarios utilizados para la elaboración del compost; La gallinaza reporta valores de: Humedad (H); 19.79% Materia Seca (MS); 89.21% Nitrógeno (N); 2.4%, oxido de fosforo (P₂O₅); 2.18%, calcio (Ca);4.22%, magnesio (Mg);0.85%, potasio (K);3.29%, sodio (Na);0.27%, cobre (Cu); 38ppm, hierro (Fe);2575 ppm, zinc (Zn);413ppm y manganeso (Mn);513ppm.

Así mismo la Cuyaza reporta valores de Humedad (H); 23.49%, Materia Seca (MS); 76.51%, Nitrógeno (N); 2.62%, oxido de fosforo (P₂O₅); 2.72%, calcio (Ca);3.06%, magnesio (Mg);0.95%, potasio (K);3.38%, sodio (Na);0.64%, cobre (Cu); 13ppm, hierro (Fe);2205 ppm, zinc (Zn);105 ppm y manganeso (Mn);513ppm.

La Vacaza; Humedad (H); 67.61%, Materia Seca (MS); 32.39%, Nitrógeno (N); 1.57%, oxido de fosforo (P₂O₅); 1.52%, calcio (Ca);3.29%, magnesio (Mg);0.73%, potasio (K);2.00%, sodio (Na);0.39%, cobre (Cu); 17ppm, hierro (Fe);4686 ppm, zinc (Zn);160 ppm y manganeso (Mn);278ppm.

También en la tabla 10, se puede observar que la Cuyaza reporta los valores más altos en su contenido de nitrógeno (N);2.62%, Oxido de fosforo(P₂O₅);2.72%, Magnesio (Mg); 0.95% y Sodio (Na); 0.64%, la gallinaza reporta los valores más altos en calcio (Ca) y potasio ((K); 4.22% y 3.29% respectivamente, también en cobre (Cu);38ppm, zinc (Zn):431ppm y manganeso (Mn);513ppm. La Vacaza reporta sus valores más alto en cuanto al contenido de macro y macrominerales en calcio (Ca); 3.24%, sodio (Na); 0.39%, cobre (Cu); 17ppm, hierro (Fe); 4686 y Zinc (Zn); 160ppm. El cuadro también muestra, la caracterización química del bagazo de caña; Humedad (H); 58.18%, Materia Seca (MS); 41.82%, Nitrógeno (N); 1.85%, oxido de fosforo (P₂O₅); 1.83%, calcio (Ca);0.54%, magnesio (Mg);0.445%, potasio (K);0.828%, sodio (Na);0.041%, cobre (Cu); 3.0ppm, hierro (Fe);1382 ppm, zinc (Zn);40 ppm y manganeso (Mn);18ppm.

4.4 Contrastación de la prueba de hipótesis

4.4.1. Contrastación de la hipótesis general y específica

De acuerdo a la naturaleza de la investigación se plantearon las pruebas a realizarse en la investigación que buscaba analizar si más de dos grupos difieren significativamente entre sí, en cuanto a sus medias y varianzas, por se optó por el uso de la herramienta estadística; Análisis de varianza unidireccional o de un factor (ANOVA), para variables dependientes cuantitativas.

Luego para comparar las medias se utilizó la prueba de Tuckey con un nivel confianza de 95% (STEEL y TORRIE 1988). Las escalas fueron de razón para las variables cuantitativas (parámetros físicos y químicos).

Se realizó la prueba de normalidad por el test conocido como Shapiro – Wilk (ver anexo), el cual muestra que existe una distribución normal para las variables de; Humedad (H), Materia Seca (MS), N(Nitrógeno), oxido de fosforo(P_2O_5), calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), sodio (Na), cobre (Cu), hierro (Fe), zinc (Zn) y manganeso (Mn), también para MOBH=Materia Orgánica Base Húmeda; CBH=Ceniza Base Húmeda; MOBS=Materia orgánica base seca; CBS=Ceniza base seca

Los análisis del ANOVA, fueron los siguientes:

Tabla 11

Contrastación de la hipótesis investigación para datos de distribución normal con análisis de varianza unidireccional o de un factor (ANOVA)

Hipótesis	F – Calculado	Valor Critico para F	Decisión
Hipótesis General	0.0001	1.96	Acepto la H_0
Hipótesis Especifica 1	0.0001	1.96	Acepto la H_0
Hipótesis Especifica 2	0.0001	1.96	Acepto la H_0

Nota. F calculado y $F_{critico}$.

➤ Si $F_{calculado} < F_{critico}$: Acepto la hipótesis (H_0)

➤ Si $F_{\text{calculado}} > F_{\text{critico}}$: Rechazo la hipótesis (H_0)

Hipótesis general

H_0 = Menciona que los valores medibles de los factores del tiempo de producción y los valores de los parámetros físicos y químicos nutricionales analizados en el laboratorio determinan la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), Vacaza, gallinaza y Cuyaza; en el distrito de Pilco Marca, provincia y departamento de Huánuco, como se observa en la tabla 11; el $F_{\text{calculado}} = 0.0001$ es menor que el $F_{\text{critico}} = 1.96$, por lo tanto acepto la hipótesis nula y rechazo la hipótesis alterna.

Hipótesis específicas

H_0 = Aceptamos la hipótesis nula (H_0) debido a que los valores de los parámetros físicos arrojados del análisis de laboratorio determinan la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), Vacaza, gallinaza y Cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco.

H_0 = Aceptamos la hipótesis nula (H_0) debido a que los valores de los parámetros químicos arrojados del análisis de laboratorio determinan la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), Vacaza, gallinaza y Cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco.

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. Parámetros Fisicoquímicos del Compost

En la tabla 8, se observa que el pH para el tratamiento 1 (Gallinaza+Bagazo de caña), tratamiento 2 (Cuyaza+Bagazo de caña) y tratamiento 3 (Vacaza+Bagazo de caña), registraron datos que expresan un comportamiento hacia la neutralidad, tales como: 7.07, 6.62 y 7.01; éstos resultados coinciden ligeramente con lo mencionado por Palma (2016) quien reportó registros para el pH (6.27, 6.30 y 6.37), asimismo para la materia orgánica (46.99%, 47% y 43.33%), este último no coincidiendo con lo registrado en el desarrollo de la tesis, donde se obtuvo 36.18 %, 63.30 % y 57.71 %; para la materia orgánica. Asimismo, se menciona que para el parámetro de pH no se registró diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos; para la materia orgánica entre los tratamientos 2 y 3 a los 30 y 45 días, no existe diferencia estadística significativa ($p < 0.05$); sin embargo, con respecto al tratamiento 1 a los 15 días, sí presentó diferencia estadística significativa ($p > 0.05$).

Para el parámetro de temperatura (T°), en los tratamientos 1 (Gallinaza+Bagazo de caña), tratamiento 2 (Cuyaza+Bagazo de caña) y tratamiento 3 (Vacaza+Bagazo de caña), registraron datos de: 41.43°C, 44.81°C y 37.93°C respectivamente; los cuales no presentan diferencia estadística significativa ($p > 0.05$), estos valores se encuentran dentro del rango óptimo mencionado por Laich (2017), quien indicó que este parámetro es muy importante en el proceso de fabricación de compost orgánico, ya que no deberá exceder los 60°C, para tener un compost orgánico óptimo.

Asimismo, los resultados que obtuvo Zárate (2019), no concuerdan con los datos obtenidos en la tesis; debido a que registró para Gallinaza, Cuyaza y Vacaza; temperaturas de 38°C, 40°C y 43°C.

Sin embargo, Laich (2017), afirma que durante el proceso de descomposición aerobia se registrarán los siguientes valores para el parámetro de temperatura: mesófilo ($T < 45^{\circ}\text{C}$), termófilo ($T > 45^{\circ}\text{C}$) y la fase mesófila (temperatura ambiente), reafirmando que los datos en el proceso de ejecución de la tesis tuvieron los lineamientos correctos en el control y monitoreo en campo.

Para el parámetro de Humedad (H), se reportaron resultados de; 34.56%, 44.94% y 47.06% en los tratamientos 1, 2 y 3; a los 15, 30 y 45 días; no registrando diferencia estadística significativa ($p < 0.05$); entre los tratamientos 2 y 3, sin embargo, el tratamiento 1 a comparación del tratamiento 2 y 3, si presentó diferencia estadística significativa ($p > 0.05$), estos resultados difieren de lo obtenido por Orihuela y Camacho (2017), quienes registraron para el parámetro de humedad (H) a los 30 días, valores (68.75%, 60.83 %, 54.39 % y 52.24 %), a los 60 días (67.58%, 51.39 %, 52.44 % y 48.67 %) y a los 90 días (51.51%, 44.7 %, 34.5 % y 38.25 %).

Por otra parte, Zarate (2019), menciona que los resultados óptimos para la humedad (H), se encuentran entre los rangos desde 70% a 75%; lo cual difieren de los resultados registrados en el proceso experimental de la tesis.

