

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AMBIENTAL**



U D H
UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

TESIS

**“EFICACIA DE LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA
ELABORACIÓN DE COMPOST CON MATERIA ORGÁNICA GENERADOS EN
LOS MERCADILLOS DE CAYHUAYNA, DISTRITO DE PILLCO MARCA,
DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO NOVIEMBRE-2018-ENERO-2019”**

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

PRESENTADO POR LA BACHILLER

MONTERO RAMIREZ, SALLY YASMINE

ASESOR ING. CALVO TRUJILLO, HERBERTO

HUÁNUCO-PERÚ

2019



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

E.A.P. DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 16:40 horas del día 04 del mes de Abril del año 2019, en el Auditorio de la Facultad de Ingeniería, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

Mg. Frank Erick Cámara Llanos (Presidente)
Jrge. Marco Antonio Torres Harque (Secretario)
B. Gc. Alejandro Rolando Durand Nieu (Vocal)

Nombrados mediante la Resolución N° 262-2019-D-FI-UDA, para evaluar la Tesis intitulada:

"EFICACIA DE LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA ELABORACIÓN DE COMPOST CON MATERIA ORGÁNICA BIODEGRADABLES EN LOS MERCADILLOS DE CAYHUAYNA, DISTRITO DE PILCO MARCA, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO NOVIEMBRE - 2018 - ENERO 2019"

presentada por el (la) Bachiller SALLY YASHINE MONTERO ROMERIZ 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 17 y cualitativo de BUENO (Art. 47)

Siendo las 17:15 horas del día 04 del mes de ABRIL del año 2019, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Presidente

Secretario

Vocal

DEDICATORIA

A Dios por darme la vida y la oportunidad de cumplir mis metas, por guiarme en el camino de bien y estar en cada uno de mis logros.

A mis amados padres, Alfredo y Milagros por darme con mucho esfuerzo su apoyo incondicional en cada una de mis pasos, por su educación, por su formación para ser profesional, por estar conmigo en mis gratos y malos momentos, por su amor único, por ser mi fortaleza e inspiración para salir adelante.

A mis queridos hermanos, Alfredito (Mi ángel), Marianeth y Milagros por el amor, motivación y apoyo en mis metas a cumplir.

A mi enamorado, Jhon por su amor, paciencia, confianza, apoyo incondicional y tiempo brindado.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la oportunidad de desarrollar este proyecto y subir un peldaño más en mi etapa profesional.

A mi Asesor Ing. Heberto Calvo Trujillo por sus conocimientos y experiencia brindada para la ejecución del presente proyecto.

A mis Jurados Mg. Frank Camara Llanos, Ing. Marco Antonio Torres Marquina, Biol. Alejandro Duran, por sus conocimientos, sugerencias, tiempo, experiencias brindadas y la supervisión del proyecto.

Al Ing. Johnny Jacha Rojas por su tiempo, consejos y amplia experiencia brindada en la ejecución del presente proyecto.

Al Ing. Daniel Duran Aguilar y a la Municipalidad Distrital de Pillco Marca por su apoyo incondicional para la ejecución del presente proyecto.

INDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
RESUMEN	XVI
SUMMARY	XVII
INTRODUCCIÓN	XVIII
CAPÍTULO I	1
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.1. Descripción del Problema	1
1.2. Formulación del Problema	2
1.2.1. Problema general.	2
1.2.2. Problemas específicos.	3
1.3. Objetivo General	3
1.4. Objetivos Específicos	3
1.5. Justificación de la Investigación	4
1.5.1. Justificación teórica.	4
1.5.2. Justificación técnica.	4
1.5.3. Justificación práctica.	5
1.6. Limitaciones de la Investigación	5
1.7. Viabilidad de la Investigación	5
1.7.1. Viabilidad técnica.	5
1.7.2. Viabilidad ambiental.	5
1.7.3. Viabilidad social.	5
1.7.4. Viabilidad económica.	6
CAPÍTULO II	7
MARCO TEÓRICO	7
2.1. Antecedentes de la Investigación	7
2.1.1. Antecedentes internacionales.	7
2.1.2. Antecedentes nacionales.	12
2.1.3. Antecedentes regionales.	15

2.2.	Bases Teóricas	19
2.2.1.	Marco normativo.	19
2.2.1.1.	Constitución política del Perú.	19
2.2.1.2.	Ley N° 28611, Ley general del ambiente.	19
2.2.1.3.	Decreto supremo N° 012-2009-MINAM, Política nacional del ambiente.	20
2.2.1.4.	Decreto legislativo N° 1278, Ley de gestión integral de residuos sólidos.	20
2.2.1.5.	Decreto supremo N° 014-2017-MINAM, Reglamento de la ley de gestión integral de residuos sólidos.	21
2.2.1.6.	Ley N° 27972, Ley orgánica de municipalidades.	22
2.2.1.7.	Ley N° 26842, Ley general de salud.	22
2.2.1.8.	Normativa chilena NCH 28880	23
2.2.2.	Antecedentes del compostaje	23
2.2.3.	El compostaje.	24
2.2.3.1.	Compostaje aeróbico.	26
2.2.3.2.	Compostaje anaeróbico.	26
2.2.4.	Parámetros del Proceso.	27
2.2.4.1.	Tamaño de la Partícula.	27
2.2.4.2.	Nutrientes.	28
2.2.4.3.	Humedad.	28
2.2.4.4.	Aireación.	29
2.2.4.5.	Dióxido de carbono (CO ₂).	30
2.2.4.6.	Agitación o Volteo.	31
2.2.4.7.	Temperatura.	31
2.2.4.8.	Ph.	32
2.2.5.	Fases del compostaje según su temperatura.	32
2.2.5.1.	Fase mesófila.	32
2.2.5.2.	Fase Termófila o de Higienización.	33
2.2.5.3.	Fase de enfriamiento o mesófila II.	33
2.2.5.4.	Fase de maduración.	34
2.2.6.	Componentes del programa municipal de compostaje.	34
2.2.6.1.	Separación.	34
2.2.6.2.	Recolección	35
2.2.6.3.	Tratamiento	35
2.2.6.4.	Distribución y utilización	35
2.2.7.	Aplicación del compost.	35
2.2.8.	Material compostable.	36
2.2.9.	Controles de temperatura, humedad y pH.	37
2.2.10.	Propiedades del compost.	38

2.2.11. Abono orgánico.	38
2.2.12. Beneficios del uso de abonos orgánicos.	39
2.2.13. Valoración agronómica del compost.	39
2.2.13.1. Aspecto químico.	41
2.2.13.2. Aspecto físico.	41
2.2.13.3. Aspecto biológico.	43
2.2.14. Antecedentes de los microorganismos eficientes.	44
2.2.15. Microorganismos eficientes.	44
2.2.16. Tipo de microorganismos eficientes que constituyen la cepa madre.	45
2.2.16.1. Bacterias fototróficas (<i>Rhodospseudomonas</i> spp).	45
2.2.16.2. Bacterias ácido lácticas (<i>Lactobacillus</i> spp).	45
2.2.16.3. Levaduras (<i>Saccharomycetes</i> spp).	46
2.2.16.4. Actinomicetos.	46
2.2.17. Aplicación de los microorganismos eficientes.	47
2.2.18. Importancia de los microorganismos eficientes.	47
2.3. Definiciones Conceptuales	49
2.3.1. Botadero.	49
2.3.2. Disposición final.	49
2.3.3. Ecoeficiencia.	49
2.3.4. Generador.	49
2.3.5. Gestión integral de residuos.	49
2.3.6. Minimización.	49
2.3.7. Planta de valorización de residuos.	49
2.3.8. Recolección selectiva.	50
2.3.9. Reciclaje.	50
2.3.10. Residuos sólidos.	50
2.3.11. Residuos municipales.	50
2.3.12. Segregación.	51
2.3.13. Tratamiento.	51
2.3.14. Valorización.	51
2.3.15. Valorización material.	51
2.3.16. Almacenamiento.	51
2.3.17. Aprovechamiento de residuos sólidos.	51
2.3.18. Procesos de degradación de residuos sólidos orgánicos.	52
2.3.19. Residuos orgánicos.	52
2.3.20. Abono orgánico.	52
2.3.21. Aeróbico.	52
2.3.22. Amonio.	52
2.3.23. Anaeróbico.	52
2.3.24. Bacterias termófilas.	53

2.3.25. Compost maduro.	53
2.3.26. Compost semimaduro.	53
2.3.27. Descomposición.	53
2.3.28. Estiércol.	53
2.3.29. Materia orgánica.	53
2.3.30. Microorganismos.	54
2.3.31. Microorganismos mesófilos.	54
2.3.32. Mineralización.	54
2.3.33. Nitrato.	54
2.3.34. Nitrógeno.	54
2.3.35. Orgánico.	54
2.3.36. Patógeno.	55
2.3.37. Reciclaje de nutrientes.	55
2.3.38. Relación C:N.	55
2.4. Hipótesis	55
2.4.1. Hipótesis general.	55
2.4.2. Hipótesis específicas.	55
2.5. Variables	56
2.5.1. Variable dependiente.	56
2.5.2. Variable independiente.	56
2.6. Operacionalización de Variables (Dimensiones e Indicadores)	57
CAPÍTULO III	58
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	58
3.1. Tipo de investigación	58
3.1.1. Enfoque.	58
3.1.2. Alcance o nivel.	58
3.1.3. Diseño.	58
3.2. Población y Muestra	60
3.2.1. Población.	60
3.2.2. Muestra.	62
3.2.3. Número y tamaño de muestras.	62
3.2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	63
3.2.4.1. Para la recolección de datos	63
3.2.4.1.1. Técnicas de campo.	63
3.2.4.1.1.1. Reproducción de la cepa madre de los microorganismos eficientes para obtener el caldo microbiano.	63
3.2.4.1.1.2. Actividades Preliminares para el proceso de compostaje.	64

3.2.4.1.1.3. Proceso de compostaje.	66
3.2.4.1.2. Instrumentos.	68
3.2.4.1.2.1. Instrumentos de medición.	68
3.2.4.1.2.2. Instrumentos de registro de datos.	68
3.2.4.2. Para la Presentación de datos	69
3.2.4.3. Para el Análisis e Interpretación de datos	76
CAPÍTULO IV	77
RESULTADOS	77
4.1. Procesamiento de Datos	77
4.2. Contratación de Hipótesis y Prueba de Hipótesis	99
CAPÍTULO V	104
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	104
CONCLUSIONES	108
RECOMENDACIONES	113
ANEXOS	118

INDICE DE TABLAS

TABLA 1 COORDENADAS UTM WGS-84 DEL ÁREA DEL PROYECTO	6
TABLA 2 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	57
TABLA 3 ESTRUCTURA DE LA TABLA ANOVA	59
TABLA 4 FUENTES DE VARIACIÓN	60
TABLA 5 COORDENADAS UTM WGS-84 DEL MERCADILLO LA HACIENDA	60
TABLA 6 COORDENADAS UTM WGS-84 DEL MERCADILLO CENTRAL PILLCO MARCA	61
TABLA 7 COORDENADAS UTM WGS-84 DEL MERCADILLO ECONÓMICO ECOLÓGICO LOS ALAMOS	61
TABLA 8 COORDENADAS UTM WGS-84 DEL MERCADILLO EL MOLLECITO	61
TABLA 9 NÚMERO Y TAMAÑO DE MUESTRAS	62
TABLA 10 MATERIALES PARA LA REPRODUCCIÓN DE LA CEPAS MADRE	63
TABLA 11 EQUIPOS PARA LA REPRODUCCIÓN DE LA CEPAS MADRE	63
TABLA 12 INSUMOS PARA LA REPRODUCCIÓN DE LA CEPAS MADRE	63
TABLA 13 MATERIAL PARA LAS ACTIVIDADES PRELIMINARES PARA EL PROCESO DE COMPOSTAJE.	64
TABLA 14 VEHÍCULOS PARA LAS ACTIVIDADES PRELIMINARES PARA EL PROCESO DE COMPOSTAJE.	64
TABLA 15 MATERIALES Y HERRAMIENTAS PARA EL PROCESO DE COMPOSTAJE.	66
TABLA 16 INSUMOS PARA EL PROCESO DE COMPOSTAJE.	66
TABLA 17 EQUIPOS PARA EL PROCESO DE COMPOSTAJE.	66
TABLA 18 REGISTRO DE PESOS Y VOLTEOS DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST DEL TA-01	69
TABLA 19 REGISTRO DE PESOS Y VOLTEOS DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST DEL TA-02	69
TABLA 20 REGISTRO DE PESOS Y VOLTEOS DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST DEL TA-03	70
TABLA 21 REGISTRO DE PESOS Y VOLTEOS DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST DEL TB-01	70

TABLA 22 REGISTRO DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE PARÁMETROS DEL COMPOST DE LA MUESTRA TA-01	71
TABLA 23 REGISTRO DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE PARÁMETROS DEL COMPOST DE LA MUESTRA TA-02	72
TABLA 24 REGISTRO DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE PARÁMETROS DEL COMPOST DE LA MUESTRA TA-03	73
TABLA 25 REGISTRO DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE PARÁMETROS DEL COMPOST DE LA MUESTRA TB-01	74
TABLA 26 REGISTRO DE DATOS DEL LABORATORIO	75
TABLA 27 RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LA EVALUACIÓN DE LA ALTURA	77
TABLA 28 PRUEBA DE NORMALIDAD DE LA MEDICIÓN DE LAS ALTURAS	78
TABLA 29 RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LA EVALUACIÓN DE LA TEMPERATURA	79
TABLA 30 PRUEBA DE NORMALIDAD EN LOS GRUPOS	80
TABLA 31 RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LA EVALUACIÓN DE LA HUMEDAD	81
TABLA 32 PRUEBA DE NORMALIDAD EN LOS GRUPOS	82
TABLA 33 RESULTADOS DESCRIPTIVOS DE LA EVALUACIÓN DEL PH	83
TABLA 34 PRUEBA DE NORMALIDAD EN LOS GRUPOS	84
TABLA 35 RESULTADOS DE LABORATORIO DE SUELOS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA	84
TABLA 36 ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE LAS ALTURAS	99
TABLA 37 ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE LA TEMPERATURA	100
TABLA 38 ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE KRUSKALL WALLIS DE LA HUMEDAD	101
TABLA 39 ANÁLISIS DE LA VARIANZA DE KRUSKALL WALLIS DEL PH	102
TABLA 40 ESTADÍSTICA DE PRODUCCIÓN DE COMPOST.	103
TABLA 41 RESULTADOS DE LA PRUEBA ESTADÍSTICA DE LA PRODUCCIÓN DE COMPOST	103
TABLA 42 REGISTRO DE PESOS Y VOLTEOS DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST	121

TABLA 43 REGISTRO DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE PARÁMETROS DEL COMPOST	122
---	-----

INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 LAS MEDIAS DE LAS ALTURAS	77
GRÁFICO 2 LAS MEDIAS DE LA TEMPERATURA	79
GRÁFICO 3 LAS MEDIAS DE LA HUMEDAD	81
GRÁFICO 4 LAS MEDIAS DEL PH	83
GRÁFICO 5 LAS MEDIDAS DEL PH SEGÚN LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO	85
GRÁFICO 6 LAS MEDIDAS DEL % DE HUMEDAD SEGÚN LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO	86
GRÁFICO 7 LAS MEDIDAS DEL % DE MATERIA ORGÁNICA SEGÚN LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO	87
GRÁFICO 8 LAS MEDIDAS DEL % DE CENIZAS SEGÚN LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO	88
GRÁFICO 9 LAS MEDIDAS DEL % DE NITRÓGENO SEGÚN LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO	89
GRÁFICO 10 LAS MEDIDAS DEL % DE FOSFORO SEGÚN LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO	90
GRÁFICO 11 LAS MEDIDAS DEL % CALCIO DE SEGÚN LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO	91
GRÁFICO 12 LAS MEDIDAS DEL % MAGNESIO DE SEGÚN LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO	92
GRÁFICO 13 LAS MEDIDAS DEL % MAGNESIO DE SEGÚN LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO	93
GRÁFICO 14 LAS MEDIDAS DEL % DE SODIO SEGÚN LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO	94
GRÁFICO 15 LAS MEDIDAS DE COBRE SEGÚN LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO	95
GRÁFICO 16 LAS MEDIDAS DE HIERRO SEGÚN LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO	96

GRÁFICO 17 LAS MEDIDAS DE ZINC SEGÚN LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO	97
---	----

GRÁFICO 18 LAS MEDIDAS DE ZINC SEGÚN LOS RESULTADOS DEL LABORATORIO	98
---	----

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1 RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	118
ANEXO 2 RESOLUCIÓN DE NOMBRAMIENTO DEL ASESOR	119
ANEXO 3 MATRIZ DE CONSISTENCIA	120
ANEXO 4 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	121
ANEXO 5 ILUSTRACIONES	123
ANEXO 6 ÁRBOL DE CAUSA Y EFECTO	139
ANEXO 7 ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES	140
ANEXO 8 PLANO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DE LOS MERCADILLOS DEL DISTRITO	141
ANEXO 9 PLANO DE UBICACIÓN DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA	142
ANEXO 10 PLANO DE IDENTIFICACIÓN DE LOS MERCADILLOS DEL DISTRITO	143
ANEXO 11 PLANO DE UBICACIÓN DE LA PLANTA COMPOSTERA DEL DISTRITO DE PILLCO MARCA	144
ANEXO 12 DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE COMPOSTAJE	145
ANEXO 13 RESULTADOS DE LABORATORIO DEL ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS TA Y TB DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA	146

INDICE DE ILUSTRACIONES

ILUSTRACIÓN 1 TEMPERATURA, OXÍGENO Y PH EN EL PROCESO DE COMPOSTAJE	34
ILUSTRACIÓN 2 HABILITACIÓN DEL ÁREA PARA LA EJECUCIÓN DEL PROYECTO	123
ILUSTRACIÓN 3 MEDICIÓN DEL ÁREA DEL TERRENO	123
ILUSTRACIÓN 4 SENSIBILIZACIÓN DE LOS PUESTOS DE LOS MERCADILLOS, MADERERAS Y VIVIENDAS CON ESTIÉRCOL DE CUYES.	124
ILUSTRACIÓN 5 GENERACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS	126

ILUSTRACIÓN 6 RECOJO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS Y ASERRÍN	127
ILUSTRACIÓN 7 DESCARGA DE LOS TACHOS CON LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS	128
ILUSTRACIÓN 8 REPRODUCCIÓN DE LA CEPA MADRE PARA LA OBTENCIÓN DEL CALDO MICROBIANO	129
ILUSTRACIÓN 9 PESADO DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS Y ASERRÍN	131
ILUSTRACIÓN 10 ELABORACIÓN DE LAS RUMAS	132
ILUSTRACIÓN 11 MONITOREO DE PARÁMETROS	135
ILUSTRACIÓN 12 VOLTEOS DE RUMAS	136
ILUSTRACIÓN 13 ZARANDEO DE LAS RUMAS Y PESADO DEL COMPOST	137
ILUSTRACIÓN 14 VISITA DE LOS JURADOS SUPERVISORES DEL PROYECTO	138

INDICE DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFÍA 1	123
FOTOGRAFÍA 2	123
FOTOGRAFÍA 3	124
FOTOGRAFÍA 4	124
FOTOGRAFÍA 5	125
FOTOGRAFÍA 6	125
FOTOGRAFÍA 7	126
FOTOGRAFÍA 8	126
FOTOGRAFÍA 9	127
FOTOGRAFÍA 10	127
FOTOGRAFÍA 11	128
FOTOGRAFÍA 12	128
FOTOGRAFÍA 13	129
FOTOGRAFÍA 14	129
FOTOGRAFÍA 15	129
FOTOGRAFÍA 16	130
FOTOGRAFÍA 17	130

FOTOGRAFÍA 18	130
FOTOGRAFÍA 19	131
FOTOGRAFÍA 20	131
FOTOGRAFÍA 21	131
FOTOGRAFÍA 22	132
FOTOGRAFÍA 23	132
FOTOGRAFÍA 24	132
FOTOGRAFÍA 25	133
FOTOGRAFÍA 26	133
FOTOGRAFÍA 27	134
FOTOGRAFÍA 28	134
FOTOGRAFÍA 29	135
FOTOGRAFÍA 30	135
FOTOGRAFÍA 31	135
FOTOGRAFÍA 32	135
FOTOGRAFÍA 33	136
FOTOGRAFÍA 34	136
FOTOGRAFÍA 35	137
FOTOGRAFÍA 36	137
FOTOGRAFÍA 38	138
FOTOGRAFÍA 37	138
FOTOGRAFÍA 39	138

INDICE DE ABREVIATURAS

°C	:Grados Celsius
ANOVA	:Análisis de Varianza
BSP	:Bacterias Solubilizadoras De Fósforo,
C/N	:Carbono/Nitrogeno
D2	:20 cc/10 l de Agua
D3	:30 cc /10 l de Agua
EM	:Microorganismos Eficaces
Emas	:Microorganismos Eficientes Autóctonos
EMMAIPC-EP:	Empresa Municipal Mancomunada del Aseo Integral del Pueblo Cañarí
FAO	:Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
HSP	:Hongos Solubilizadores de Fosfato
K ₂ O	:Oxido de Potasio
MINAM	:Ministerio del Ambiente
MSP	:Microorganismos Solubilizadores de Fosforo
P1	:Microorganismos Locales
P1D3	:Microorganismos Locales En Dosis De 30 cc/ 10 l de Agua
P2	:Compost Treet
P2D2	:Compost Treet en la Dosis De 20 cc /10 l de Agua
P2D3	:Compost Treet En La Dosis De 30 cc/10 l de Agua
P ₂ O	:Oxido de Fosforo
Ph	:Potencial de Hidrógeno
PPM	:Partes Por Millón
RF	:Roca Fosfórica
T	:Temperatura
T1	:Tratamiento 1
T2	:Tratamiento 2
T3	:Tratamiento 3
T4	:Tratamiento 4
UTM	:Sistema De Coordenadas Universal Transversal De Mercator

RESUMEN

El trabajo de investigación tuvo como objetivo general evaluar la eficacia de los microorganismos eficientes en la elaboración de compost mediante el proceso de descomposición de la materia orgánica generados en los mercadillos de Cayhuayna, Distrito de Pillco Marca, Departamento de Huánuco.

Metodológicamente es de enfoque cuantitativo, de alcance o nivel explicativo y de diseño tipo experimental. La población fue de 3200 kg de generación de residuos sólidos orgánicos de los 4 mercadillos, aserrín y estiércol además de ello la aplicación de la dosis de microorganismos eficientes para las muestras TA, A excepción de la muestra TB que no tuvo la aplicación de microorganismos eficientes, En la investigación se tomó 4 muestras de compostaje, las cuales fueron divididas por dos tipos de tratamientos con 3 repeticiones el tratamiento con microorganismos eficientes y 1 repetición el tratamiento sin microorganismos eficientes, al obtener los resultados se concluyó que los EM si son eficaces en la intervención de la descomposición de la materia orgánica, porque aceleraron el tiempo de descomposición, el tiempo habitual suele ser de 4 a 6 meses según las condiciones climáticas de cada lugar de ejecución, y en el presente proyecto tuvo una duración de 45 días. A diferencia de la muestra TB que no se descompuso en su totalidad. Además hubo una pérdida de altura a medida que la materia orgánica se iba descomponiendo, los microorganismos eficientes si interviene en el parámetro físico de degradación de la temperatura (T°) en la degradación de la materia orgánica para la elaboración de compost, así mismo no intervienen en el parámetro físico de degradación de humedad ni pH, con respecto al análisis de laboratorio y según las especificaciones de la norma chilena el compost es de clase A, a excepción del pH que según este parámetro es de clase B en cuanto a la producción de compost con microorganismos eficientes es mayor a su producción sin ellos.

Palabras clave: *Microorganismos eficientes- EM, compost.*

SUMMARY

The general objective of the research work is to evaluate the effectiveness of efficient microorganisms in compost production through the process of decomposition of organic matter generated in the markets of Cayhuayna, District of Pillco Marca, Department of Huánuco. Methodologically, it is of a quantitative approach, of scope or explanatory level and of experimental design. The population was 3200 kg of organic solid waste generation from the 4 markets, sawdust and manure, in addition to this the application of the efficient microorganism dose for the TA samples, with the exception of the TB sample that did not have the application of efficient microorganisms. In the investigation, four samples of composting were taken, which were divided by two types of treatments with 3 repetitions, the treatment with efficient microorganisms and 1 repetition the treatment without efficient microorganisms. When the results were obtained, it was concluded that the MSs are effective in the intervention of the decomposition of organic matter, because they accelerated the decomposition time, the usual time is usually 4 to 6 months according to the climatic conditions of each place of execution, and in the present project lasted 45 days. Unlike the TB sample that did not decompose in its entirety. In addition there was a loss of height as the organic matter was decomposing, efficient microorganisms if it intervenes in the physical parameter of temperature degradation (T°) in the degradation of organic matter for the elaboration of compost, likewise not. They are involved in the physical parameter of humidity degradation or pH, with respect to laboratory analysis and according to the specifications of the Chilean standard the compost is class A, except for the pH that according to this parameter is class B in terms of production of compost with efficient microorganisms is greater than its production without them.

Key words: Efficient microorganisms - EM, compost

INTRODUCCIÓN

El sinnúmero de problemas que encabezan los diagnósticos ambientales globales, regionales y locales, y que están directamente relacionados con el inadecuado manejo de los residuos sólidos y por consiguiente el deterioro de los recursos naturales-RR.NN. encuentran gran parte de sus raíces en la falta de planificación organizada para una gestión ambiental sostenible. Históricamente, el hombre ha colocado los residuos en las cercanías de su habitad. En los tiempos modernos, la distancia residuos-habitad ha aumentado y se han introducido nuevas formas de eliminación.

En la historia de los humanos, los primeros residuos sólidos eran biodegradables, estos residuos sólidos eran descompuestos en su ciclo normal por función propia de la naturaleza pues no representaban ningún problema. Su generación se equilibraba con su grado de descomposición, de forma que se conservaba un equilibrio dinámico en la relación hombre – naturaleza. Pero con la desencaminada creencia cultural de que los recursos naturales son inagotables se incrementó el consumismo y aumentaron las exigencias de vida y las grandes ingenios para satisfacerlas, con la llegada de nuevas tecnologías y maquinarias que poco a poco fueron tomando la fuerza hasta el punto de acrecentar la generación de residuos sólidos, agravando la no biodegradabilidad de los mismos , que amenaza la capacidad de autodepuración de la naturaleza y necesita de un manejo controlado por el hombre, que minimice su impacto negativo. Todo problema de manejo de residuos tiene dos grandes componentes: la población que los produce y los residuos sólidos. Cuando la población que lo produce elimina el valor potencial de los residuos sólidos convirtiéndolos en basura, de este modo solo se logra la acumulación indiscriminada, que provoca miles de riesgos y efectos secundarios como destrucción de ecosistemas, reacciones químicas que aumentan la peligrosidad y toxicidad de los residuos sólidos, enfermedades infecto-contagiosas u otras alteraciones a la salud y del bienestar humano. (Ochoa, 2008).

En la actualidad en nuestro Perú aún existe la problemática de la inadecuada disposición final de los residuos sólidos municipales y su falta de valorización ambiental de estos, existiendo una amplia tecnología limpia para tratarlos y no hacer uso de estas técnicas.

La Región Huánuco no es ajena ante esta situación de la falta de valorización de residuos sólidos municipales, debido a que no se hace un adecuado manejo de los residuos empezando por la inadecuada segregación y por la falta de sensibilización ambiental a la población.

Por ende en el presente trabajo de investigación “Eficacia de los microorganismos eficientes en la elaboración de compost con materia orgánica generados en los mercadillos de Cayhuayna, Distrito de Pillco Marca, departamento de Huánuco noviembre-2018-enero-2019” la técnica alternativa efectuada es la del compostaje que se basa en la degradación biológica de la materia orgánica que tiene como resultado la producción de compost (Vértice, 2008).

El presente trabajo de investigación tiene como propósito la técnica de compostaje con la aplicación de los microorganismos eficientes para tratar la materia orgánica generada en los mercadillos del distrito en mención.

Al usar los microorganismos eficientes aceleraremos el proceso de degradación de la materia orgánica, de lo habitual sin la utilización de estos que es de 4 a 6 meses según las condiciones climáticas a tan solo 1 mes y medio de tiempo, así como también se llegara antes a la etapa termófila (60°C) donde existe la muerte de los microorganismos patógenos.

Al terminar el proceso se hará uso del compost en el distrito para embellecer y fortalecer las áreas verdes de los parques y jardines.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del Problema

A nivel mundial la problemática ambiental de la generación de residuos sólidos causa impactos negativos al ambiente y a la salud poblacional, por el inadecuado manejo de estos y su disposición final.

A medida que el ser humano fue asentándose en las ciudades la generación de residuos sólidos incremento por ende la acumulación de estos.

El incremento poblacional es altamente significativo, sumándose a ello hábitos de consumo inadecuados, procesos migratorios desordenados y flujos comerciales insostenibles, que en su conjunto inciden en una mayor generación de residuos sólidos cuyo incremento sigue siendo mayor al del financiamiento de los servicios, provocando una situación de riesgo que afecta la salud poblacional y minimiza las oportunidades, aumentando el índice de la pobreza (MINAM, 2009).