Para el parámetro de Materia Seca (MS), no se registró diferencia estadística significativa ($p < 0.05$), entre los tratamientos 2 y 3, con valores de 55.06% y 52.94%; sin embargo, a comparación con el tratamiento 1; si registró diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) con un valor de 65.44%.

Para el parámetro de Materia Orgánica en Base Húmeda (MOBH), se registró diferencia estadística significativa ($p > 0.05$), entre los tratamientos 1, 2 y 3, con valores de 23.82%, 34.83% y 30.55%; sin embargo, el tratamiento 2 a los 30 días, no se registró diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) con respecto a los tratamientos 1 y 3.

Para el parámetro de Ceniza en Base Húmeda (CBH), no se registró diferencia estadística significativa ($p < 0.05$), entre los tratamientos 1 y 2, con valores de 41.61% y 20.23%; sin embargo, a comparación con el tratamiento 3; si registró diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) con un valor de 22.39%.

Para el parámetro de Ceniza en Base Seca (CBS), no se registró diferencia estadística significativa ($p < 0.05$), entre los tratamientos 1 y 2, con valores de 63.82% y 36.70%; sin embargo, a comparación con el tratamiento 3; si registró diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) con un valor de 42.29%.

Finalmente se concluye, según la mención que realiza García (2019), los rangos óptimos para los parámetros de materia orgánica (MO), están entre 36.98 y 34.20; lo cual reafirma que los resultados obtenidos en la tesis son los correctos los cuales registraron valores desde 36.18 %.

Asimismo, Miraval (2019), concluyó finalmente que los resultados obtenidos en compostajes son en promedio para: pH (8.3), humedad (5.80%), materia orgánica (44.58%), cenizas (55.42%), los cuales difieren de los resultados obtenidos en la tesis; con excepción del parámetro de cenizas, el cual se encuentra entre los rangos que van desde 36.70% a 63.82%.

5.2. Parámetros Físicoquímico del Compost (Macro y Microminerales)

Para el parámetro de nitrógeno (N), el tratamiento 1 (Gallinaza+Bagazo de caña), el tratamiento 2 (Cuyaza+Bagazo de caña) y el tratamiento 3 (Vacaza+Bagazo de caña) a los 15, 30 y 45 días; presentaron valores de concentración, que demuestran un comportamiento ascendente al inicio y descendente al final que van desde 2.52% a 2.71% y 1.63 % respectivamente, presentando diferencia estadística significativa ($p > 0.05$).

Para el parámetro de Óxido de Fósforo (P_2O_5), el tratamiento 1 (Gallinaza+Bagazo de caña), el tratamiento 2 (Cuyaza+Bagazo de caña) y el

tratamiento 3 (Vacaza+Bagazo de caña) a los 15, 30 y 45 días; presentaron valores de concentración, que demuestran un comportamiento ascendente al inicio y descendente al final que van desde 2.37% a 2.82% y 1.60% respectivamente, presentando diferencia estadística significativa ($p>0.05$).

Para el parámetro de Calcio (Ca), el tratamiento 1 (Gallinaza+Bagazo de caña), el tratamiento 2 (Cuyaza+Bagazo de caña) y el tratamiento 3 (Vacaza+Bagazo de caña) a los 15, 30 y 45 días; presentaron valores de concentración, que demuestran un comportamiento descendente desde el inicio hasta el final que van desde 4.76% a 4.40% y 3.25% respectivamente, no presentando diferencia estadística significativa ($p<0.05$) entre los tratamientos 2 y 3; pero si presentó diferencia estadística significativa ($p>0.05$) con el tratamiento 1.

Para el parámetro de Cobre (Cu), el tratamiento 1 (Gallinaza+Bagazo de caña), el tratamiento 2 (Cuyaza+Bagazo de caña) y el tratamiento 3 (Vacaza+Bagazo de caña) a los 15, 30 y 45 días; presentaron valores de concentración, que demuestran un comportamiento descendente desde el inicio hasta el final que van desde 70.03% a 30.92% y 26.68% respectivamente, no presentando diferencia estadística significativa ($p<0.05$) entre los tratamientos 1 y 2; pero si presentó diferencia estadística significativa ($p>0.05$) con el tratamiento 3.

Para el parámetro de Magnesio (Mg), el tratamiento 1 (Gallinaza+Bagazo de caña), el tratamiento 2 (Cuyaza+Bagazo de caña) y el tratamiento 3 (Vacaza+Bagazo de caña) a los 15, 30 y 45 días; presentaron valores de concentración, que demuestran un comportamiento ascendente desde el inicio y luego descendente hasta el final que van desde 0.94% a 1.00% y 0.76% respectivamente, no presentando diferencia estadística significativa ($p<0.05$) entre los tratamientos 2 y 3; pero si presentó diferencia estadística significativa ($p>0.05$) con el tratamiento 1.

Para el parámetro de Potasio (K), el tratamiento 1 (Gallinaza+Bagazo de caña), el tratamiento 2 (Cuyaza+Bagazo de caña) y el tratamiento 3 (Vacaza+Bagazo de caña) a los 15, 30 y 45 días; presentaron valores de concentración, que demuestran un comportamiento descendente desde el

inicio hasta el final que van desde 3.61% a 2.54% y 2.19% respectivamente, no presentando diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos 1 y 2; pero si presentó diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) con el tratamiento 3.

Para el parámetro de Sodio (Na), el tratamiento 1 (Gallinaza+Bagazo de caña), el tratamiento 2 (Cuyaza+Bagazo de caña) y el tratamiento 3 (Vacaza+Bagazo de caña) a los 15, 30 y 45 días; presentaron valores de concentración, que demuestran un comportamiento ascendente al inicio, luego descendente hasta el final que van desde 0.29% a 0.68% y 0.43% respectivamente, presentando diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) entre los tratamientos 1, 2 y 3.

Para el parámetro de Hierro (Fe), el tratamiento 1 (Gallinaza+Bagazo de caña), el tratamiento 2 (Cuyaza+Bagazo de caña) y el tratamiento 3 (Vacaza+Bagazo de caña) a los 15, 30 y 45 días; presentaron valores de concentración, que demuestran un comportamiento ascendente desde el inicio hasta el final, que van desde 2827 ppm a 2844 ppm y 5368 ppm respectivamente, no presentando diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos 1 y 2; pero si presentó diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) con el tratamiento 3.

Para el parámetro de Zinc (Zn), el tratamiento 1 (Gallinaza+Bagazo de caña), el tratamiento 2 (Cuyaza+Bagazo de caña) y el tratamiento 3 (Vacaza+Bagazo de caña) a los 15, 30 y 45 días; presentaron valores de concentración, que demuestran un comportamiento descendente desde el inicio hasta el final que van desde 482.33 ppm a 220.00 ppm y 195.67 ppm respectivamente, no presentando diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos 1 y 2; pero si presentó diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) con el tratamiento 3.

Para el parámetro de Manganeso (Mn), el tratamiento 1 (Gallinaza+Bagazo de caña), el tratamiento 2 (Cuyaza+Bagazo de caña) y el tratamiento 3 (Vacaza+Bagazo de caña) a los 15, 30 y 45 días; presentaron valores de concentración, que demuestran un comportamiento descendente desde el inicio y luego ascendente hasta el final que van desde 551.33 ppm a

254.67 ppm y 319.33 ppm respectivamente, no presentando diferencia estadística significativa ($p < 0.05$) entre los tratamientos 1 y 2; pero si presentó diferencia estadística significativa ($p > 0.05$) con el tratamiento 3.

Finalmente, ante los datos obtenidos como resultado de la ejecución del proyecto de tesis en lo que respecta a los parámetros Macro y Micro minerales; coinciden con lo indicado por los siguientes investigadores:

Palma (2016), también obtuvo valores finales en compost, nitrógeno (0.37 %, 0.33%, 0.43%, 0.30% y 0.37%), fósforo (1.56%, 1.44%, 1.94%, 1.53% y 1.65%), potasio (3.85%, 6.12%, 5.31%, 3.81% y 4.10%) y relación C/N (73.48, 70.57, 63.61, 83.14 y 69.77) respectivamente; indicando que los mejores tratamientos fueron con estiércol de borrego y vacaza.

Asimismo, Virginia (2016), obtuvo un alto contenido promedio de carbono (C), 354,6%, fósforo (P), 3,32%, y menor contenido de potasio (K), 18,92%. Asimismo, el compostaje en las pilas con remoción de riegos periódicos, incrementó ($p < 0.05$) el contenido de fósforo (P), 19,7% y Magnesio (Mg), 5,33%. Mientras que las demás propiedades como carbono (C), fósforo (P), nitrógeno (N), calcio (Ca), potasio (K), zinc (Zn), cobre (Cu), manganeso (Mn), hierro (Fe) y boro (B) no hubo diferencia estadística significativa entre las pilas de compostaje pilas.

También, Bravo et al., (2017), concluyeron que el compost obtenido presentó: relación carbono nitrógeno (C/N) en 12.5. Se constató además la presencia de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) con valores de 1%; 1,3%; 1%,1%; 2% y 1,1 % respectivamente. Finalmente afirmaron que el compost muestra una composición adecuada para ser empleado como abono orgánico en la agricultura.

De tal manera García (2019), aportó lo siguientes valores en sus tratamientos: para el sodio (Na), 0.19% y 1.01%; potasio (K), 3.52% y 5.57%; magnesio (Mg), 0.44% y 0.47%; cobre (Cu), 31.70% y 27.80%; zinc (Zn), 54.45% y 57.54%; cadmio (Cd), 1.50% y 1.54% y plomo (Pb), 5.20 y 6.50 respectivamente.

Rafael (2015), registró para nitrógeno (2.87%), fósforo (3.26%) y potasio (2.91%); y micro elementos hierro (5665 ppm), manganeso (506 ppm), boro (104 ppm), cobre (103 ppm) y zinc (333 ppm).

Orihuela y Camacho (2017), Obtuvieron para nitrógeno (N) a los 30 días valores (2.65, 1.71, 2.2 y 1.64 ppm), a los 60 días (2.42, 1.76, 1.84 y 1.9 ppm) y a los 90 días (2.06, 1.53, 1.71 y 1.78 ppm) respectivamente para pilas de compostaje de Gallinaza.

Y Miraval (2019), concluyó finalmente que los resultados promedios obtenidos en pilas de compostaje con Vacaza; para el óxido de fósforo (0.162%), calcio (6.8%), magnesio (2.43%), potasio (1.13%) y sodio (1.36%).

5.3. Parámetros De la Caracterización Inicial de los Residuos Agropecuarios

En la tabla 10, se observan los valores de la caracterización inicial para la gallinaza; registrando valores de humedad (H-10.79%), materia orgánica seca (MOS-89.21%), nitrógeno (N-2.4%), óxido de fósforo (P_2O_5 -2.18%), calcio (Ca-4.22%), magnesio (Mg-0.85 %), potasio (k-3.29%), sodio (Na-0.27%), Cobre (Cu-38 ppm), Hierro (Fe-2575 ppm), Zinc (Zn-413 ppm) y Manganeso (Mn-513 ppm); estos resultados no coinciden con lo obtenido por Estrada (2005), para la humedad (H) de 57.8%, cenizas (C) de 23.7%, potasio (K) en 1.9%, carbono orgánico (CO) de 19.8%, materia orgánica (MO) en 34.1%, nitrógeno (N) de 3.2%, relación carbono/nitrógeno (C/N) de 6.2 y fósforo (P) en 7.39 (P_2O_5); asimismo definió que la gallinaza es el más rico en elementos nutrimentales, como el nitrógeno y fósforo.

Para la cuyaza se registraron valores de la caracterización inicial de humedad (H-23.49%), materia orgánica seca (MOS-76.51%), nitrógeno (N-2.62%), óxido de fósforo (P_2O_5 -2.72%), calcio (Ca-3.06%), magnesio (Mg-0.95 %), potasio (k-2.38%), sodio (Na-0.64%), Cobre (Cu-13 ppm), Hierro (Fe-2205 ppm), Zinc (Zn-105 ppm) y Manganeso (Mn-182 ppm); estos valores no coinciden con lo mencionado por Estrada (2005), que obtuvo para materia seca (MS) en 14%, nitrógeno (N) en 0.6%, fósforo (P) en 1.7%, potasio (K) en

0.2% calcio (Ca) en 0.6% y magnesio (Mg) en 0.2%, valores óptimos para el proceso aerobio de degradación en la formación del compost orgánico.

Para la vacaza se registraron valores de la caracterización inicial de humedad (H-67.61%), materia orgánica seca (MOS-32.39%), nitrógeno (N-1.57%), óxido de fósforo (P_2O_5 -1.52%), calcio (Ca-3.24%), magnesio (Mg-0.73 %), potasio (k-2.00%), sodio (Na-0.39%), Cobre (Cu-17 ppm), Hierro (Fe-4686 ppm), Zinc (Zn-160 ppm) y Manganeso (Mn-278 ppm); estos valores no coinciden con lo mencionado por Pedraza (1986), quien obtuvo valores de composición física y química de la vacaza que posee; 12% en materia seca, 15 % de ceniza, 2% de nitrógeno (N), 0,4% de fósforo (P), 1,2% de potasio (K) y 1,1% de calcio (Ca); valores que son idóneos para la elaboración de compost orgánico y fertilizante de las plantas.

Para el Bagazo de caña de azúcar se registraron valores de la caracterización inicial de humedad (H-58.18%), materia orgánica seca (MOS-41.82%), nitrógeno (N-1.85%), óxido de fósforo (P_2O_5 -1.83%), calcio (Ca-0.54%), magnesio (Mg-0.445%), potasio (k-0.828%), sodio (Na-0.041%), Cobre (Cu-3 ppm), Hierro (Fe-1382 ppm), Zinc (Zn-40 ppm) y Manganeso (Mn-18 ppm).

CONCLUSIONES

Concluida todas las etapas metodológicas de la investigación que tuvo como finalidad la elaboración de un compost orgánico de óptima calidad, a partir de 03 tratamientos (Gallinaza+Bagazo de caña); (Cuyaza+Bagazo de caña) y (Vacaza+Bagazo de caña), mediante el uso de pilas de compostaje en un tiempo de retención de 15, 30 y 45 días; se concluyó:

- Para el objetivo general

Al evaluar los valores medibles de los factores del tiempo de producción y los valores de los parámetros físicos y químicos nutricionales analizados en laboratorio para determinar la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, se concluye que los 03 tratamientos; presentan óptimos resultados en la composición de macro y micro minerales:

Para nitrógeno (N), 2.52% a 2.71% y 1.63; Óxido de Fósforo (P_2O_5), 2.37% a 2.82% y 1.60%; Calcio (Ca), 4.76% a 4.40% y 3.25%; Cobre (Cu), 70.03% a 30.92% y 26.68%; Potasio (K), 3.61% a 2.54% y 2.19%; Magnesio (Mg), 0.94% a 1.00% y 0.76%; Sodio (Na), 0.29% a 0.68% y 0.43%; Hierro (Fe), 2827 ppm a 2844 ppm y 5368 ppm; Zinc (Zn), 482.33 ppm a 220.00 ppm y 195.67 ppm y Manganeso (Mn), 551.33 ppm a 254.67 ppm y 319.33 ppm.

Finalmente, el compost de mejor calidad es el del tratamiento 3, debido a sus altas concentraciones de Nitrógeno (N) y Óxido de Fósforo (P_2O_5).

- Para los objetivos específicos

Respecto al objetivo específico 1:

Se midieron los valores del tiempo de producción para determinar la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, concluyéndose que el tiempo de medición fue de 15, 30 y 45 días; para los 3 tratamientos, dentro de los cuales el tratamiento 3 (Vacaza más Bagazo de caña d azúcar), resaltó con una mayor concentración de sus parámetros macro y microminerales a los 45 días; con las siguientes concentraciones en: Nitrógeno (N), 1.63 %; Óxido de Fósforo (P_2O_5), 1.60 %; Calcio (Ca), 3.25%; Magnesio (Mg), 0.76%; Potasio (K), 2.19%; Sodio (Na), 0.43%; Cobre (Cu), 26.68 ppm; Hierro (Fe), 5368 ppm; Zinc (Zn), 195.67 ppm y Manganeso (Mn), 319.33 ppm.

Respecto al objetivo específico 2:

Se analizaron los valores de los parámetros físicos arrojados del análisis de laboratorio para determinar la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco, donde el tratamiento 3 registró valores óptimos, como: Temperatura (37,93 °C), pH (7,01), Humedad (47,06%), Materia Seca (52,94%), Materia Orgánica en Base Húmeda (30,55%), Ceniza Base Húmeda (22,39%), Materia Orgánica en Base Seca (57,71%) y Ceniza en Base Seca (42,29 ppm) en el periodo de retención para la elaboración del compost orgánico.

Respecto al objetivo específico 3:

Se analizaron los valores de los parámetros químicos nutricionales arrojados del análisis de laboratorio para determinar la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (*Saccharum spp*), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco;

don del tratamiento 3 resaltó por sus óptimos valores en la composición del compost orgánico: para el nitrógeno (N), 2.52% a 2.71% y 1.63; Óxido de Fósforo (P_2O_5), 2.37% a 2.82% y 1.60%; Calcio (Ca), 4.76% a 4.40% y 3.25%; Cobre (Cu), 70.03% a 30.92% y 26.68%; Potasio (K), 3.61% a 2.54% y 2.19%; Magnesio (Mg), 0.94% a 1.00% y 0.76%; Sodio (Na), 0.29% a 0.68% y 0.43%; Hierro (Fe), 2827 ppm a 2844 ppm y 5368 ppm; Zinc (Zn), 482.33 ppm a 220.00 ppm y 195.67 ppm y Manganeso (Mn), 551.33 ppm a 254.67 ppm y 319.33 ppm.