Actualmente en el Perú no existe una adecuada gestión y manejo de residuos sólidos a nivel municipal, según La Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, las municipalidades son responsables de la recolección selectiva, transporte, tratamiento o disposición final de los residuos sólidos.

La Generación Per Cápita (GPC) para el año 2013 tuvo un valor 0,56 kg/hab./día en el ámbito nacional. Los valores representativos para la costa, sierra y selva son 0,588, 0,513 y 0,553 kg/hab./día respectivamente; se observa que para todos los casos la GPC muestra una tendencia de disminución de sus valores con respecto al año 2012 (Evaluación y Gestión Ambiental - Evagam S. A. C., MINAM, 2014).

El Perú durante el año 2014 generó un total de 7 497 482 t/año de residuos urbanos municipales, de los cuales un 64% son residuos domiciliarios y un 26% son residuos no domiciliarios, siendo la región costa la que producen la mayor cantidad de residuos, en particular Lima

Metropolitana y Callao, donde se genera un promedio de 9 794 t/día¹³ (MINAM, 2016).

La generación promedio nacional de residuos sólidos al 2014, fue de 13 244 t/día; teniendo como datos que Lima Metropolitana y el Callao generaron 5 970 t/día, el resto de ciudades de la costa generaron 3 224 t/día, las ciudades de la sierra generaron 2 736 t/día y las ciudades de la selva se generaron 1 314 t/día (MINAM, 2016).

Respecto a la composición de residuos sólidos generados en el 2014 es importante resaltar que el 53,16% de los residuos sólidos son materia orgánica, el 18,64% son residuos no reaprovechables, el 18,64% pertenece a residuos reaprovechables y finalmente el 6,83% es compuesto por residuos reciclables (MINAM, 2016).

En el Distrito de Pillco Marca, la generación de los residuos sólidos orgánicos por parte de la población pillcomarquina no cuenta con un manejo adecuado e implementado para su disposición final de estos.

Con el fin de fortalecer la gestión y manejo de residuos sólidos orgánicos se propuso a la Gerencia de Medio Ambiente de la Municipalidad distrital de Pillco Marca, La Implementación del proyecto de investigación a su Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Municipales del Distrito de Pillco Marca, que permitirá la recolección selectiva y el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos a través de la técnica de compostaje con la aplicación de los microorganismos eficientes.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema general.

- ¿Cuál es la eficacia de los microorganismos eficientes en la elaboración de compost mediante el proceso de descomposición de la materia orgánica generados en los mercadillos de Cayhuayna, Distrito de Pillco Marca, Departamento de Huánuco en el periodo de noviembre 2018- enero 2019?

1.2.2. Problemas específicos.

- ¿Cuánto será la pérdida de altura a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando los microorganismos eficientes para la elaboración de compost?
- ¿Cómo intervienen los microorganismos eficientes en el parámetro de temperatura de la materia orgánica para la elaboración de compost?
- ¿Cómo intervienen los microorganismos eficientes en el parámetro de humedad de la materia orgánica para la elaboración de compost?
- ¿Cómo intervienen los microorganismos eficientes en el parámetro de pH de la materia orgánica para la elaboración de compost?
- ¿Cuál será el nivel de contenido de macronutrientes y micronutrientes utilizando los microorganismos eficientes en la elaboración de compost?
- ¿Cuánto será la cantidad de producción de compost obtenido utilizando los microorganismos eficientes?

1.3. Objetivo General

- Evaluar la eficacia de los microorganismos eficientes en la elaboración de compost mediante el proceso de descomposición de la materia orgánica generados en los mercadillos de Cayhuayna, Distrito de Pillco Marca, Departamento de Huánuco en el periodo de noviembre 2018- enero 2019.

1.4. Objetivos Específicos

- Determinar la pérdida de altura a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando los microorganismos eficientes para la elaboración de compost.
- Determinar la intervención de los microorganismos eficientes en el parámetro de temperatura de la materia orgánica para la elaboración de compost.

- Determinar la intervención de los microorganismos eficientes en el parámetro de humedad de la materia orgánica para la elaboración de compost.
- Determinar la intervención de los microorganismos eficientes en el parámetro de pH de la materia orgánica para la elaboración de compost.
- Determinar el nivel de contenido de los macronutrientes y micronutrientes utilizando los microorganismos eficientes para la elaboración de compost.
- Determinar la cantidad de producción de compost utilizando los microorganismos eficientes para la elaboración de compost.

1.5. Justificación de la Investigación

1.5.1. Justificación teórica.

En el Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Municipales de la Municipalidad Distrital de Pillco Marca, se viene recolectando los residuos sólidos inorgánicos municipales de las viviendas por rutas de tramos específicos promoviendo así el reciclaje.

El programa no cuenta con la implementación del recojo, tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos municipales acumulándose en el botadero de Chilepampa, Por esa razón se plantea la implementación de la elaboración de compost con materia orgánica generados en los mercadillos de Cayhuayna mediante la aplicación de los microorganismos eficientes, distrito de Pillco marca, departamento de Huánuco.

1.5.2. Justificación técnica.

La razón se origina principalmente por el incremento de la generación de los residuos sólidos por el cual se hace la propuesta para mitigar la generación de vectores que afectan al ambiente y a la salud poblacional, Con el fin de contribuir con la gestión ambiental del municipio.

1.5.3. Justificación práctica.

El compostaje, producto del tratamiento de los residuos sólidos orgánicos es un tratamiento que tiene la finalidad de convertir los residuos en compost (abono orgánico natural) de mejor calidad para fines de uso en las áreas verdes del distrito.

1.6. Limitaciones de la Investigación

No se presentaron limitaciones para la elaboración del presente proyecto de investigación, siendo temática de interés para el área de segregación de La Gerencia de Medio Ambiente quien está a cargo de la ejecución del Programa de Segregación en la Fuente de Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Municipales, quien brindará los recursos para que se lleve a cabo el presente proyecto de investigación.

1.7. Viabilidad de la Investigación

Es viable, debido a que el presente proyecto de investigación favorecerá a la entidad con la implementación del manejo de los residuos orgánicos en su Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos Municipales, Así como también la obtención de compost para el uso en las áreas verdes del distrito.

1.7.1. Viabilidad técnica.

Es viable, porque se dispone con la información básica para llevar a cabo el presente proyecto de investigación.

1.7.2. Viabilidad ambiental.

Es viable, porque traerá beneficios al ambiente con la minimización de los vectores y a la salud de los individuos, con el tratamiento y aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos.

1.7.3. Viabilidad social.

Es viable, porque se contará con el apoyo del personal en general de la municipalidad distrital de Pillco marca, así como también con el apoyo de la población participante del programa.

1.7.4. Viabilidad económica.

Es viable, porque se cuenta con el apoyo de los recursos necesarios para la ejecución de las actividades del presente proyecto de investigación.

Tabla 1
Coordenadas UTM WGS-84 del área del proyecto

Coordenadas UTM			
Posición	Este	Norte	Elevación
18L	362943	8898636	1967 m
18L	362944	8898634	1967 m
18L	362949	8898636	1967 m
18L	362954	8898637	1966 m
18L	362952	8898640	1966 m
18L	362950	8898641	1966 m
18L	362947	8898640	1967 m
18L	362942	8898638	1968 m

Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes internacionales.

Naranjo (2013), en Ambato-Ecuador; desarrollo la tesis “Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost” tuvo como objetivo aplicar microorganismos (bacterias fototróficas, bacterias ácidas lácticas, actinomicetos, hongos, levaduras, algas). Concluyo que con la utilización de Compost Treet como aporte de microorganismos benéficos, para acelerar la transformación de los residuos orgánicos a compost, se alcanzaron resultados mejores, al reducirse el tiempo de cosecha y al obtener compost de mejor calidad, obteniéndose en los tratamientos de éste producto: menor tiempo a la obtención del compost en 90,67 días, mayor número de colonias 8,44/g de compost, con mejor contenido nutricional al reportar mayor contenido de fósforo 339,66 ppm y buen contenido de nitrógeno, potasio y materia orgánica, por lo que es el producto apropiado para acelerar la descomposición de los materiales orgánicos, obteniéndose el compost en menor tiempo, con mejor contenido nutricional. La aplicación de los microorganismos en la dosis de 30 cc /10 litros de agua causó el mejor efecto en el proceso de descomposición, acelerando el tiempo de cosecha del compost y obteniéndose mejor calidad en su contenido nutricional, por cuanto los tratamientos que recibieron aplicación de esta dosis reportaron: menor tiempo a la obtención del compost (86,50 días), mayor número de colonias (espirilos, cocos, bacilos). (8,33/g de compost), con mejor contenido de nitrógeno (1,13%), como también de fósforo (219,99 ppm) y potasio (0,72%), reportando el mayor porcentaje en materia orgánica (24,63%); por lo que es la dosis de aplicación adecuada de los microorganismos, para mejorar su calidad final y acortar el tiempo a la obtención del abono. La dosis de 20 cc/10 l de agua (D2), reportó buenos resultados especialmente con el

segundo mejor contenido de fósforo (186,54 ppm) y de potasio (0,69%) y el mejor contenido de materia orgánica (24,66%). La acción interaccionada de la aplicación de Compost Treet en la dosis de 30 cc/10 l de agua , produjo los mejores resultados, en cuyos tratamientos se obtuvo el menor tiempo a la obtención del compost (83,00 días), con el mayor número de colonias (espirilos, cocos, bacilos). (10,33/g de compost) y el mejor contenido de fósforo (432,67 ppm-partes por millón). La interacción P1D3 (microorganismos locales en dosis de 30 centímetros cúbicos/ 10 litros de agua) reportó el mayor contenido de nitrógeno (1,21%) y la interacción Compost Treet en la dosis de 20 centímetros cúbicos /10 litros de agua (P2D2) el mayor contenido de fósforo (365,25 ppm-partes por millón).

En relación al testigo, que no recibió aporte de microorganismos benéficos, experimento mayor tiempo de cosecha de compost y el contenido nutricional fue mejor, al observarse en éste tratamiento: mayor tiempo a la obtención del compost (120,00 días), menor número de colonias (espirilos, cocos, bacilos). (2,67/g de compost) y menor contenido de fósforo (4,00 ppm- partes por millón) y materia orgánica en un 20,40%, lo que justifica la aplicación de los microorganismos en el proceso de compostaje, siendo evidente la reducción del tiempo que ocasionan hasta la obtención del compost. Con respecto a microorganismos locales, las respuestas fueron menores a lo obtenido en Compost Treet , al observarse mayor tiempo a la obtención del compost en 100 días, menor número de colonias (espirilos, cocos, bacilos). (5,44/g de compost), con menor contenido de fósforo (7,05 partículas por millón). Del análisis económico se deduce que, el tratamiento P2D3 (Compost Treet, 30 cc/10 litros de agua), alcanzó la mayor relación beneficio costo de 0,19 en donde los beneficios netos obtenidos fueron 0,17 veces lo invertido, siendo desde el punto de vista económico el tratamiento de mayor rentabilidad.

Guasco & Elizabeth (2015), en Cuenca-Ecuador desarrollaron la tesis "Obtención de compost a partir de activadores biológicos" tuvo como objetivo Estudiar la obtención de compost en el relleno sanitario Yuracasha utilizando diferentes activadores biológicos (Surfixx-R &

Best Ultra-F, EM- microorganismos eficaces y EMAs- Microorganismos eficientes autóctonos) mediante la técnica aerobia. Concluyeron:

La temperatura es un factor muy importante en el proceso de descomposición de la materia orgánica; con la utilización de los activadores biológicos se observó que hay un incremento de temperatura, durante las primeras semanas en todos los tratamientos, esto es beneficioso debido a que se destruye la mayoría de microorganismos patógenos, huevos y quistes presentes en la materia orgánica favoreciendo que el compost sea libre de patógenos y también ayuda a que el proceso de degradación sea rápido.

Fase mesofílica: Las medias de la temperatura, presentaron rangos similares, esto indicó que en esta etapa trabajaron al mismo ritmo los tratamientos y el testigo.

Fase termofílica: en esta etapa sobresalen los microorganismos eficientes autóctonos (56.9 °C) y los eficaces (56.6 °C), en comparación con el Suffix-R & Best ultra-F (50.6 °C) y testigo (51.1 °C). Llegando a la conclusión que, los EMAs- Microorganismos eficientes autóctonos liberaron mayor cantidad de energía y aceleraron el proceso de descomposición.

Fase de maduración: la temperatura media de los ensayos que contenían activadores biológicos alcanzaron el valor más alto en comparación al testigo, sobresaliendo, los microorganismos eficientes autóctonos con (32.6 °C). Esta etapa fue la más larga durante el proceso de compostaje, y una vez que la temperatura inició su estabilización (tres últimas semanas) se concluyó que el compost esta listo para usarse.

La humedad es importante en el proceso de degradación de la materia orgánica, este factor fue afectado por el exceso del viento que hubo en los meses de Agosto y Septiembre en el relleno de Yuracasha, provocó que el material de los ensayos se seque por lo que se regó para evitar que se retrase el proceso.

En la fase mesofílica, la humedad media de los ensayos, incluido el testigo tuvieron rangos similares; en la fase termofílica y de maduración, los experimentos que se aplicó activadores biológicos se

mantuvieron dentro de los rangos óptimos, indicando que los tratamientos conservaron mejor la humedad en comparación con el testigo.

El pH de los tratamientos y testigo, que fue registrado durante las trece semanas que duró el proceso de compostaje, presentó al inicio valores entre (4.5-4.8); con el pasar del tiempo el pH se mantuvo dentro de un rango 6.3-7.1; por lo que se concluyó, que durante el compostaje existió un buen desarrollo microbiano.

Los resultados de los nutrientes del compost maduro reportados por Agrocalidad, no mostraron diferencias significativas entre las medias.

Los EMAs Microorganismos eficientes autóctonos presentaron mayor cantidad de nutrientes como: P_2O_5 (óxido de fósforo), K_2O (óxido de potasio), y NT (neurotransmisor), en comparación con los EM-Microorganismos eficaces y testigo. A estos componentes no se compararon con el Surfxxx-R & Best Ultra-F debido a que este producto tiene los elementos antes mencionados incluidos.

El Surfxxx-R & Best Ultra-F son los que mayor cantidad de materia orgánica tuvieron, en relación a los demás ensayos, por ende la relación C/N y carbono orgánico de este producto fue el que más se destacó.

Los ensayos presentaron una relación carbono nitrógeno entre 11.85-15.86 %, valores que indicaron que el compost estaba maduro y estable según los rangos de la literatura (10-20) %.

El tiempo de compostaje que realizaba la Empresa Municipal Mancomunada del Aseo Integral del pueblo Cañarí EMMAIPC-EP era de seis meses; por lo que este estudio logró reducir a 3 meses; el periodo de descomposición de la materia orgánica podría ser menos debido que no existe una trituradora por lo que los residuos de tamaño grande se redujo con machete pero no lo suficiente.