RECOMENDACIONES

Si en algún momento realizan investigaciones similares a la del proyecto ejecutado, se recomienda lo siguiente para las siguientes áreas:

Alumnos de Pregrado

- El tamaño óptimo para el uso del bagazo de caña de azúcar en pilas compostaje, deberá tener la medida menor a los 3cm, con la finalidad de mejorar el proceso de descomposición aerobia.
- Utilizar otro tipo de metodologías, tratamientos, aumentar el número de repeticiones, basándose en la disponibilidad del residuo y su composición orgánica.
- Realizar la aplicación del compost obtenido en parcelas de prueba y evaluar insitu, la productividad de las especies vegetales.
- Proponer un plan de segregación de este tipo de residuos orgánicos para poder mejorar la gestión de disponibilidad de los mismos y su aplicación en tecnologías verdes, y así apoyar en la productividad de los suelos agrícolas.

Docentes Universitarios

- Orientar a los alumnos universitarios a la investigación constante, para la creación de nuevas opciones de reaprovechamiento de residuos orgánicos; y ejecutarlos en los diferentes sectores: agricultura, descontaminación de aguas residuales, controles ambientales, suelos, entre otros.

Universidades

- Crear programas de investigación con incentivos de becas estudiantiles, para perfeccionar la metodología de investigación en los alumnos que egresan de la universidad.
- Destinar presupuestos para la creación de laboratorios implementados y equipados al 100 %, facilitando la investigación universitaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almazán, O. (2012). La energía y los biocombustibles de segunda generación. Conferencia Magistral. Universidad Federal de Itajubá, Minas Gerais, Brasil.
- Álvarez de la Puente, J. (2015). Manual de compostaje para la agricultura ecológica. Consejería de agricultura y pesca. Junta de Andalucía. España.
- Ambiente y Desarrollo (2019). Prácticas y usos de los residuos pecuarios de productores familiares en un valle de la Patagonia Argentina. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Argentina.
- APROLAB (2007). (Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú Capacítate Perú). Manual para la producción de compost con microorganismos eficaces. Lima. Perú.22 p.
- Barrena, R. (2006). Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Manual de producción de compost. Barcelona, España
- Barres, T. (2012). Producción y consumos sostenibles y residuos agrarios. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Gobierno de España.
- Bravo, E., Andrade, A., Suarez, M., Cueto, O., y Figal, G. (2010). Propiedades de un compost obtenido a partir de residuos de la producción de azúcar de caña. Universidad Central Marta Abreu de las Villas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.
- Bueno, P.; Díaz, M.; y Cabera, F.; (2008). Factores de que afectan al proceso de compostaje. Universidad de Huelva, Sevilla. España.
- Campitelli, A. (2010). Calidad de compost y semi compuestos para su uso como enmiendas orgánicas en suelos agrícolas, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina.

- CCA. (2014); (Comisión para la Cooperación Ambiental). La quema de residuos agrícolas: Fuente de dioxinas.
- Chávez, A.; Rodríguez, A (2016). Aprovechamiento de residuos orgánicos agrícolas y forestales en Iberoamérica. Universidad Militar Nueva Granada, Colombia.
- Córdoba, F. (2016). Propuesta de mejora del proceso de compostaje de los residuos orgánicos, generados en la actividad minera empleando microorganismos eficientes. Unidad minera del sur. Universidad Nacional de San Agustín Arequipa, Arequipa, Perú.
- Damián, L. (2018). Aplicación de tres tratamientos aceleradores para la elaboración de compost de residuos del mercado los cedros, distrito de Chorrillos, 2018. Universidad Cesar Vallejo, Lima, Perú.
- Estrada, G. (2017). Factores que afectan el buen desarrollo del compostaje de mortalidad porcina. Universidad de Sao Paulo. Brasil.
- Estrada, M. (2005). Manejo y procesamiento de la gallinaza. Revista Lasallista de Investigación, vol. 2, núm. 1, enero-junio, pp.43-48. Antioquía. Colombia.
- EVAP. (2019). Evaluación Ambiental Preliminar. Nueva línea de transmisión 60kv balnearios- Barranco.
- FAO. (2012). Manual de Compostaje del Agricultor. Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- García, C. (2019). Obtención de compost mediante la biotransformación de residuos de mercados agropecuarios. Instituto de Educación Superior Cuba.
- Generalitat, V. (2012). Residuos agropecuarios. Conselleria de Infraestructuras, Territorio y Medio Ambiente, España.

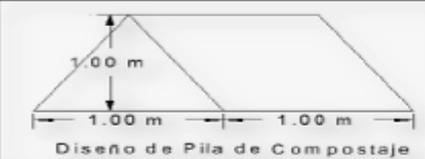
- Gordillo. F.; Chávez. E.; (2013). Evaluación comparativa de la calidad del compost producido a partir de diferentes combinaciones de desechos agroindustriales azucareros. Guayaquil. Ecuador.
- Hernández S; Fernández C; y Baptista, L. (2010). Metodología de la Investigación. México: Interamericana Editores, S.A. de C.V.
- Hernández, R.; Romero, N.; Guadarrama, R.; Mieres, G. (1985). Estudio de los componentes extraños del bagazo. ICIDCA, Vol.19, N°.2.
- Hernández, R.; Terrocal, H.; Rivera, A.; y Barrios, O. (2005). Calidad nutrimental de cuatro abonos orgánicos producidos a partir de residuos vegetales y pecuarios. Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. Chapingo, México.
- Huamán, V. (2018). Caracterización nutricional de abonos orgánicos compostados con residuos agropecuarios. Universidad Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.
- Inga, J. (2018). Eficiencia del tratamiento de residuos orgánicos pecuarios en composteras, mediante microorganismos eficientes presentes en la col china, Huánuco, Perú.
- Laich, F. (2017). El papel de los microorganismos en el proceso de compostaje. Fertilidad y Calidad del suelo, p.3-6.
- Martinez, E. (2005). Efecto de compost elaborada a base de gallinaza sobre la producción de tomate en invernadero. Universidad Autónoma Agraria. Buenavista. México.
- MINAGRI (2013). (Principales Aspectos de la Cadena Agro productiva). Dirección General de Competitividad Agraria.
- Miraval, A. (2019). Elaboración de compost utilizando materia orgánica de cocina y estiércol de vacuno en la granja ecológica lindero, Tomayquichua
, Ambo, Huánuco.

- Orihuela, R.; y Camacho, J.; (2019). Influencia del tiempo y del estiércol de gallina en la concentración de nitrógeno del compostaje obtenido por los residuos sólidos orgánicos del mercado Hermelinda, Trujillo - Perú.
- Palma, D. (2016). Uso de residuos de la agroindustria de la caña de azúcar (*Saccharum spp.*) para elaborar abonos orgánicos. Conacyt. Índice de revistas mexicanas. Agro Productividad.
- Pedraza, C. (1985). Manejo y propiedades del estiércol de lechería, pp.56-60.
- Pedreño, N.; Herrero, M.; Lucas, G.; y Beneyto; M. (1995). Residuos orgánicos y agricultura. Universidad de Alicante. Murcia. España.
- Puerta, S. (2004). Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos. Universidad Lasallista. España. Quito-Ecuador”: Fundación para el desarrollo Agropecuario.
- Rafael, A. (2016). Efecto de la aplicación de abono orgánico de cuyaza composteado y sin compostear en la producción del pasto King grass morado (*Penissetum purpureum x penissetum typhoides*), Tingo María, Perú.
- Rafael, M. (2015). Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga, Huancayo, Perú.
- Rivero y *et al.*, 2015. Manual para la elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos. Organización Panamericana de la Salud.
- Rodríguez, C. (2002). Residuos ganaderos. Cursos de Introducción a la Producción Animal. Universidad Nacional de Río Cuarto. Córdoba, Argentina.
- Rojas, R. (2015). Efecto de abonos orgánicos en el rendimiento y composición química de la quinua (*Chenopodium quinoa w.*) variedad Hualhuas, en el distrito de Huando, región Huancavelica. Perú.

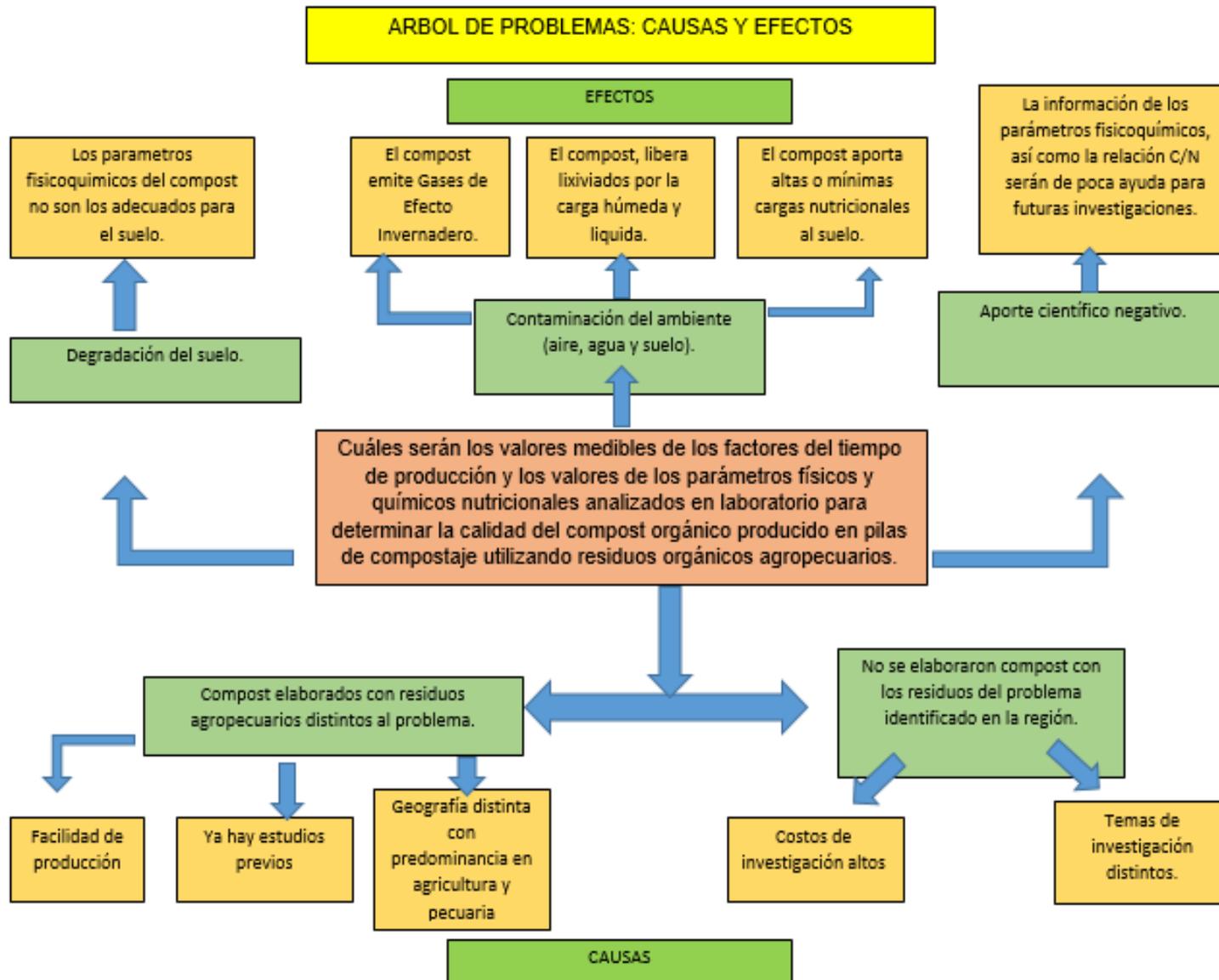
- Salazar, J. (2017). Propuesta de un programa de manejo de residuos sólidos en la estación experimental del instituto de investigaciones de la amazonia peruana. Universidad Agraria de la Selva. Tingo María. Perú.
- Souza, O.; Emiliano, I. (2006). Aprovechamiento de los residuos agropecuarios tratados con úrea en la alimentación animal.
- Suquilanda, M. (2006). "Agricultura orgánica alternativa tecnológica del futuro.
- Sztern, D. (2008). Manual para la Elaboración de Compost Bases Conceptuales y Procedimientos. Organización Panamericana de la Salud Organización Mundial de la Salud. Presidencia de la República Oficina de Planeamiento y Presupuesto. Unidad de Desarrollo Municipal.
- Tortora, G., Funke, B., y Case; C. (2007). Introducción a la Microbiología. Buenos Aires, Argentina: Médica Panamericana.
- Unión Europea, (2012). Gestión Integral de Residuos Ganaderos como Fertilizantes.
- Virginia, M.; Paterlini, H.; y Picone, L. Calidad de la cama de pollo fresca y compostada. Ciencia del Suelo. Asociación Argentina Ciencia del Suelo. Argentina.
- Zarate, R. (2019). Mejoramiento del compost mediante la adición de estiércol de vacuno y de cuy para la disminución de la concentración de metales pesados en el CEPASC, Concepción, Huancayo, 2018, Perú.

ANEXOS

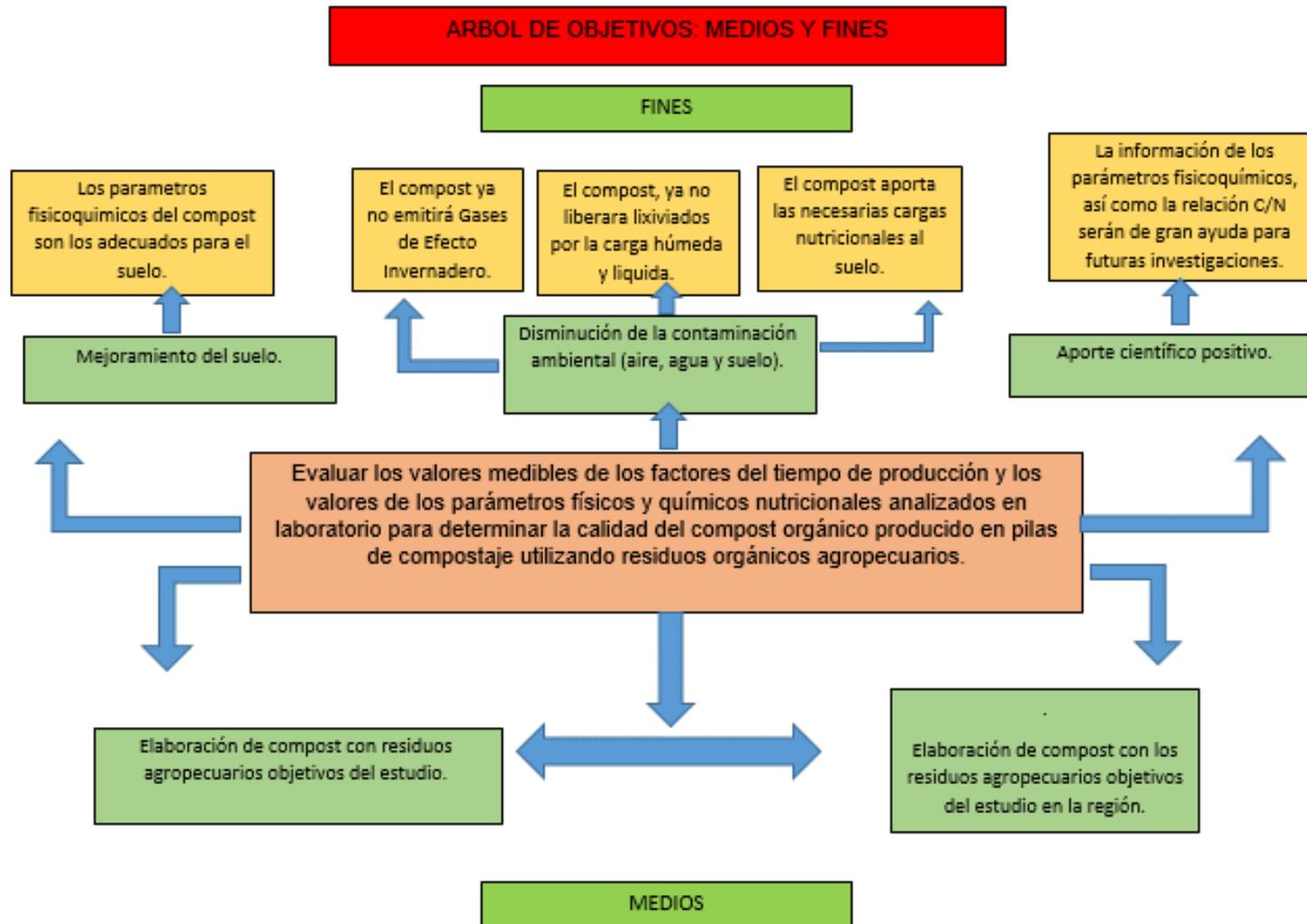
Anexo 01. Matriz de Consistencia del Proyecto de Tesis