Se analizó el peso del compost de cada ensayo, y se concluye que los EMAs-Microorganismos eficientes autóctonos con 45.45kg presentaron mayor valor, en comparación con los demás experimentos,

por ende la degradación mediante la utilización de este activador biológico fue el más efectivo.

Al inicio del proceso de compostaje se observó que el color de la materia orgánica era de acuerdo a los residuos presentes en las pilas, pero con el pasar del tiempo en la degradación se notó el cambio de color adquiriendo una tonalidad oscura y al finalizar el compostaje tuvo una coloración negra o marrón oscura en todos los tratamientos.

Con la utilización de los activadores biológicos en los tratamientos se eliminó los olores desagradables en el proceso de degradación, pero en el caso del testigo hubo presencia de malos olores.

Galindo (2018), en Tunja-Colombia desarrolló la tesis “Estandarización de la técnica de compostaje enriquecido con fosforo como método de reaprovechamiento de los residuos orgánicos de la plaza sur de Tunja” tuvo como objetivo Estandarizar la técnica de compostaje como una forma de reaprovechar los residuos orgánicos de la plaza del sur de Tunja, evaluando los efectos de la aplicación de diferentes fuentes fosfatadas sobre la calidad del compost. Concluyo que el compost obtenido es un fertilizante con alto contenido de nutrientes (P-fosforo, N-nitrógeno, K-potasio, Ca-calcio, Na-sodio, Mg-magnesio) además de poseer excelentes características para ser usado como acondicionador del suelo por su alto contenido de materia orgánica y por su alto contenido de BSP (bacterias solubiizadoras de fósforo.). La aplicación de P (fosforo) en forma de RF (roca fosfórica) en presencia de materia orgánica, proporcionó una mayor población de MSP (Microorganismos Solubilizadores de Fosforo) e incrementó el nivel de P (fósforo) disponible en el compost en relación al tratamiento que no recibió P (fósforo) y al que se le aplico la fuente de fosfato acidulado. La mayor parte de las bacterias aisladas durante el proceso presentaron forma bacilar con tinción Gram positiva. El proceso de compostaje de los residuos generados en la plaza de mercado del sur del municipio de Tunja, permitió aislar en la etapa inicial 60 cepas de HSP (hongos solubilizadores de fosfato) correspondientes a 11 géneros, en la fase termófila 31 Cepas pertenecientes a 5 géneros y en

la fase final 33 cepas correspondientes a géneros de Hongos con potencial de solubilización. Los tratamientos estudiados generaron resultados diferentes encontrándose una mayor población de MSP (Microorganismos Solubilizadores de Fosforo) en los tratamientos que recibieron RF (roca fosfórica). Este estudio permitió obtener un bioproducto beneficioso para los agricultores debido a la disminución de costos en el rubro de fertilización, como también será benéfico para el ambiente debido a que evitará la acumulación y contaminación de suelos y fuentes hídricas.

2.1.2. Antecedentes nacionales.

Rafael (2016), en Huancayo realizó 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” tuvo como objetivo general evaluar el efecto del proceso de producción y la aplicación del producto microorganismos eficaces sobre la calidad de compost a partir de tres tipos de residuos sólidos orgánicos Sapallanga-Huancayo. Concluyo que el proceso de producción y aplicación del producto “Microorganismos Eficaces” influye en la calidad del compost aumentándola con un proceso mecanizado y una dosificación máxima (10% de Microorganismos Eficaces-EM). De la evaluación con las normativas se obtuvo que el 1° y 2° lugar fueron para el compost de proceso mecanizado con máxima y mínima dosificación respectivamente siendo ambos de calidad “A” u optima, apto para el uso agrícola. De igual manera el penúltimo y último lugar fue para los compost con proceso mecanizado sin dosificación (0% de Microorganismos Eficaces-EM) y el de proceso tradicional sin dosificación (0% de Microorganismos Eficaces-EM) resultando de Calidad “B” y con aptitudes para parques y jardines.

Suaña (2013), en Puno desarrollo la tesis de “Compostaje de residuos sólidos orgánicos y de lenteja de agua (*lemna sp.*) con aplicación de microorganismos eficaces” tuvo como objetivo general evaluar la aplicación de dosis de Microorganismos Eficaces y su

influencia en el proceso de compostaje de residuos orgánicos domésticos y lenteja de agua (*Lemna spp.*). Concluyo que el tiempo de descomposición para la lenteja de agua es mayor en el tratamiento testigo con 90 días, con 82 y 75 días para dosis de 100 y 200 ml (mililitros) de EM (microorganismos eficaces). Para residuos orgánicos el tiempo de descomposición es menor, pero con similar efecto de los EM (microorganismos eficaces), de 65 días para el control, 55 y 50 días para las dosis de 100 y 200 ml respectivamente. La granulometría indica un 75 a 90% de gránulos con diámetros <1.5 mm (milímetros) en ambos sustratos de compost utilizados. La temperatura según el sustrato fue 26.56°C para lenteja de agua y 27.48 para residuos orgánicos, similares entre sí ($P>0.05$); para dosis de EM (microorganismos eficaces) la mayor temperatura presentó la dosis de 100 ml con 29.38°C, estadísticamente similar a la dosis con 200 ml con 28.56 °C, ambas estadísticamente superior al testigo con 23.20 oc. El pH según el sustrato fue para lenteja de agua 6.5, para residuos orgánicos 6.4 similares entre sí ($P>0.05$). Para las dosis de EM fueron el testigo con 6.19, para la dosis 100 ml de 6.59 y para la dosis de 200 ml de 6.55, siendo considerados pH neutros y similares entre sí ($P>0.05$). Según el sustrato utilizado, fósforo, potasio y nitrógeno no se encontró diferencia estadística ($P>0.05$), para sodio total el sustrato de lenteja de agua presenta un valor superior al de residuos orgánicos. Para nitrógeno según la dosis de EM (microorganismos eficaces): con 200 ml presentó 0.33% estadísticamente superior al resto de dosis ($P<0.05$), la dosis con 100 ml con 0.235% y el control con 0.145%. Para fósforo según la dosis de EM (microorganismos eficaces): con 100 ml presentó 41.075%, para 200 ml con 43.72%, siendo mayores al testigo y similares entre sí ($P<0.05$), el testigo con 22.305%. Para potasio según las dosis de EM: con 200 ml presentó 0.685%, para 100 ml con 0.595% y el testigo con 0.5%, sin diferencia estadísticas entre sí ($P>0.05$). Para sodio total según dosis de EM (microorganismos eficaces): con 100 y 200 ml de EM (microorganismos eficaces) presentan promedios de sodio total similares con 662.5 y 725.0% respectivamente, superiores al testigo que presentó 550% ($P<0.05$).

Leyva (2014) , en Iquitos desarrollo la tesis “ Métodos de compostaje de residuos sólidos Domiciliarios y su efecto en la obtención de abonos orgánicos ecológicos en el centro poblado Cruz del Sur-Distrito de San Juan- Loreto” tuvo como objetivo Implementar métodos de compostaje de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios y conocer su efecto en la producción de abonos orgánicos (compost ecológicos), que ayuden a minimizar la contaminación generada por los residuos sólidos producidos por el Centro Poblado Cruz del Sur. Concluyo que En las encuestas a las familias del Centro Poblado Cruz del Sur, quienes participaron en la elaboración del compostaje, manifestaron una buena percepción en adquirir buenas prácticas ambientales, conscientes que obtendrán productos limpios al emplear la técnica de compostaje de sus residuos sólidos orgánicos domiciliarios y aprovechar la obtención de compost que contribuirá a actividades eco – eficientes. La práctica demostrativa de elaboración del compostaje ha permitido realizar investigación participativa empleando recursos propios de la localidad, en donde la percepción de las familias involucradas en el proceso de concienciación ambiental es favorable en la adopción de buenas prácticas saludables del empleo de sus residuos de cocina y otros desperdicios orgánicos, que conlleva a desarrollar actividades eco-eficientes disminuyendo riesgos de salud ambiental y salud pública. La Generación Per Cápita - Promedio de Residuos Sólidos Domiciliarios del Centro Poblado Cruz del Sur es de 0.891 kg/hab/día., esto nos da como referencia la gran cantidad de generación de residuos que tiene esta comunidad tanto restos orgánicos como inorgánicos que fueron necesarios para utilizar como referencia de estos mismos para la elaboración del compost. En los resultados del estudio de caracterización de los residuos sólidos domiciliarios del Centro Poblado Cruz de Sur se obtiene que el 95.69% son residuos no peligrosos, dentro de estos el 73.74% son restos orgánicos dando una referencia del gran consumo de diferentes tipos de alimentos y los desperdicios que se obtienen, los cuales fueron utilizados como materia prima de la elaboración del compostaje principalmente los restos de comida que aportaron gran parte del

compost orgánico. Los resultados obtenidos de los dos tratamientos utilizados para la elaboración del Compost Orgánico, se evidencio que al evaluar los dos métodos de compostaje, el método Tratamiento 1 (T1) al presentar mayores valores en la mayoría de los parámetros físicos – químicos, asumimos que se debe a dos elementos constituyentes básicos en el proceso de fermentación tal como es el carbón activado y la cal, los cuales actúan como enmiendas, catalizadores, desinfectantes. Se concluye que la calidad del compost está condicionado por los insumos usados; el carbón activado es un elemento catalizador que actúa como enmienda y coloide, favoreciendo la descomposición de los residuos orgánicos y la mineralización. Así mismo se determina que el compost es de olor mínimo, lo cual indica que es saludable. Concluimos que el Tratamiento 1 (T1) tiene el mayor nivel de significancia del 5.0%, de la prueba de Student “t” en las comparaciones independientes, nos indica la significancia estadística para el método 1 (Tratamiento 1) cuyos promedios de los siguientes elementos son: pH (8.0)– Tratamiento 2 (7.33), Conductividad Eléctrica (7.69) – Tratamiento 2 (7.36), C/N (12.16) – Tratamiento 2 (13.06), H° (21.72) – Tratamiento 2 (18.70), Ca (18.70) – Tratamiento 2 (0.29).

2.1.3. Antecedentes regionales.

Cajahuanca (2016), en Chaglla-Huánuco desarrollo la tesis de “Optimización del Manejo de Residuos Orgánicos Por Medio de la Utilización de Microorganismos Eficientes (*Saccharomyces Cerevisiae*, *Aspergillus Sp.*, *Lactobacillus Sp.*) en el Proceso de Compostaje en la Central Hidroeléctrica Chaglla” tuvo como objetivo general Optimizar el manejo de residuos orgánicos mediante la aplicación de microorganismos eficientes (*Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus sp.*, *Lactobacillus sp.*) en el proceso de compostaje que se realiza en el centro de gestión de residuos de la Central Hidroeléctrica Chaglla. Concluyendo que:

- El diseño empleado en el proceso del compostaje fue estratégico para la obtención de compost en menos días a comparación del sistema anterior que se empleaba en el Centro de Gestión de

Residuos, esto basado en el uso de microorganismos eficientes y la forma de conformación en lotes, ayudó a captar el calor necesario para la descomposición de los residuos orgánicos.

- El Tratamiento 4 (T4), fue el más eficiente, logrando descomponer la mayor cantidad de residuos orgánicos en 32 días; esto se debe a la dosis de EM utilizada y su distribución en las 4 capas
- Cuando un lote de residuos orgánicos en proceso compostaje no tiene suficiente oxígeno, el proceso se transforma en anaerobio y se producen olores ofensivos. La muerte por asfixia de los microorganismos detiene el proceso e inicia la putrefacción de los residuos.
- El compost obtenido en la investigación ayudó en el impacto social y ambiental e imagen a favor de la empresa, debido que las comunidades imitaban el procedimiento en sus caseríos y ello hace que la comunicación a con el ejemplo de responsabilidad ambiental y social ayudara a la interrelación entre empresa y Comunidad.
- La técnica de compostaje con microorganismos eficientes es una forma sencilla y barata de resolver el problema del 100% de los residuos orgánicos en los diferentes proyectos que incluyen campamentos o de las municipalidades, y además se puede obtener un producto que pueda dar beneficio a los que necesitan un suelo sano y fértil como se ha demostrado con la calidad de compost obtenido en la investigación; además valor económico significativo si se aplican desde las fases iniciales de cualquier obra donde haya un campamento para el personal.
- Se observó que el aserrín es un material ideal para controlar la humedad que trae los residuos orgánicos a compostar.
- Se encontraron numerosas poblaciones de esporas de hongos blancos en todos los lotes que tenían la dosis de la cepa de inoculación
- No se percibieron olores desagradables durante el proceso.
- En el proceso de compostaje se pudo observar que las partículas demasiado grandes no son atacadas por los microorganismos en el

mismo tiempo que los demás residuos orgánicos, entonces el tamaño de los residuos orgánicos juega un papel muy importante y esto hace que el tiempo de procesamiento se alargue.

- La temperatura más alta para el tratamiento uno (T1) fue el día 32 con 27.8°C, para el tratamiento dos (T2) fue el día 23 con 38.64°C, para el tratamiento tres (T3) fue el día 20 con 58.84°C y para el tratamiento 4 (T4) fue el día 24 con 69.5°C; esto se debe a la actividad enzimática de los microorganismos sobre los residuos orgánicos.
- Se proyecta generar 333.9 Tn de abono al año, que será utilizado para las actividades de revegetación en la obra.
- Se proyecta revegetar 100 hectáreas al año y se donará a las comunidades el abono restante que se obtendrá del proceso de compostaje con microorganismos eficientes.
- Los resultados obtenidos con los lotes (T2, T3 y T4) experimentales muestran que el proceso de compostaje fue satisfactorio para el manejo residuos orgánicos. Siendo el lote del Tratamiento 4, Ensayo 1 cuya composición fue la de mayor proporción con 84% de MO (materia orgánica).
- Las características del compost obtenido con el método realizado y la infraestructura de tablas armadas con revestimiento de malla Raschel dieron buenos resultados.
- El abono obtenido se está usando en el programa revegetación, ya que el compost final es rico en micro y macro nutrientes, con concentraciones similares entre los tratamientos dos, tres y cuatro (T2, T3 y T4).
- Proyectado en un año se evitará gastar S/.445 823.53, en el transporte y disposición final de los residuos orgánicos (restos de comida).
- El análisis costo/beneficio muestra que la relación mensual es positiva y viabiliza el proyecto mediante un valor de 2.30, el cual infiere que la capitalización mensual del proyecto sería muy buena.

- El análisis para el periodo de retorno de la inversión nos muestra que en un tiempo un poco mayor a 4 meses (valor = 4.16) ya se estará recuperando la inversión realizada para la construcción de la infraestructura y los costos fijos realizados mediante el ahorro en transporte y disposición de tales residuos.