Proyecto: "Determinación de la calidad de compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (<i>Saccharum spp.</i>), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillico marca región Huánuco-Perú-2020-2021"					
Tesis: Bach. Junior Mejía Paulino					
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLES	DISEÑO	POBLACIÓN Y MUESTRA
PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPOTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE		POBLACIÓN
¿Cuáles serán los valores medibles de los factores del tiempo de producción y los valores de los parámetros físicos y químicos nutricionales analizados en laboratorio para determinar la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (<i>Saccharum spp.</i>), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillico Marca, provincia y departamento de Huánuco?	Evaluar los valores medibles de los factores del tiempo de producción y los valores de los parámetros físicos y químicos nutricionales analizados en laboratorio para determinar la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (<i>Saccharum spp.</i>), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillico Marca, provincia y departamento de Huánuco.	<p>Ha = Los valores medibles de los factores del tiempo de producción y los valores de los parámetros físicos y químicos nutricionales analizados en el laboratorio determinan la calidad del compost orgánico.</p> <p>Ho = Los valores medibles de los factores del tiempo de producción y los valores de los parámetros físicos y químicos nutricionales analizados en el laboratorio no determinan la calidad del compost.</p>	Compost orgánico	 <p>Diseño de flujo del proceso de elaboración de compost orgánico</p>	La población del proyecto de investigación es finita, generando un total de 10.802 m ³ de residuos agrarios y de los productores de carne de la región Huánuco que se encuentra por 60.450 m ³ de residuos pecuarios por mes
PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	HIPOTESIS ESPECÍFICAS	VARIABLES INDEPENDIENTES		MUESTRA
¿Cuáles serán los valores medibles del tiempo de producción para determinar la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (<i>Saccharum spp.</i>), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillico Marca, provincia y departamento de Huánuco?	Medir los valores del tiempo de producción para determinar la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (<i>Saccharum spp.</i>), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillico Marca, provincia y departamento de Huánuco.	<p>Ha = Los valores del tiempo de producción determinan la calidad del compost orgánico.</p> <p>Ho = Los valores del tiempo de producción no determinan la calidad del compost orgánico.</p>		<p>Diseño: Experimental Puro y se utilizara un DCA</p>	<p>Se trabajará con residuos agropecuarios en sus respectivos tratamientos (03) y repeticiones (03), cada pila de compostaje tendrá 100 kg, haciendo un total de 900 kg de residuos orgánicos agropecuarios de muestra necesarios.</p> <p>La relación que se utilizará será de 1:3: es decir que por cada 25 kg de bagazo de caña de azúcar, se utilizará 75 kg de residuo pecuario (vacaza, gallinaza y cuyaza).</p> <p>T1: 25 Kg Bagazo + 75 Kg vacaza T2: 25 Kg Bagazo + 75 Kg gallinaza T3: 25 Kg Bagazo + 75 Kg cuyaza Las muestras para el análisis de Laboratorio serán de 2Kg por cada pila de compost, haciendo un total 18 kg. Tomando en cuenta las muestras pilotos por cada tratamiento, serían un total de 24 kg de muestras para análisis en laboratorio.</p>
¿Cuáles serán los valores de los parámetros físicos analizados en laboratorio para determinar la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (<i>Saccharum spp.</i>), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillico Marca, provincia y departamento de Huánuco?	Analizar los valores de los parámetros físicos arrojados del análisis de laboratorio para determinar la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (<i>Saccharum spp.</i>), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillico Marca, provincia y departamento de Huánuco	<p>Ha = Los valores de los parámetros físicos arrojados del análisis de laboratorio determinan la calidad del compost orgánico.</p> <p>Ho = Los valores de los parámetros físicos arrojados del análisis de laboratorio no determinan la calidad del compost orgánico.</p>	Residuos orgánicos agropecuarios: Agrícola: Bagazo de caña de azúcar (<i>Saccharum spp.</i>) Pecuario: Vacaza, gallinaza y cuyaza.	 <p>Diseño de Pila de Compostaje</p>	
¿Cuáles serán los valores de los parámetros químicos nutricionales analizados en laboratorio para determinar la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (<i>Saccharum spp.</i>), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillico Marca, provincia y departamento de Huánuco?	Analizar los valores de los parámetros químicos nutricionales arrojados del análisis de laboratorio para determinar la calidad del compost orgánico producido en pilas de compostaje utilizando residuos orgánicos agropecuarios: bagazo de caña de azúcar (<i>Saccharum spp.</i>), vacaza, gallinaza y cuyaza; en el distrito de Pillico Marca, provincia y departamento de Huánuco	<p>Ha = Los valores de los parámetros químicos nutricionales arrojados del análisis de laboratorio determinan la calidad del compost orgánico.</p> <p>Ho = Los valores de los parámetros químicos nutricionales arrojados del análisis de laboratorio no determinan la calidad del compost orgánico.</p>		<p>Diseño de pila de compostaje para T1, T2 y T3, con sus repeticiones R1, R2 y R3</p>	

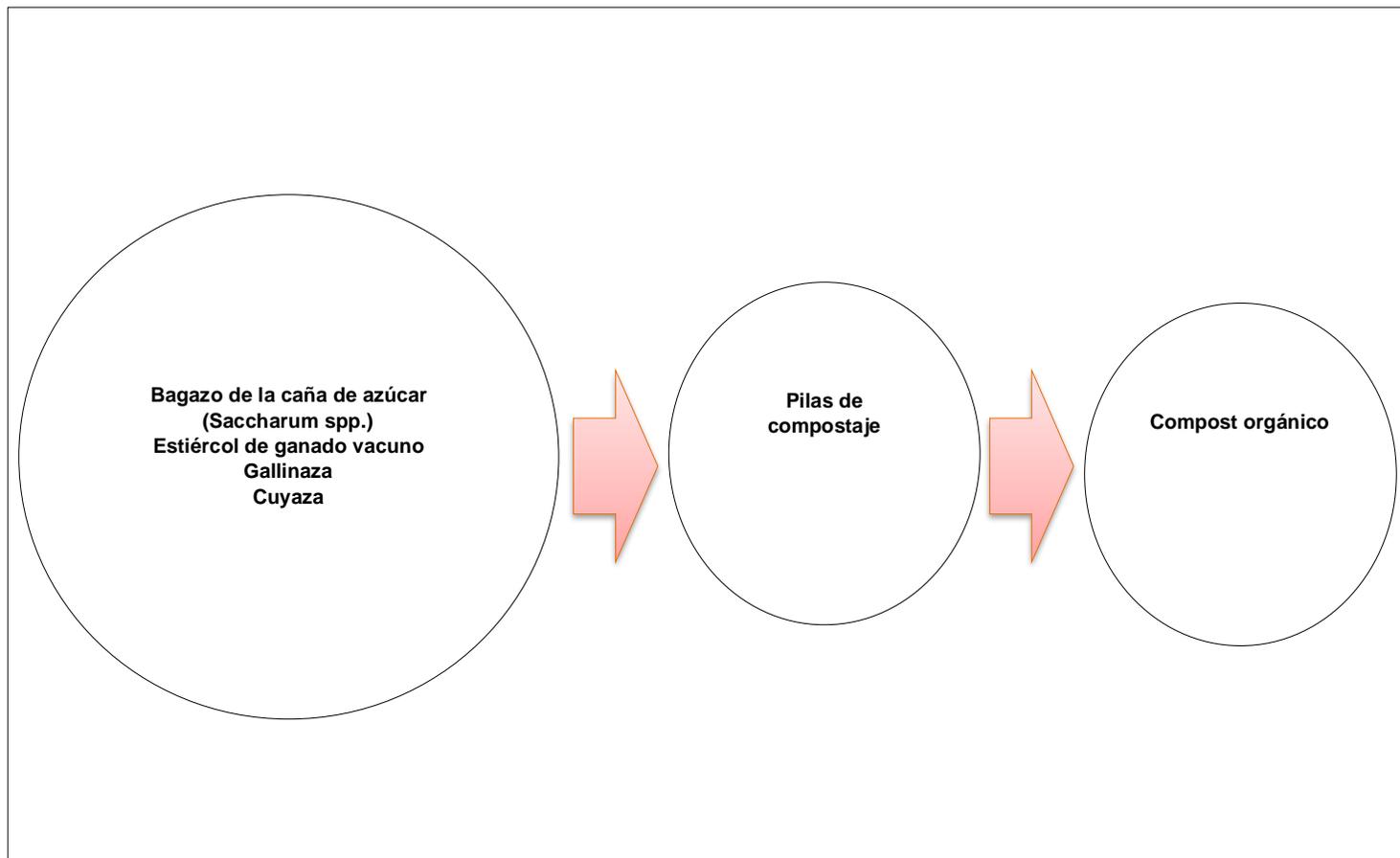
Anexo 02. Árbol de Causas y Efectos



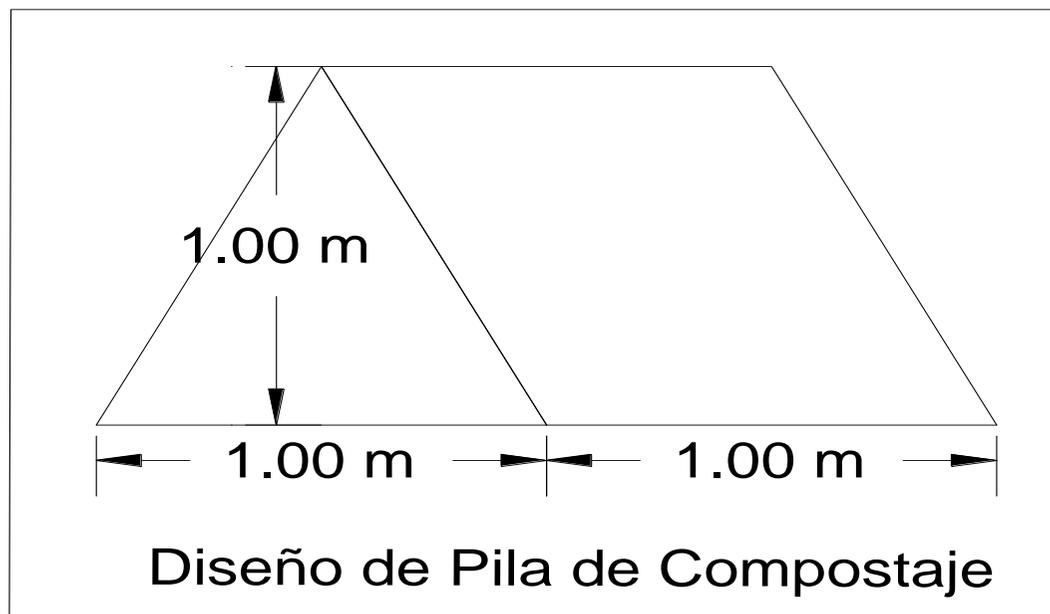
Anexo 03. Árbol de Medios y Fines



Anexo 04. Diseño de flujo del proceso de elaboración de compost orgánico



Anexo 05. Diseño de pila de compostaje para T1, T2 y T3, con sus repeticiones R1, R2 y R3



Anexo 07. Carta de aceptación



UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL

"Año de la Universalización de la Salud"

Huánuco, 10 de setiembre de 2020

Señora:

Mg. Bertha CAMPOS RIOS
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERIA
UNIVERSIDAD DE HUANUCO, HUANUCO

Por la presente reciba un afectuoso saludo, a través del presente me permito comunicar a usted que he aceptado dirigir la Tesis del Bachiller JUNIOR MEJIA PAULINO con número de código 2012101541, cuyo título es "EVALUACION DE LA CALIDAD DE COMPOST ORGANICO PRODUCIDO POR BAGAZO CAÑA DE AZUCAR, GALLINAZA Y CUYAZA, HUANUCO - 2020".

Yo, docente: Edú Sony Chávez Fernández, Magíster, en Ingeniería, ante vuestra Decanatura comunico mi aceptación formal a cumplir las funciones de asesor de tesis, comprometiéndome a cumplir las normas reglamentarias y legales pertinentes, en señal de las cuales firmo.

Ing. Mg. Edú Sony Chávez Fernández
DNI 22512974
Revisor de Tesis

Anexo 08. Resolución de Aprobación del proyecto de trabajo de investigación.

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 870-2020-D-FI-UDH

Huánuco, 14 de diciembre de 2020

Visto, el Oficio N° 418-2020-C-PAIA-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) titulado "DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE COMPOST ORGÁNICO PRODUCIDO EN PILAS DE COMPOSTAJE, UTILIZANDO RESIDUOS ORGÁNICOS AGROPECUARIOS: BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*), VACAZA, GALLINAZA Y CUYAZA; EN EL DISTRITO DE PILLCO MARCA REGIÓN HUÁNUCO - PERÚ - 2020-2021", presentado por el (la) Bach. Junior, MEJIA PAULINO.

CONSIDERANDO:

Que, según mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo n° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 467-2020-D-FI-UDH, de fecha 11 de setiembre de 2020, perteneciente al Bach. Junior, MEJIA PAULINO se le designó como ASESOR(A) de Tesis al Mg. Edu Sony Chavez Fernandez, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 418-2020-C-PAIA-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) titulado: "DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE COMPOST ORGÁNICO PRODUCIDO EN PILAS DE COMPOSTAJE, UTILIZANDO RESIDUOS ORGÁNICOS AGROPECUARIOS: BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*), VACAZA, GALLINAZA Y CUYAZA; EN EL DISTRITO DE PILLCO MARCA REGIÓN HUÁNUCO - PERÚ - 2020-2021" presentado por el (la) Bach. Junior, MEJIA PAULINO, integrado por los siguientes docentes: Mg. Simeón Edmundo Calixto Vargas (Presidente), Ing. Heberto Calvo Trujillo (Secretario) y Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación de (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único. - APROBAR, el Trabajo de Investigación y su ejecución titulado: "DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD DE COMPOST ORGÁNICO PRODUCIDO EN PILAS DE COMPOSTAJE, UTILIZANDO RESIDUOS ORGÁNICOS AGROPECUARIOS: BAGAZO DE CAÑA DE AZÚCAR (*Saccharum spp*), VACAZA, GALLINAZA Y CUYAZA; EN EL DISTRITO DE PILLCO MARCA REGIÓN HUÁNUCO - PERÚ - 2020-2021" presentado por el (la) Bach. Junior, MEJIA PAULINO para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



Atestación:

Fac. de Ingeniería - PAIA - Asesor - Exp. Graduado - Interesado - Archivo.
HCU/20/100

Anexo 09. Resolución de nombramiento de Asesor

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 467-2020-D-FI-UDH

Huánuco, 11 de setiembre de 2020

Visto, el Oficio N° 253-2020-C-PAIA-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Ambiental y el Expediente N° 1144, del Bach. **Junior, MEJIA PAULINO**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación.

CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art 45^º inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 1144, presentado por el (la) Bach. **Junior, MEJIA PAULINO**, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Mg. Edu Sony Chavez Fernandez, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27^º y 28^º del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a Las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

SE RESUELVE:

Artículo Único.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis del Bach. **Junior, MEJIA PAULINO**, al Mg. Edu Sony Chavez Fernandez, Docente del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
[Signature]
Mg. Johnny E. Jacha Rojas
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
[Signature]
Mg. Bertha Campos Ríos
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución

Fac. de Ingeniería - PAIA- Asesor - Mt. y Reg.Acad.- Internado - Archivo.
BCU/JPR/ata

Anexo 10. Evidencias Fotografías

10.1. Fotos De La Etapa De Ejecución Del Proyecto

a) Acondicionamiento Del Área Para Las Pilas:

El acondicionamiento del área consistió en limpiar el área de todo tipo de residuos que no altere las pilas de compostaje, luego se midió el área de acuerdo al plano de las pilas de compostaje sub dividiendo en nueve espacios de 1 metro cubico cada uno.



Fotografía 1. Estructuras de separaciones de pilas



Fotografía 2. Aislamiento hermético

b) Acopio De Los Residuos Agropecuarios:

Los residuos agropecuarios fueron acopiados luego de haber sido empaquetados en sus lugares de origen, el bagazo fue traído del fundo pacán.



Fotografía 3. Estiércol de vaca en costales



Fotografía 4. Aireación del estiércol de vaca



Fotografía 5. Estiércol De Cuy (Cuyaza)



Fotografía 6. Cuyaza En Costales



Fotografía 7. Estiercol de gallina en costales.



Fotografía 8. Bagazo De Caña En Costales

c) Instrumentos De Medición Y Materiales:

Los instrumentos de medición sirvieron para medir los parámetros in-situ y controlar el desarrollo del compost con el objetivo de que sea de buena calidad. Los instrumentos utilizados fueron el termómetro tipo espiga, el termohigrometro y el pH metro digital.

Los principales materiales para el control de los pesos, fueron la balanza y el tamiz, los cuales sirvieron para pesar el material de entrada y el producto final, y el tamiz para cernir el compost.



Fotografía 9. Termómetro Tipo Espiga



Fotografía 10. Termohigrómetro



Fotografía 11. pH-metro Digital



Fotografía 12. Instrumentos de parámetros in-situ



Fotografía 13. Balanza



Fotografía 14. Tamiz

d) **Instalación De Las Pilas De Compost:**

Con todos el acondicionamiento y los materiales e instrumentos listos, se procedió al armado de las pilas de compostaje, donde se realizó el siguiente procedimiento:

- Se picó o corto (5 cm), el bagazo de caña para que este pueda ser mejor asimilado.

- Se calculó la cantidad de residuo de estiércol a utilizar pesando en la balanza.
- Teniendo en claro la cantidad pesada de bagazo y estiércol, se empezó a apilar los materiales.
- Primero se hecho 1 kilo de bagazo.
- Segundo se hecho 3 kilos de estiércol (Vacaza, Gallinaza; Cuyaza).
- Luego se hecho agua.
- Luego se procedió a homogeneizar la primera capa.
- Se prosiguió con el apilado de capas y la homogeneización hasta llegar 1 metro cubico.
- Luego de alcanzar el metro cubico, se humedeció y homogeneizo las pilas.
- Por ultimo de tapo con plástico cada pila para evitar que se enfríe, debido al tiempo invernal.



Fotografía 15. Bagazo de Caña de Azúcar **Fotografía 16. Bagazo de Caña de Azúcar más cuyaza**



Fotografía 17. Bagazo de Caña de Azúcar más gallinaza



Fotografía 18. Bagazo de Caña de Azúcar más vacaza



Fotografía 19. Pilas de Compost



Fotografía 20. Humedecimiento de las pilas de compostaje

e) Medición De Parámetros In-Situ:

La medición de los parámetros in situ se realizan con el objetivo de que el compost sea de buena calidad, así como que se evitan diversos tipos de problemas.