Sanchez (2015), en Leoncio Prado-Huánuco desarrollo la tesis de “Evaluación de la producción de compost con microorganismos eficientes del distrito de Rupa Rupa” tuvo como objetivo general evaluar la producción de compost con microorganismos eficientes en el distrito de Rupa Rupa. Concluyendo que la temperatura 61.40 °C, humedad de 12.20%, materia orgánica de 43.32% , pH (8.6), altos contenidos (N^+ y Ca^{2+}), bajo contenido (k^+ , P^+ y Mg^{2+}); alto contenido (Fe^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} y Zn^{2+}), macrofauna (clase insecta, clitellata, myriápoda y malacostraca), microfauna (bacterias, actinomicetos, mohos y levaduras). Los microorganismos identificados en los tratamientos fueron los géneros Bacillus sp., Fusarium sp, Botrytis sp, Pseudomonas sp., Geotrichum sp, Nocardia Sp., Trichoderma sp., Penicillium sp., Mucor sp., seguido de Aspergillus sp. Existe correlación positiva (0.99) entre la numeración de bacterias y el magnesio con un valor (p valor=0.094454), la correlación y numeración de actinomicetos, mohos y levaduras con el calcio es fuertemente positiva (1.00), (p valor=0.034432) y (p valor=0.001285), las variables evaluadas son directamente proporcionales, mientras una se incrementa la otra variable tiende a subir o viceversa.

Huata, (2018), en Huánuco desarrollo la tesis “ Determinación de la relación cantidad de Precompost utilizada como alimento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y cantidad de humus de lombriz obtenido en el Distrito Provincia y Región Huánuco octubre-diciembre-2017” tuvo como objetivo determinar la relación de cantidad de pre compost utilizado en la alimentación de la lombriz roja de california (*Eisenia foetida*), con la cantidad de producción de humus de lombriz obtenida y el periodo de duración del proceso. Concluyo que Todas las muestras o tratamientos que se utilizó en la investigación, han tenido la misma relación en el porcentaje del proceso de

conversión del compost a humus de lombriz (humus bruto). Referente a la producción de humus comercial, se ha obtenido un buen resultado, esta se debe según a como se realice el tamizado del humus bruto. El mismo humus con fines industriales debe de dársele un valor agregado con otros aditamentos para enriquecer sus nutrientes y de esta manera obtener un producto de calidad.

El periodo de conversión del pre compost está en relación al peso de la lombriz, estas consumen el alimento en la misma cantidad de su peso; para el caso de la investigación las lombrices han pesado 1.4 gr cada una, según esta relación el consumo de alimento diario fue de 704 gr por lombriz de cada tratamiento por la cual cada uno consta de 500 lombrices. La producción de humus de lombriz, es una tecnología de fácil realización que cualquier agricultor utilizando los residuos orgánicos de sus cocinas pueden producir sus propios abonos que contribuiría a mejorar sus cosechas. La relación de conversión de compost a humus de lombriz guarda correspondencia al peso de las lombrices y al consumo que realizan estos en promedio es de 1.4 gr/cada lombriz. La cantidad utilizada de compost y la cantidad de unidades de lombriz a mayor población más rápido será la conversión por el consumo del compost.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Marco normativo.

2.2.1.1. Constitución política del Perú.

Artículo 2.- Toda persona tiene derecho, A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

2.2.1.2. Ley N° 28611, Ley general del ambiente.

Artículo 119.- Del manejo de los residuos sólidos

La gestión de los residuos sólidos de origen doméstico, comercial o que siendo de origen distinto presenten características similares a aquellos, son de responsabilidad de los gobiernos locales.

Por ley se establece el régimen de gestión y manejo de los residuos sólidos municipales.

La gestión de los residuos sólidos distintos a los señalados en el párrafo precedente son de responsabilidad del generador hasta su adecuada disposición final, bajo las condiciones de control y supervisión establecidas en la legislación vigente.

2.2.1.3. Decreto supremo N° 012-2009-MINAM, Política nacional del ambiente.

En el Eje de política 2 “Gestión Integral de la Calidad Ambiental” en el ámbito de Residuos Sólidos se detalla en sus lineamientos de política:

Fortalecer la gestión de los gobiernos regionales y locales en materia de residuos sólidos de ámbito municipal, priorizando su aprovechamiento.

Impulsar campañas nacionales de educación y sensibilización ambiental para mejorar las conductas respecto del arrojo de basura y fomentar la reducción, segregación, reuso, y reciclaje; así como el reconocimiento de la importancia de contar con rellenos sanitarios para la disposición final de residuos sólidos.

Promover la inversión pública y privada en proyectos para mejorar los sistemas de recolección, operaciones de reciclaje, disposición final de residuos sólidos y el desarrollo de infraestructura a nivel nacional; asegurando el cierre o clausura de botaderos y otras instalaciones ilegales.

2.2.1.4. Decreto legislativo N° 1278, Ley de gestión integral de residuos sólidos.

Artículo 5.- Principios

Para efectos del presente Decreto Legislativo, son de aplicación los siguientes principios:

Valorización de residuos.- Los residuos sólidos generados en las actividades productivas y de consumo constituyen un potencial recurso económico, por lo tanto, se priorizará su valorización, considerando su utilidad en actividades de: reciclaje de sustancias inorgánicas y metales, generación de energía, producción de compost,

fertilizantes u otras transformaciones biológicas, recuperación de componentes, tratamiento o recuperación de suelos, entre otras opciones que eviten su disposición final.

Artículo 34.- Segregación en la fuente

(...) Los generadores de residuos municipales se encuentran obligados a entregar los residuos debidamente segregados a los operadores de residuos sólidos debidamente autorizados o a las municipalidades que presten el servicio.

Artículo 48.- Formas de valorización

Constituyen operaciones de valorización material: la reutilización, reciclado, compostaje, recuperación de aceites, bio-conversión, entre otras alternativas que a través de procesos de transformación física, química, u otros, demuestren su viabilidad técnica, económica y ambiental.

Artículo 51.- Valorización de los residuos orgánicos municipales

Las municipalidades deben valorizar, prioritariamente, los residuos orgánicos provenientes del mantenimiento de áreas verdes y mercados municipales, así como, de ser factible, los residuos orgánicos de origen domiciliario.

Los programas de parques y jardines de las municipalidades son beneficiarios prioritarios del compost, humus o biochar producido con los residuos orgánicos que se generan a partir del servicio de limpieza pública. En caso de excedentes estos podrán ser destinados a donación en general o intercambio con otras municipalidades.

2.2.1.5. Decreto supremo N° 014-2017-MINAM, Reglamento de la ley de gestión integral de residuos sólidos.

Artículo 11.- programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos

El Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos es un instrumento técnico elaborado por las municipalidades, a través del cual se formulan estrategias para la

segregación en fuente y el diseño de la recolección selectiva de los residuos sólidos generados en su jurisdicción, teniendo en consideración un enfoque que incluya la participación de las organizaciones de recicladores formalizados.

Artículo 19.- Segregación en la fuente

El generador de residuos municipales debe realizar la segregación de sus residuos sólidos de acuerdo a sus características físicas, químicas y biológicas, con el objeto de facilitar su valorización y/o disposición final.

Dicha actividad solo está permitida en la fuente de generación, centros de acopio de residuos sólidos municipales y plantas de valorización de residuos sólidos municipales y no municipales, debidamente autorizados y que cuenten con certificación ambiental, según corresponda.

Las municipalidades deben regular el proceso de segregación de residuos sólidos municipales en la fuente en su jurisdicción, en el marco del Programa de Segregación en la Fuente y Recolección Selectiva de Residuos Sólidos.

2.2.1.6. Ley N° 27972, Ley orgánica de municipalidades.

Artículo 80.- Saneamiento, Salubridad Y Salud

Funciones específicas compartidas de las municipalidades distritales:

Administrar y reglamentar, directamente o por concesión el servicio de agua potable, alcantarillado y desagüe, limpieza pública y tratamiento de residuos sólidos, cuando esté en capacidad de hacerlo.

2.2.1.7. Ley N° 26842, Ley general de salud.

Artículo 103.- La protección del ambiente es responsabilidad del Estado y de las personas naturales y jurídicas, los que tienen la obligación de mantenerlo dentro de los estándares que para preservar la salud de las personas, establece la Autoridad de Salud competente.

2.2.1.8. Normativa chilena NCH 28880

De acuerdo a su nivel de calidad el compost se clasifica en las Clases siguientes:

a) Compost Clase A: producto de alto nivel de calidad que cumple con las exigencias establecidas en esta norma para el compost Clase A.

Este producto no presenta restricciones de uso, debido a que ha sido sometido a un proceso de humificación.

Puede ser aplicado a macetas directamente y sin necesidad que sea previamente mezclado con otros materiales.

b) Compost Clase B: producto de nivel intermedio de calidad que cumple con las exigencias establecidas en esta norma para compost Clase B. Este producto presenta algunas restricciones de uso. Para ser aplicado a macetas, requiere ser mezclado con otros elementos adecuados.

c) Compost inmaduro o subestándar: materia orgánica que ha pasado por las etapas mesofílica y termofílica del proceso de compostaje, donde ha sufrido una descomposición inicial, pero no ha alcanzado las etapas de enfriamiento y maduración necesarias para obtener un compost Clase A o Clase B. Es un producto que se debe mezclar para ser aplicado para no producir hambre de nitrógeno.

2.2.2. Antecedentes del compostaje

El compostaje de desechos orgánicos ha sido practicado en alguna medida durante cientos de años por parte de agricultores y horticultores en muchas partes del mundo. Probablemente el ejemplo más significativo es el de los chinos en los deltas de los ríos, ya que mediante la devolución al suelo de los residuos de cosechas, basuras, y barros aluviales transportados por ríos y canales, han sido capaces de mantener altas densidades de población. Mediante la práctica de horticultura excelente, con mano de obra intensiva, la tierra ha permanecido productiva alrededor de 4000 años sin que la fertilidad y la estructura se hayan deteriorado por dicha presión. Otros destacados exponentes de la práctica del compostaje son los agentes del valle de Hunza en el Himalaya que han practicado su agricultura en terrazas en

las laderas de las montañas (Dalzell, Biddlestone, Garay, Thuraiujan, & FAO, 1991).

El compostaje, como lo practicaban los chinos, ha cambiado probablemente muy poco a lo largo de los siglos, siendo en esencia una operación a pequeña escala. Al adoptar el mundo occidental el proceso durante el presente siglo se ha progresado en la comprensión de la reacción fundamental y de su aplicación a gran escala en el tratamiento continuo de los desechos. (Dalzell, Biddlestone, Garay, Thuraiujan, & FAO, 1991).

El aumento del interés en Occidente en el compostaje se originó probablemente por una larga visita a principios de siglo del profesor F.H. King del Departamento de Agricultura de los EE.UU. a China, Japón y Corea, durante la cual registró cuidadosamente sus observaciones. Su libro fue leído por Sir Albert Howard, un economista botánico empleado del Gobierno Indio, que ensayó en Indore las observaciones sobre compostaje de King en China. Después de varios años de experimentos en los años 20, Howard estableció que su método Indore de compostaje producía buenos resultados en términos de los desechos agrícolas y hortícolas, el suministro de mano de obra y las condiciones climáticas en su distrito. Se realizaron un gran número de análisis químicos de Indore, los cuales indicaron que en una pila de composte bien construida había una ganancia neta de nitrógeno y que las mezclas de desechos se compostaban mejor que las materias individuales (Dalzell, Biddlestone, Garay, Thuraiujan, & FAO, 1991).

2.2.3. El compostaje.

El compostaje es un proceso biológico consistente en la degradación biológica de la materia orgánica que tiene como resultado la producción de compost. El compost es una mezcla de productos húmicos, usados como enmienda orgánica no como abono natural, y otros subproductos, que permiten un aprovechamiento de los residuos así como la reducción del volumen inicial. El compostaje es un proceso ventajoso desde el punto de vista ambiental (Vértice, 2008).

El compostaje es la descomposición o degradación de los materiales de desechos orgánicos por una población mixta de microorganismos (microbios) en un ambiente aireado, cálido y húmedo, Los residuos se amontonan juntos en una ruma de manera que el calor generado en el proceso pueda ser conservado. Como resultado, sube la temperatura de la ruma, acelerando por tanto el proceso básico de degradación natural. El producto final del proceso es el compostaje o humus que sirve en agricultura para mejorar la estructura y las propiedades de retención de agua del suelo, y para suministrar nutrientes a las plantas a medida que el compostaje se descompone. Para obtener buenos resultados en la elaboración del compostaje y para su óptima utilización se requieren algunos conocimientos y experiencia práctica (Dalzell, Biddlestone, Garay, Thuraiujan, & FAO, 1991).

El compostaje es la descomposición de la materia orgánica por una gran cantidad de microorganismos en un ambiente caliente, aireado y húmedo para dar como producto final un humus. Los microorganismos son los más diminutos y simples miembros del reino vegetal y animal (Dalzell, Biddlestone, Garay, Thuraiujan, & FAO, 1991).

Los microorganismos toman humedad, oxígeno del aire y alimento del material orgánico. Los organismos emiten agua, energía y dióxido de carbono; se reproducen y finalmente mueren. Parte de la energía liberada se usa para el movimiento y crecimiento, el resto es emitido en forma de calor. Como resultado, una pila de material de compostaje pasa a través de una fase de calentamiento, un pico de temperatura, una fase de enfriamiento y una fase de maduración (Dalzell, Biddlestone, Garay, Thuraiujan, & FAO, 1991).

En general. El procedimiento se usa para transformar materiales de desecho orgánicos en un producto útil. Cuando el material se expone al aire y el contenido de humedad se lleva a un nivel adecuado, los organismos comienzan su actividad. Además de oxígeno del aire y humedad, los microorganismos requieren para su crecimiento y reproducción un suministro de alimento que contenga carbono y

nutrientes tales como potasio, nitrógeno y fósforo. Estos requerimientos de alimento son normalmente proporcionados por los materiales de desecho (Dalzell, Biddlestone, Garay, Thuraiarajan, & FAO, 1991).

2.2.3.1. Compostaje aeróbico.

Es la transformación biológica de la materia orgánica en abonos. Se realiza en presencia de oxígeno a temperatura de 35°C (mesófila) o entre 40-60% y con una relación de C/N de la materia orgánica entre 30 y 50.

Es el proceso más higiénico y productivo de compostaje y produce agua, dióxido de carbono y calor, siendo éste último suficiente para elevar la temperatura y eliminar los microorganismos patógenos de los residuos.

El proceso puede realizarse a cielo abierto, o bien si se acelera, en espacios cerrados, en los cuales se elimina además el problema de los malos olores.

A cielo abierto se lleva a cabo triturando la materia orgánica y disponiéndola en hileras que son volteadas periódicamente para facilitar la oxigenación evitando la descomposición anaeróbica. Este proceso se mantiene hasta que la temperatura se estabiliza en los 25°C lo que suele ocurrir a las tres o cuatro semanas (Vértice, 2008).

2.2.3.2. Compostaje anaeróbico.

Es un proceso biológico **acelerado** artificialmente, que tiene lugar en condiciones escasas de oxígeno o en su ausencia total, sobre sustratos orgánicos.

Es más lento, disipa poco calor y descompone la materia orgánica en compuestos orgánicos, sobre los que actúan los microorganismos anaeróbicos que producen metano.

El metano tiene un elevado poder energético por lo que puede ser aprovechado para la generación energía calorífica y cogeneración de energía eléctrica.

Este proceso está limitado por la producción de malos olores y la inestabilidad de los factores que rigen el proceso, como son, la acidez, temperatura y presencia de sustancias tóxicas (Vértice. 2008).

2.2.4. Parámetros del Proceso.

La descomposición de la materia orgánica durante el compostaje es una situación constantemente cambiante en la que la temperatura, pH y disponibilidad de alimento varían. Los números y especies de organismos también cambian durante el proceso. Estos incluyen el suministro de nutrientes, tamaño de partículas, contenido de humedad, firmeza estructural, aireación, agitación, acidez (pH) y tamaño de la pila. Se deben proporcionar las condiciones operativas más adecuadas para cada situación dada; estas dependen normalmente de la disponibilidad de la mano de obra y del costo (Dalzell, Biddlestone, Garay, Thurairajan, & FAO, 1991).

2.2.4.1. Tamaño de la Partícula.

Cuanto más pequeño sea el tamaño de las partículas el material orgánico, mayor será el área superficial disponible para el ataque por los microorganismos. Partículas muy pequeñas y estrechas. Esto impide el movimiento del aire hacia el interior de la pila de compostaje y el movimiento del dióxido de carbono hacia fuera. Si el tamaño de partícula es muy grande, el área superficial para el ataque se reduce mucho; la reacción entonces procederá más lentamente o puede pararse totalmente (Dalzell, Biddlestone, Garay, Thurairajan, & FAO, 1991).

La actividad microbiana está relacionada con el tamaño de la partícula, esto es, con la facilidad de acceso al sustrato. Si las partículas son pequeñas, hay una mayor superficie específica, lo cual facilita el acceso al sustrato. El tamaño ideal de los materiales para comenzar el compostaje es de 5 a 20 cm (Roman, Martínez, & Pantoja, 2013).

La densidad del material, y por lo tanto la aireación de la pila o la retención de humedad, están estrechamente relacionados con el tamaño de la partícula, siendo la densidad aproximadamente 150 -250 kg/m³, conforme avanza el proceso de compostaje, el tamaño disminuye y por tanto, la densidad aumenta, 600-700 kg/m³ (Roman, Martínez, & Pantoja, 2013).

2.2.4.2. Nutrientes.

El proceso de compostaje depende de la acción de los microorganismos que requieren una fuente de carbono que les proporcione energía y material para nuevas células, junto a un suministro de nitrógeno es el nutriente más importante y, en general, si hay suficiente nitrógeno disponible en la materia orgánica original la mayoría de los otros nutrientes estarán también disponibles en cantidades adecuadas.

El método más sencillo de ajustar la relación C/N es hacer una mezcla de diferentes materiales de contenidos altos y bajos de carbono y nitrógeno. Por ejemplo, materiales de paja que tienen una relación C/N alta se pueden mezclar con tierras cloacales, estiércol y excrementos que tienen relaciones C/N bajas (Dalzell, Biddlestone, Garay, Thurairajan, & FAO, 1991).

La relación C:N varía en función del material de partida y se obtiene la relación numérica al dividir el contenido de C (%C total) sobre el contenido de N total (%N total) de los materiales a compostar. Esta relación también varía a lo largo del proceso, siendo una reducción continua, desde 35:1 a 15:1 (Roman, Martín, & Pantoja, 2013).

2.2.4.3. Humedad.

Todos los organismos requieren agua para vivir. Cuando el contenido de humedad está por debajo del 30 por ciento en peso fresco las reacciones biológicas en una pila de composte se retardan considerablemente. Cuando el contenido de humedad es demasiado alto los espacios entre las partículas del material se saturan de agua, impidiendo el movimiento del aire dentro de la pila. El contenido óptimo de humedad de los ingredientes para el compostaje es 50-60 por ciento. El máximo contenido de humedad en la práctica depende de la firmeza estructural en húmedo de los materiales.

Durante el compostaje por los microorganismos se produce agua y se pierde por evaporización con la corriente de aire (Dalzell, Biddlestone, Garay, Thurairajan, & FAO, 1991).

La humedad es un parámetro estrechamente vinculado a los microorganismos, ya que, como todos los seres vivos, usan el agua como medio de transporte de los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular (Roman, Martínez, & Pantoja, 2013).

La humedad óptima para el compost se sitúa alrededor del 55%, aunque varía dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas, así como del sistema empleado para realizar el compostaje (ver sección sobre Tamaño de Partícula). Si la humedad baja por debajo de 45%, disminuye la actividad microbiana, sin dar tiempo a que se completen todas las fases de degradación, causando que el producto obtenido sea biológicamente inestable. Si la humedad es demasiado alta (>60%) el agua saturará los poros e interferirá la oxigenación del material (Roman, Martínez, & Pantoja, 2013).

En procesos en que los principales componentes sean substratos tales como aserrín, astillas de madera, paja y hojas secas, la necesidad de riego durante el compostaje es mayor que en los materiales más húmedos, como residuos de cocina, hortalizas, frutas y cortes de césped. El rango óptimo de humedad para compostaje es del 45% al 60% de agua en peso de material base (Roman, Martínez, & Pantoja, 2013).

2.2.4.4. Aireación.

Un suministro adecuado de aire a todas las partes de una pila de composte es esencial para el suministro de oxígeno a los organismos y para eliminar el dióxido de carbono producido. La ausencia de aire (condiciones anaeróbicas) conducirá al desarrollo de distintos tipos de microorganismos, causando o bien una conservación acida (similar al ensilaje) o una putrefacción de la pila que producirá malos olores (Dalzell, Biddlestone, Garay, Thurairajan, & FAO, 1991).

La aireación se logra por el movimiento natural del aire hacia el interior de la pila de composte, mediante el volteo periódico del material, a mano o con una máquina, o insuflando aire en la pila usando un ventilador. El movimiento natural del aire sigue el “efecto

chimenea” en el que las corrientes de convección cálidas se elevan a través y hacia fuera de la pila (Dalzell, Biddlestone, Garay, Thurairajan, & FAO, 1991).

El compostaje es un proceso aerobio y se debe mantener una aireación adecuada para permitir la respiración de los microorganismos, liberando a su vez, dióxido de carbono (CO_2) a la atmosfera. Así mismo, la aireación evita que el material se compacte o se encharque. Las necesidades de oxígeno varían durante el proceso, alcanzando la mayor tasa de consumo durante la fase termofílica (Roman, Martín, & Pantoja, 2013).

La saturación de oxígeno en el medio no debe bajar del 5%, siendo el nivel óptimo el 10%. Un exceso de aireación provocaría el descenso de temperatura y una mayor pérdida de la humedad por evaporación, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua. Las células de los microorganismos se deshidratan, algunos producen esporas y se detiene la actividad enzimática encargada de la degradación de los diferentes compuestos. Por el contrario, una baja aireación, impide la suficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis. Se producen entonces malos olores y acidez por la presencia de compuestos como el ácido acético, ácido sulfhídrico (H_2S) o metano (CH_4) en exceso (Rodríguez & Córdova, 2006).

2.2.4.5. Dióxido de carbono (CO_2).

Como en todo proceso aerobio o aeróbico, ya sea en el compostaje o aun en la respiración humana, el oxígeno sirve para transformar (oxidar) el C (carbono) presente en las materias primas (substrato o alimentos) en combustible. A través del proceso de oxidación, el C se transforma en biomasa (más microorganismos) y dióxido de carbono (CO_2), o gas producido por la respiración, que es fuente de carbono para las plantas y otros organismos que hacen fotosíntesis. Sin embargo, el dióxido de carbono (CO_2) también es un gas de efecto invernadero, es decir, contribuye al cambio climático (Roman, Martín, & Pantoja, 2013).

Durante el compostaje, el dióxido de carbono (CO₂) se libera por acción de la respiración de los microorganismos y, por tanto, la concentración varía con la actividad microbiana y con la materia prima utilizada como sustrato. En general, pueden generarse 2 a 3 kilos de dióxido de carbono (CO₂) por cada tonelada, diariamente. El dióxido de carbono (CO₂) producido durante el proceso de compostaje, en general es considerado de bajo impacto ambiental, por cuanto es capturado por las plantas para realizar fotosíntesis (Roman, Martín, & Pantoja, 2013).

2.2.4.6. Agitación o Volteo.

En sistemas de compostaje que están basados en el flujo natural de aire, las regiones centrales inferiores de la pila pueden no tener suficiente oxígeno puesto que la cantidad de aire que entra en la pila es inadecuada. En estos casos el volteo del material a mano, o con máquina, permite que el aire alcance en estas áreas (Dalzell, Biddlestone, Garay, Thurairajan, & FAO, 1991).

El volteo tiene un efecto claramente beneficioso en el proceso de compostado. Ayuda al mezclar los varios desechos en la pila; traslada los bordes externos de la pila fríos y probablemente secos al centro caliente; ayuda a la aireación dado que el aire habrá tenido dificultades para penetrar en el centro de la pila; permite humedecer el material si se ha secado demasiado (Dalzell, Biddlestone, Garay, Thurairajan, & FAO, 1991).

2.2.4.7. Temperatura.

Al comienzo del procedimiento, el material se encuentra a temperatura ambiente. En la primera etapa, calentamiento gradual, los microorganismos presentes en el material se multiplican rápidamente y la temperatura se eleva. Durante este periodo se descomponen todos los compuestos muy atacables tales como azúcares, almidones y grasas. Cuando la temperatura alcanza 60°C, la actividad de los hongos cesa, y la descomposición es llevada a cabo por los actinomicetos y las cepas de bacterias forman esporas. La velocidad de descomposición se modera, y se alcanza el máximo de temperatura.

A la temperatura máxima la pila pierde tanto calor como el que los microorganismos producen (Dalzell, Biddlestone, Garay, Thuraijan, & FAO, 1991).

La temperatura tiene un amplio rango de variación en función de la fase del proceso. El compostaje inicia a temperatura ambiente y puede subir hasta los 65°C sin necesidad de ninguna actividad antrópica (calentamiento externo), para llegar nuevamente durante la fase de maduración a una temperatura ambiente (Roman, Martínez, & Pantoja, 2013).

Es deseable que la temperatura no decaiga demasiado rápido, ya que a mayor temperatura y tiempo, mayor es la velocidad de descomposición y mayor higienización (Roman, Martínez, & Pantoja, 2013).

2.2.4.8. Ph.

El pH del compostaje depende de los materiales de origen y varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5). En los primeros estadios del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoniaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro (Roman, Martínez, & Pantoja, 2013).

El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6,0- 7,5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5,5-8,0. El rango ideal es de 5,8 a 7,2 (Roman, Martínez, & Pantoja, 2013).

2.2.5. Fases del compostaje según su temperatura.

2.2.5.1. Fase mesófila.

El material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando

calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días) (Roman, Martín, & Pantoja, 2013).

2.2.5.2. Fase Termófila o de Higienización.

Cuando el material alcanza temperaturas mayores que los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina (Roman, Martín, & Pantoja, 2013).

Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube. En especial, a partir de los 60 °C aparecen las bacterias que producen esporas y actinobacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores (Roman, Martín, & Pantoja, 2013).

Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella* spp. Esta fase es importante pues las temperaturas por encima de los 55°C eliminan los quistes y huevos de helminto, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado (Roman, Martín, & Pantoja, 2013).

2.2.5.3. Fase de enfriamiento o mesófila II.

Agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40 ° C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH

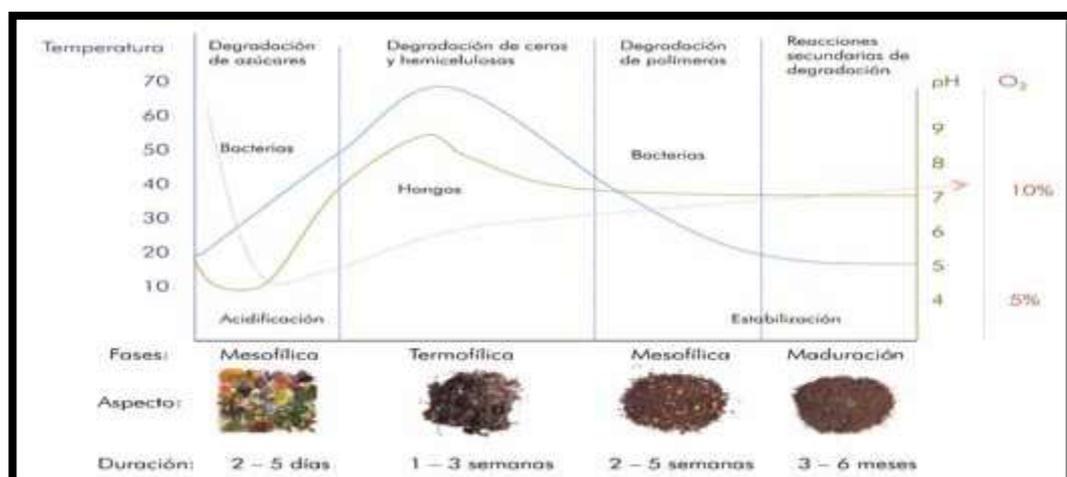
del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración (Roman, Martín, & Pantoja, 2013).

2.2.5.4. Fase de maduración.

Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos (Roman, Martín, & Pantoja, 2013).

Ilustración 1

Temperatura, oxígeno y pH en el proceso de compostaje



Fuente: P. Roman, FAO

2.2.6. Componentes del programa municipal de compostaje.

2.2.6.1. Separación.

Consiste en segregar residuos orgánicos (como restos de alimentos y papel), factibles de descomponerse biológicamente vía un proceso de compostaje, de otros residuos no compostables (como vidrio, metal y plásticos). Entre más cercana al origen de la generación se realice esta separación, más puros (menos contaminados) estarán los residuos y, consecuentemente, mayor será la calidad de la composta terminada (Rodríguez & Córdova, 2006).

2.2.6.2. Recolección

Consiste en el traslado de los residuos separados en diversas fuentes de general sitio de tratamiento, sea este una pila en el jardín o huerto, una compostadora o una planta de composta.