Los instrumentos que se utilizaron de acuerdo a los principales parámetros fueron:

- Termómetro tipo espiga: mide la temperatura interna del compost para mantener las condiciones favorables de los microorganismos aerobios.
- El termo higrómetro: mide la humedad del compost, si la humedad es baja los microorganismos no podrán sobrevivir, si la humedad es alta se produce el riesgo de anaerobiosis.
- El pH metro digital: el ph fue controlado en base a los rangos del material de partida y la temperatura, controlando un rango que permiten a los microorganismos desarrollarse de la mejor manera.

La medición de cada parámetro fue a un intervalo específico de tiempo y condiciones:

- Temperatura: se midió todos los días, debido a las condiciones climáticas donde la pila podía enfriarse.
- Humedad: se midió todos los días, debido a que si no existía humedad el proceso de compost se hubiese detenido.

- Ph: se midió todos los días, debido a las condiciones de desarrollo de los microorganismos.



Fotografía 21. Medición de la temperatura



Fotografía 22. Medición de la temperatura y humedad



Fotografía 23. Medición de la temperatura y pH



Fotografía 24. Medición de pH



Fotografía 25. Método del volteo



Fotografía 26. Método de Aireación Estática (Sin Volteo)

f) Tamizaje:

El tamizaje se realizó con el objetivo de obtener el compost libre de residuos de grandes tamaños u otros que no hayan sido descompuestos. Este proceso se realizó para:

- Obtener muestras que fueron llevadas y analizadas en el laboratorio, a excepción del muestreo de caracterización.
- Así también se realizó el tamizaje para obtener el producto final o abono.



Fotografía 27. Tamizaje para enviar muestras al laboratorio



Fotografía 28. Tamizaje final para enviar muestras al laboratorio

g) Muestras:

Las muestras permiten demostrar si el compost elaborado es de buena calidad, por ello se tomaron las siguientes muestras:

- Muestreo de Caracterización: Se realizó con el objetivo de obtener los valores del material de entrada para las pilas de compost, de los cuales se pesaron 500 gramos de cada residuo agropecuario (bagazo, vacaza, gallinaza y cuyaza).
- Muestreo inicial: Se realizó a los primeros 15 días luego de haber controlado los parámetros in situ. Se tomaron 500 gramos de cada pila de compost y se llenaron en bolsas herméticas.
- Muestreo intermedio: Se realizó a los 30 días luego de haber controlado los parámetros in situ. Se tomaron 500 gramos de cada pila de compost y se llenaron en bolsas herméticas.

- Muestreo final: Se realizó a los 45 días luego de haber controlado los parámetros in situ. Se tomaron 500 gramos de cada pila de compost y se llenaron en bolsas herméticas.



Fotografía 29. Muestreo de Caracterización



Fotografía 30. Muestreo Inicial



Fotografía 31. Muestreo Intermedio



Fotografía 32. Muestreo Final

h) Pesaje Final:

Luego de haber tamizado cada pila se procedió a pesar el abono final sin restos de mayores tamaños o no descompuestos.



Fotografía 33. Anotación del peso final del compost



Fotografía 34. Equilibrio del peso del compost

Tabla 12

Pesos finales de la obtención del compost orgánico; Bagazo de caña de azúcar más Gallinaza, Bagazo de caña de azúcar más Cuyaza y Bagazo de caña de azúcar más Vacaza.

Pila de Gallinaza				
Peso	Bagazo	Gallinaza	Peso Inicial	Peso Final
Kg	15	45	60	42

Pila de Cuyaza				
Peso	Bagazo	Gallinaza	Peso Inicial	Peso Final
Kg	12	36	48	36

Pila de Vacaza				
Peso	Bagazo	Gallinaza	Peso Inicial	Peso Final
Kg	12	36	48	38

Nota. En la tabla 12 se muestran los pesos iniciales y finales del compost elaborado.

Anexo 11. Análisis de Laboratorio; Caracterización, Muestras (15, 30 y 45 días)



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Facultad de Agronomía – Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología

Carretera Central Km 1.21 – Tingo María - Celular 941531939

analisisde-suelos@unase.edu.pe



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: JUNIOR MEJIA PAULINO		PROCEDENCIA: PILLCO MARCA - HUANUCO												
DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS PROXIMAL		RESULTADOS EN BASE SECA								PARTES POR MILLON (ppm)		
		Humedad H ₂ O (%)	Materia Seca (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm	
Código	Tipo	10.79	89.21	2.40	2.18	4.22	0.85	3.29	0.27	38	2575	413	513	
M0689	GALLINAZA													
M0690	BAGAZO DE CABA	58.18	41.82	1.85	1.83	0.540	0.445	0.828	0.041	3	1382	40	18	
M0041	VACAZA	67.61	32.39	1.57	1.52	3.24	0.73	2.00	0.39	17	4686	160	278	
M0042	CUYASA	23.49	76.51	2.62	2.72	3.06	0.95	2.38	0.64	13	2205	105	182	

MUESTREO POR EL SOLICITANTE

TINGO MARÍA, 28 DE FEBRERO 2021

VNC. VALOR NO DETECTABLE




 José C. Rodríguez Mitey
 JEFE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

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

Carretera Central Km 1.21 - Tingo Maria - Celular 941531359

analisisdesuelosumas@hotmail.com



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: JUNIOR MEJIA PAULINO				PROCEDENCIA: PILLCO MARCA - HUANUCO															
DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS PROXIMAL						RESULTADOS EN BASE SECA											
		Humedad		Materia Seca (%)		EN BASE HUMEDA		MATERIA SECA		PORCENTAJE (%)						PARTES POR MILLON (ppm)			
Código	Tipo	H ₂ O (%)	Materia Seca (%)	Materia Orgánica (%)	Cenizas (%)	Materia Orgánica (%)	Cenizas (%)	Materia Orgánica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
ME 600	gallinaza 1	37.57	62.43	28.59	33.84	45.79	54.21	45.79	54.21	2.48	2.233	4.575	0.850	3.432	0.281	50.08	2605	417	521
ME 601	cuyaza 1	45.37	54.63	39.00	15.83	71.36	28.62	71.36	28.62	2.67	2.738	4.116	0.952	2.423	0.657	16.77	2260	150	192
ME 602	veceza 1	48.64	51.36	28.79	22.56	56.06	43.94	56.06	43.94	1.60	1.532	3.105	0.735	2.060	0.406	17.03	4827	164	279

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

TINGO MARIA, 15 DE ABRIL 2021

VND, VALOR NO DETECTABLE



Ing. Jairo C. Aguiar Mijangos
JEFE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

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

Carretera Central Km 1.21 - Tingo María - Celular 941531359

analisisdesuelos@unsa.edu.pe



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: JUNIOR MEJIA PAULINO		PROCEDENCIA: PILLCO MARCA - HUANUCO															
DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS PROXIMAL						RESULTADOS EN BASE SECA									
		EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)						PARTES POR MILLON (ppm)					
Código	Tipo	Humedad Hd (%)	Materia Seca (%)	Materia Orgánica (%)	Cenizas (%)	Materia Orgánica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
ME 615	gallinaza 2	31.15	68.85	30.74	38.11	44.65	55.35	2.51	2.306	4.792	0.944	3.662	0.292	71	2681	495	537
ME 616	cuyaza 2	45.95	54.05	36.80	17.25	68.09	31.91	2.71	2.801	4.473	1.012	2.516	0.681	31	2353	212	250
ME 617	vacaaza 2	47.07	52.93	31.99	21.04	60.26	39.74	1.63	1.590	3.258	0.760	2.157	0.435	27	5307	196	310

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE

TINGO MARÍA, 30 DE ABRIL, 2021



JEFFERSON MORALES



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

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

Carretera Central Km. 1.21 - Tingo María - Celular 941531359

analisis@suelos.unas.edu.pe



ANÁLISIS ESPECIAL

SOLICITANTE: JUNIOR MEJIA PAULINO		PROCEDENCIA: PILLCO MARCA - HUANUCO															
DATOS DE LA MUESTRA		ANÁLISIS PROXIMAL					RESULTADOS EN BASE SECA										
		EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA			PORCENTAJE (%)										
Código	Tipo	Humedad	Materia Seca	Materia Orgánica	Cenizas	Materia Orgánica	Cenizas	N	P ₂ O ₅	Ca	Mg	K	Na	Cu	Fe	Mn	
		(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	ppm	ppm	ppm
ME 626	gallinaza 3	36.27	63.73	20.36	43.36	31.95	68.05	2.57	2.557	4.911	0.983	3.739	0.306	89	2995	535	596
ME 627	cuyaza 3	44.44	55.56	33.84	21.72	60.91	39.09	2.73	2.919	4.616	1.034	2.689	0.691	45	2732	298	322
ME 628	vacaaza 3	47.05	52.95	29.88	23.07	56.43	43.57	1.67	1.673	3.372	0.798	2.350	0.458	36	5970	227	369

MUESTREO POR EL SOLICITANTE

TINGO MARÍA, 15 DE MAYO 2021

VND. VALOR NO DETECTABLE



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA

Laboratorio de Análisis de Suelos
Ing. Juan C. Macallía Murove
JEFF

Anexo 12. Ubicación del Proyecto