El equipo y los vehículos de recolección deben ser adecuados y suficientes para los volúmenes recolectados. Así mismo, las frecuencias de recolección y las rutas deben ser bien planeadas y bien comunicadas a los usuarios (Rodríguez & Córdova, 2006).

2.2.6.3. Tratamiento

Es el proceso de compostaje en sí, los ingredientes principales del compostaje son nitrógeno, carbono, oxígeno y agua. Estos factores proveen el ambiente idóneo para la actividad microbiana de degradación de la materia orgánica. A través del control y el monitoreo de los cuatro factores mencionados, se puede favorecer, e incluso acelerar, el proceso de degradación (Rodríguez & Córdova, 2006).

2.2.6.4. Distribución y utilización

La distribución es el traslado de la composta producida a los sitios en donde se a utilizar. En operaciones a pequeña escala, no requieren de mayor planeación ni equipo, pues las distancias suelen ser muy cortas y pocos sus usuarios finales.

La utilización es uno de los componentes fundamentales de un programa de compostaje. Si la composta no se utiliza, no se completa el ciclo para el cual se instrumentó el programa y se pierden los beneficios de mejoramiento del suelo que ofrece el producto (Rodríguez & Córdova, 2006).

2.2.7. Aplicación del compost.

El compost se puede aplicar semimaduro o ya maduro. El compost semimaduro tiene una elevada actividad biológica y el porcentaje de nutrientes fácilmente asimilables por las plantas es mayor que en el compost maduro. Por otro lado, al tener un pH no estable aún (tendiendo a la acidez), puede afectar negativamente a la germinación, por lo que este compost no se usa para germinar

semillas, ni en plantas delicadas. La aplicación en horticultura del compost semimaduro es normalmente una aplicación de primavera de 4 – 5 kg/m² en el terreno previamente labrado (coliflor, apio, papa...). En cultivos extensivos, la aplicación es de 7 – 10 T/ha de compost. El compost maduro se usa en gran medida para plántulas, jardineras y macetas. Se suele mezclar (20%-50%) con tierra y otros materiales como turba y cascarilla de arroz como preparación de sustrato (Roman, Martín, & Pantoja, 2013).

2.2.8. Material compostable.

Según (Roman, Martín, & Pantoja, 2013) la gran mayoría de los materiales orgánicos son compostables. En la siguiente lista se hace una extensa relación de materiales que se pueden compostar:

- Restos de cosecha, plantas del huerto o jardín. Ramas trituradas o troceadas procedentes de podas, hojas caídas de árboles y arbustos.
- Heno y hierba segada. Césped o pasto (preferiblemente en capas finas y previamente desecado).
- Estiércol de porcino, vacuno, caprino y ovino, y sus camas de corral. Prácticas de gestión aplicadas en cada caso. Otro aspecto importante es la cantidad de microorganismos patógenos presentes en el compost pues si esta cantidad es alta se requerirá mayor tiempo para la eliminación de éstos.
- Restos orgánicos de cocina en general (frutas y hortalizas). Alimentos estropeados o caducados. Cáscaras de huevo (preferible trituradas). Restos de café. Restos de té e infusiones. Cáscaras de frutos secos. Cáscaras de naranja, cítricos o piña (pocos y troceadas). Papas estropeadas, podridas o germinadas.
- Aceites y grasas comestibles (muy esparcidas y en pequeña cantidad).
- Virutas de serrín (en capas finas).
- Servilletas, pañuelos de papel, papel y cartón (no impresos ni coloreados, ni mezclados con plástico).
- Cortes de pelo (no teñido), residuos de esquilado de animales.

No se deben incluir materiales inertes, tóxicos o nocivos tales como:

- Residuos químicos-sintéticos, pegamentos, solventes, gasolina, petróleo, aceite de vehículos, pinturas.
- Materiales no degradables (vidrio, metales, plásticos).
- Aglomerados o contrachapados de madera (ni sus virutas o serrín).
- Tabaco, ya que contiene un biocida potente como la nicotina y diversos tóxicos.
- Detergentes, productos clorados, antibióticos, residuos de medicamentos.
- Animales muertos (estos deben ser incinerados en condiciones especiales, no pueden ser compostados en pilas especiales).
- Restos de alimentos cocinados, carne.

2.2.9. Controles de temperatura, humedad y pH.

Según (Roman, Martínez, & Pantoja, 2013) La forma casera de realizar estos controles son:

Temperatura: si no se dispone de un termómetro, se puede utilizar una barra de metal o de madera, si no se tiene de metal, La barra se introduce en distintos puntos de la pila y manualmente se comprueba un aproximado de la temperatura según la fase de compostaje y observando las temperaturas recomendadas en cada fase.

Humedad: se puede hacer la llamada “técnica del puño cerrado”, que consiste en introducir la mano en la pila, sacar un puñado de material y abrir la mano. El material debe quedar apelmazado pero sin escurrir agua. Si corre agua, se debe voltear y/o añadir material secante (aserrín o paja). Si el material queda suelto en la mano, entonces se debe añadir agua y/o añadir material fresco (restos de hortalizas o césped).

Acidez o pH: Hay dos modalidades de medida, una directamente en la pila y otra en un extracto de compost.

- **Medida del pH en la pila:** Si el compost está húmedo pero no encharcado, se puede, se puede insertar una tira indicadora de pH

en el compost. Se deja reposar durante unos minutos para absorber el agua, y se lee el pH mediante la comparación del color.

- **Medida del pH en solución acuosa:** Se toman varias muestras del compost y se colocan en recipientes con agua (volumen/volumen 1:5). Se agita y se toma la lectura, preferiblemente con pHmetro, si no se tiene pHmetro, entonces con tira indicadora.

2.2.10. Propiedades del compost.

Según (INFOAGRO, 2010):

- Mejora las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. Se obtienen suelos más esponjosos y con mayor retención de agua.
- Mejora las propiedades químicas. Aumenta el contenido en macronutrientes N (nitrógeno), P (fosforo), K (potasio), y micronutrientes, la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) y es fuente y almacén de nutrientes para los cultivos.
- Mejora la actividad biológica del suelo. Actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que viven a expensas del humus y contribuyen a su mineralización.
- La población microbiana es un indicador de la fertilidad del suelo.

2.2.11. Abono orgánico.

Los abonos orgánicos son sustancias que están constituidas por desechos de origen animal, vegetal o mixto que se añaden al suelo con el objeto de mejorar sus características físicas, biológicas y químicas. Estos pueden consistir en residuos de cultivos dejados en el campo después de la cosecha; cultivos para abonos en verde (principalmente leguminosas fijadoras de nitrógeno); restos orgánicos de la explotación agropecuaria (estiércol, purín); restos orgánicos del procesamiento de productos agrícolas; desechos domésticos, (basuras de vivienda,

excretas); compost preparado con las mezclas de los compuestos antes mencionados (Augusto, 2010).

Esta clase de abonos no sólo aporta al suelo materiales nutritivos, sino que además influye favorablemente en la estructura del suelo. Asimismo, aportan nutrientes y modifican la población de microorganismos en general, de esta manera se asegura la formación de agregados que permiten una mayor retención de agua, intercambio de gases y nutrientes, a nivel de las raíces de las plantas (Augusto, 2010).

2.2.12. Beneficios del uso de abonos orgánicos.

Los terrenos cultivados sufren la pérdida de una gran cantidad de nutrientes, lo cual puede agotar la materia orgánica del suelo, por esta razón se deben restituir permanentemente. Esto se puede lograr a través del manejo de los residuos de cultivo, el aporte de los abonos orgánicos, estiércoles u otro tipo de material orgánico introducido en el campo (Augusto, 2010).

El abonamiento consiste en aplicar las sustancias minerales u orgánicas al suelo con el objetivo de mejorar su capacidad nutritiva, mediante esta práctica se distribuye en el terreno los elementos nutritivos extraídos por los cultivos, con el propósito de mantener una renovación de los nutrientes en el suelo. El uso de los abonos orgánicos se recomienda especialmente en suelos con bajo contenido de materia orgánica y degradada por el efecto de la erosión, pero su aplicación puede mejorar la calidad de la producción de cultivos en cualquier tipo de suelo (Augusto, 2010).

La composición y contenido de los nutrientes de los estiércoles varía mucho según la especie de animal, el tipo de manejo y el estado de descomposición de los estiércoles. La gallinaza es el estiércol más rico en nitrógeno, en promedio contiene el doble del valor nutritivo del estiércol de vacuno (Augusto, 2010).

2.2.13. Valoración agronómica del compost.

Desde un punto de vista agrícola, la aplicación de un compost al suelo no se debe considerar como algo aislado y referido única y

exclusivamente a la calidad y características de dicho compost, sino ligado a la propia problemática del suelo donde se va a aplicar, así como a los cultivos que se van a desarrollar Costa et al., 1995 como se citó en (Roca, 2010).

El suelo, visto como un sistema depurador, tiene gran incidencia, puesto que iones aportados por el compost pueden formar complejos con sus coloides minerales. Asimismo, los vegetales que se desarrollan en el suelo pueden asimilar una cantidad considerable de nutrientes, impidiendo su pérdida por lixiviación. Existe, por tanto, un sistema dinámico gracias al cual los elementos nutritivos pueden reciclarse, pasando de los residuos a las plantas, al aire o al agua, y, por lo tanto, puede considerarse al suelo como el mejor destino natural para los residuos. Desde una perspectiva agronómica, tradicionalmente se ha considerado al compost como un producto capaz de restituir al suelo la materia orgánica que se pierde por los cultivos, y en este sentido eran definidos por la legislación española. Pero ya en sus orígenes, el compostaje, concebido como un sistema industrializado de conversión de los residuos orgánicos en fertilizantes, persigue algo más que la simple producción de materia orgánica; por ello, hoy en día, se considera que el compostaje de residuos orgánicos, además de ser una forma operativa para el tratamiento de los mismos, posibilita el retorno a los terrenos de cultivo de una parte de las extracciones minerales efectuadas por las cosechas. Todo esto lleva a considerar al compost, especialmente cuando ha sido elaborado con residuos y procedimientos adecuados, como un material agronómicamente completo y a considerar estos productos como una fuente estimable de recursos minerales. Agronómicamente pues, el compost está reconocido como fertilizante (suministrador de nutrientes) y como enmienda orgánica (mejora la estructura del suelo). Su acción correctora se debe analizar desde tres aspectos diferentes Costa et al., 1995 como se citó en (Roca, 2010).

2.2.13.1. Aspecto químico.

Según (Roca, 2010):

- El compost tiene un efecto directo, debido a su gran contenido en materia orgánica, sobre la macroestructura de los suelos agrícolas, especialmente cuando se trata de zonas áridas. Influye sobre el volumen de los poros, dando como resultado una mejora en la distribución de humedad e intercambio de gases.

- Aumenta la capacidad de retención hídrica, debido a la propiedad de las sustancias húmicas de retener agua.

- Incrementa la retención de nutrientes por las plantas y los elementos traza en el suelo, debido a las propiedades de intercambio iónico de la materia orgánica.

- Previene la erosión del suelo por la acción del humus en la creación de una mejor estructura del mismo.

2.2.13.2. Aspecto físico.

La acción nutriente de un compost se puede desarrollar en dos direcciones:

a) Directa:

- Suministra N (nitrógeno), P (fosforo) y K (potasio), en porcentajes relativamente pequeños, pero muy equilibrados. Además, de suministrar oligoelementos, que pueden ejercer efectos positivos o causar problemas de toxicidad a largo plazo. (Roca, 2010).

b) Indirecta:

- Favorece la utilización de los fertilizantes químicos por las plantas. Los óxidos de hierro y aluminio del suelo absorben materia orgánica, impidiendo con ello o cuando menos retrasando, la fijación de los fosfatos solubles. Los compost evitan igualmente las pérdidas por lixiviación de las formas solubles de nitrógeno. (Roca, 2010)
- Los elementos cuya presencia se considera fundamental para establecer el valor agronómico del compost son Costa et al., 1995 como se citó en (Roca, 2010): carbono, nitrógeno,

fósforo, potasio y oligoelementos o elementos traza (metales y metaloides). El proceso de compostaje influye también sobre el valor agronómico del compost dado que dicho proceso consta de dos fases (compostaje y maduración). La primera de ellas, durante la cual se produce una fuerte mineralización de la materia orgánica, tiene gran influencia sobre algunos parámetros incidentes en el valor agronómico del compost. Lo primero que se observa cuando una masa de residuos se somete a un proceso de compostaje es una pérdida de peso con valores muy variados (desde el 12% hasta valores superiores al 50%) dependiendo de la biodegradabilidad de los materiales que se compostan y de su porosidad. Durante el proceso de compostaje se produce un aumento del porcentaje de cenizas y con él, el de todos los elementos contenidos en la fracción mineral, tales como fósforo, calcio, magnesio, sodio y metales pesados. Asimismo, aumenta la capacidad de intercambio catiónico, lo que indica que la materia orgánica restante cuenta con un mayor número de grupos funcionales que la que existía en un principio. Este aumento de macronutrientes y de la capacidad de cambio puede considerarse un hecho positivo, obteniéndose con el compostaje un producto, compost, con mayor poder fertilizante y capacidad de retener iones. Además disminuye el porcentaje de carbono, puesto que la mineralización conlleva la desaparición de las formas más lábiles de éste; si bien la materia orgánica que queda es más policondensada y, por tanto, más favorable desde el punto de vista de formación de humus. En contrapartida, el proceso de compostaje provoca el aumento de la salinidad del material, como se refleja en los valores de la conductividad eléctrica de sus extractos. (Roca, 2010).

2.2.13.3. Aspecto biológico.

La adición de compost al suelo favorece la coexistencia en el mismo de diversas especies de microorganismos; si se utilizasen exclusivamente fertilizantes químicos se favorecería sólo la proliferación de especies muy determinadas. El aporte de compost al suelo hace aumentar de forma espectacular la microflora del mismo. El aumento de microorganismos, enzimas y metabolitos microbianos que lleva consigo la incorporación de compost, puede favorecer la estimulación de sustancias de acción fitohormonal por parte de los microorganismos del suelo Greene, 1980 como se citó en (Roca, 2010). Estrechamente ligada a la microflora está la producción de sustancias biológicas activas, que pueden influir en el desarrollo de las plantas (vitaminas, hormonas, antibióticos, aminoácidos, etc.) (Roca, 2010).

Un factor extremadamente importante para la fertilidad del suelo es la población microbiana existente, responsable de la eficacia de los ciclos biológicos (C, N, P, etc.) de los cuales depende la mineralización de toda la materia de la que provienen los elementos esenciales para la vida y el desarrollo de las plantas. Particularmente importante es la actividad de los microorganismos en la rizosfera, donde los productos excretados por las raíces determinan una concentración microbiana claramente superior a la del suelo alejado de la raíz (Roca, 2010).

Por lo que respecta a la fertilidad biológica, los residuos que contienen cantidades altas de nitrógeno y fósforo son muy mineralizables por los microorganismos; en este sentido, todos los microorganismos existentes en el compost desempeñan un papel importante en la mineralización de la materia orgánica, favoreciendo la movilidad de otros micronutrientes y macronutrientes (Roca, 2010).

Conviene indicar que diversos grupos de mesofauna desempeñan un importante papel en la transformación de los residuos y en su incorporación al suelo. En primer lugar, hay que destacar a los protozoos y rotíferos existentes en el compost y los nematodos y lombrices del suelo. Estas últimas favorecen la mezcla entre los residuos y el propio suelo. También es favorable la acción ejercida por

nematodos, rotíferos y protozoos en lo que se refiere a la eliminación de grandes cantidades de bacterias; la disminución del número de bacterias es importante en muchos casos, porque el crecimiento incontrolado conduce al bloqueo de poros del suelo, llevándolo a condiciones de anaerobiosis, obstaculizando con ello el desarrollo de la microfauna y mesofauna (Roca, 2010).

2.2.14. Antecedentes de los microorganismos eficientes.

Se desarrollan utilizando tres organismos principales, a saber, bacterias fototróficas, bacterias del ácido láctico y levaduras. Estos tres tipos son indispensables para la EM e incluso si no se incluyeran otras especies, desarrollarían formas coexistentes con otros organismos benéficos en el medio ambiente. Esto sucede, ya que la EM no se realiza en condiciones estériles, sino que utiliza tecnología simple en muchos entornos difíciles. Por lo tanto, los EM de hoy constan de estos tres tipos principales, que posteriormente se enriquecen naturalmente con otras especies, como los hongos filamentosos y Actinomycetes. El principio fundamental es que las tres especies principales deben ser abundantes en EM y que el pH de la solución debe estar por debajo de 3.5. Esta es la tecnología y, si se encuentra esta combinación, la solución desarrollada en cualquier lugar desarrollará los efectos beneficiosos de la EM (Teruo).

2.2.15. Microorganismos eficientes.

Prof. Dr. Teruo Higa, Universidad de Ryukyus, Okinawa, Japón desarrolló el primer grupo de microorganismos efectivos, que finalmente llama EM en 1980. Está disponible en forma líquida. Se produce a través de un proceso natural de la fermentación y no sintetiza químicamente o por ingeniería genética. EM es una combinación de varios microorganismos beneficiosos, de origen natural utilizados principalmente para o que se encuentran en los alimentos. EM es un concentrado líquido. Se produce en cubas de cultivos de más de 80 variedades de microorganismos. Los microorganismos se han extraído de 10 géneros pertenecientes a 5 familias diferentes. La característica más sobresaliente de EM es este que incluye ambas

especies aeróbicas y anaeróbicas. Coexisten en simbiosis de la manera más beneficiosa productiva. EM contiene beneficiosos pequeños microorganismos anabióticos forman 3 géneros principales: bacterias fototróficas, bacterias fotosintéticas, las bacterias de ácido láctico, levadura, hongos y actinomicetos eficaces (Sanko Sangyo Co., Ltd., 2010).

2.2.16. Tipo de microorganismos eficientes que constituyen la cepa madre.

2.2.16.1. Bacterias fototróficas (*Rhodospseudomonas spp*).

Las bacterias fototróficas son un grupo de microbios independientes y autosuficientes. Estas bacterias sintetizan sustancias útiles de secreciones de raíces, materia orgánica y/o gases dañinos (ej: ácido sulfhídrico) con el uso de luz solar y calor del suelo como fuentes de energía. Estas sustancias útiles incluyen aminoácidos, ácidos nucleicos, sustancias bioactivas y azúcares, los cuales promueven el crecimiento y desarrollo de la planta (INFOAGRO, 2011).

Los metabolitos hechos por estos microorganismos son absorbidos directamente por las plantas y actúan como sustrato para el incremento poblacional de microorganismos benéficos. Por ejemplo, en la rizósfera las micorrizas vesicular, arbuscular (VA) se incrementan gracias a la disponibilidad de compuestos nitrogenados (aminoácidos) que son secretados por las bacterias fototróficas. Las micorrizas VA en respuesta incrementa la solubilidad de fosfatos en el suelo y por ello otorgan fósforo que no era disponible a las plantas. Las micorrizas VA también pueden coexistir con azobacter y rizobiums, incrementando la capacidad de las plantas para fijar nitrógeno de la atmósfera (INFOAGRO, 2011).

2.2.16.2. Bacterias ácido lácticas (*Lactobacillus spp*).

Las bacterias ácido lácticas producen ácido láctico de azúcares y otros carbohidratos, producidos por las bacterias fototróficas y levaduras. Por eso, algunas comidas y bebidas como el yogur y encurtidos son hechas con bacterias Acido lácticas desde tiempos

remotos. Sin embargo, el ácido láctico es un compuesto esterilizante fuerte que suprime microorganismos dañinos y ayuda a la descomposición de materiales como la lignina y la celulosa fermentándolos, removiendo efectos no deseables de la materia orgánica no descompuesta. (INFOAGRO, 2011).

Las bacterias ácido lácticas tienen la habilidad de suprimir enfermedades incluyendo microorganismos como fusarium, que aparecen en programas de cultivos continuos. En circunstancias normales, especies como fusarium debilitan las plantas, exponiéndolos a enfermedades y poblaciones grandes de plagas como los nemátodos. El uso de bacterias ácido lácticas reducen las poblaciones de nemátodos y controla la propagación y dispersión de fusarium, y gracias a ello induce un mejor ambiente para el crecimiento de los cultivos (INFOAGRO, 2011).

2.2.16.3. Levaduras (*Saccharomyces spp*).

Las levaduras sintetizan sustancias antimicrobiales y otras útiles, requeridas por las plantas para su crecimiento a partir de aminoácidos y azúcares secretados por las bacterias fototrópicas, materia orgánica y raíces de plantas. (INFOAGRO, 2011).

Las sustancias bioactivas como las hormonas y las enzimas producidas por las levaduras promueven la división activa celular y +radical. Estas secreciones también son sustratos útiles para el EM como las bacterias ácido lácticas y actinomicetes (INFOAGRO, 2011).

2.2.16.4. Actinomicetos.

La estructura de los Actinomicetos, intermedia entre la de las bacterias y hongos, producen sustancias antimicrobianas a partir de los aminoácidos y azúcares producidos por las bacterias fotosintéticas y por la materia orgánica. Esas sustancias antimicrobianas suprimen hongos dañinos y bacterias patógenas (Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú Capacítate Perú -APROLAB, 2017).

Los Actinomicetos pueden coexistir con la bacteria fotosintética. Así, ambas especies mejoran la calidad de los suelos a través del

incremento de la actividad microbiana (Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú Capacítate Perú-APROLAB, 2017)

2.2.17. Aplicación de los microorganismos eficientes.

Los desechos sólidos y la basura de cocina se pueden reciclar para hacer fertilizantes con EM, el olor de los desechos se pueden eliminar rápidamente.

Generalmente EM convierte a los desechos en productos inofensivos y útiles. Normalmente la descomposición de los desechos tarda varios meses, con EM tarda únicamente de 4 a 6 semanas (Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú Capacítate Perú-APROLAB, 2017).

2.2.18. Importancia de los microorganismos eficientes.

Existen microorganismos en el aire, en el suelo, en nuestros intestinos, en los alimentos que consumimos, en el agua que bebemos. Las condiciones actuales de contaminación y uso excesivo de sustancias químicas sintéticas han causado la proliferación de especies de microorganismos considerados degeneradores. Estos microorganismos a grandes rasgos, son causantes de enfermedades en plantas y animales y generan malos olores y gases nocivos al descomponer residuos orgánicos (Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú Capacítate Perú-APROLAB, 2017).

Los microorganismos eficientes, como inoculante microbiano, reestablece el equilibrio microbiológico del suelo, mejorando sus condiciones físico-químicas, incrementando la producción de los cultivos y su protección; además conserva los recursos naturales, generando una agricultura sostenible. Entre los efectos sobre el desarrollo de los cultivos se pueden encontrar:

En las plantas:

- Aumento de la velocidad y porcentaje de germinación de las semillas, por su efecto hormonal, similar al del ácido giberélico.

- Aumento del vigor y crecimiento del tallo y raíces, desde la germinación hasta la emergencia de las plántulas, por su efecto como rizo bacterias promotoras del crecimiento vegetal.
- Incremento de las probabilidades de supervivencia de las plántulas.
- Genera un mecanismo de supresión de insectos y enfermedades en las plantas, ya que pueden inducir la resistencia sistémica de los cultivos a enfermedades.
- Consume los exudados de raíces, hojas, flores y frutos, evitando la propagación de organismos patógenos y desarrollo de enfermedades.
- Incrementa el crecimiento, calidad y productividad de los cultivos.
- Promueven la floración, fructificación y maduración por sus efectos hormonales en zonas meristemáticas.
- Incrementa la capacidad fotosintética por medio de un mayor desarrollo foliar.

En los suelos:

- Los efectos de los microorganismos en el suelo, están enmarcados en el mejoramiento de las características físicas, biológicas y supresión de enfermedades. Así pues entre sus efectos se pueden mencionar:
- Efectos en las condiciones físicas del suelo: mejora la estructura y agregación de las partículas del suelo, reduce su compactación, incrementa los espacios porosos y mejora la infiltración del agua.
- Efectos en la microbiología del suelo: suprime o controla las poblaciones de microorganismos patógenos que se desarrollan en el suelo por competencia.
- Incrementa la biodiversidad microbiana, generando las condiciones necesarias para que los microorganismos benéficos nativos prosperen.

2.3. Definiciones Conceptuales

2.3.1. Botadero.

Acumulación inapropiada de residuos en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías que generan riesgos sanitarios o ambientales. Estas acumulaciones existen al margen de la Ley y carecen de autorización (MINAM, 2017).

2.3.2. Disposición final.

Procesos u operaciones para tratar y disponer en un lugar los residuos como último proceso de su manejo en forma permanente, sanitaria y ambientalmente segura (MINAM, 2017).

2.3.3. Ecoeficiencia.

Uso eficiente de las materias primas e insumos con la finalidad de optimizar los procesos productivos y la provisión de servicios, y de reducir los impactos al ambiente (MINAM, 2017).

2.3.4. Generador.

Persona natural o jurídica que en razón de sus actividades genera residuos, sea como fabricante, importador, distribuidor, comerciante o usuario (MINAM, 2017).

2.3.5. Gestión integral de residuos.

Toda actividad técnica administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo apropiado de los residuos sólidos (MINAM, 2017).

2.3.6. Minimización.

Acción de reducir al mínimo posible la generación de los residuos sólidos, a través de cualquier estrategia preventiva, procedimiento, método o técnica utilizada en la actividad generadora (MINAM, 2017).

2.3.7. Planta de valorización de residuos.

Infraestructura destinada a reaprovechar material o energéticamente los residuos, previo tratamiento (MINAM, 2017).

2.3.8. Recolección selectiva.

Acción de recoger apropiadamente los residuos que han sido previamente segregados o diferenciados en la fuente, con la finalidad de preservar su calidad con fines de valorización (MINAM, 2017).

2.3.9. Reciclaje.

Toda actividad que permite reaprovechar un residuo mediante un proceso de transformación material para cumplir su fin inicial u otros fines (MINAM, 2017).

2.3.10. Residuos sólidos.

Residuo sólido es cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse, para ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso, su disposición final.

Los residuos sólidos incluyen todo residuo o desecho en fase sólida o semisólida. También se considera residuos aquellos que siendo líquido o gas se encuentran contenidos en recipientes o depósitos que van a ser desechados, así como los líquidos o gases, que por sus características fisicoquímicas no puedan ser ingresados en los sistemas de tratamiento de emisiones y efluentes y por ello no pueden ser vertidos al ambiente. En estos casos los gases o líquidos deben ser acondicionados de forma segura para su adecuada disposición final (MINAM, 2017).

2.3.11. Residuos municipales.

Los residuos del ámbito de la gestión municipal o residuos municipales, están conformados por los residuos domiciliarios y los provenientes del barrido y limpieza de espacios públicos, incluyendo las playas, actividades comerciales y otras actividades urbanas no domiciliarias cuyos residuos se pueden asimilar a los servicios de limpieza pública, en todo el ámbito de su jurisdicción (MINAM, 2017).

2.3.12. Segregación.

Acción de agrupar determinados componentes o elementos físicos de los residuos sólidos para ser manejados en forma especial (MINAM, 2017).

2.3.13. Tratamiento.

Cualquier proceso, método o técnica que permita modificar la característica física, química o biológica del residuo sólido, a fin de reducir o eliminar su potencial peligro de causar daños a la salud y el ambiente, con el objetivo de prepararlo para su posterior valorización o disposición final (MINAM, 2017).

2.3.14. Valorización.

Cualquier operación cuyo objetivo sea que el residuo, uno o varios de los materiales que lo componen, sea reaprovechado y sirva a una finalidad útil al sustituir a otros materiales o recursos en los procesos productivos. La valorización puede ser material o energética (MINAM, 2017).

2.3.15. Valorización material.

Constituyen operaciones de valorización material: reutilización, reciclado, compostaje, recuperación de aceites, bio-conversión, entre otras alternativas que a través de procesos de transformación física, química, u otros demuestren su viabilidad técnica, económica o ambiental (MINAM, 2017).

2.3.16. Almacenamiento.

Operación de acumulación temporal de residuos en condiciones técnicas como parte del sistema de manejo hasta su valorización o disposición final (MINAM, 2017).

2.3.17. Aprovechamiento de residuos sólidos.

Volver a obtener un beneficio del bien, artículo, elemento o parte del mismo que constituye residuo sólido. Se reconoce como técnica de aprovechamiento el reciclaje, recuperación o reutilización (MINAM, 2017).

2.3.18. Procesos de degradación de residuos sólidos orgánicos.

Es el proceso de digestión, asimilación y metabolización de un compuesto orgánico llevado a cabo por bacterias, hongos y otros organismos. Dichos procesos pueden ser aeróbicos o anaeróbicos (MINAM, 2017).

2.3.19. Residuos orgánicos.

Se refiere a los residuos biodegradables o sujetos a descomposición. Pueden generarse tanto en el ámbito de gestión municipal como en el ámbito de gestión no municipal (MINAM, 2017).

2.3.20. Abono orgánico.

El abono orgánico abarca los abonos elaborados con estiércol de ganado, compost rurales y urbanos, otros desechos de origen animal y residuos de cultivos. Los abonos orgánicos son materiales cuya eficacia para mejorar la fertilidad y la productividad de los suelos ha sido demostrada (Roman, Martínéz, & Pantoja, 2013).

2.3.21. Aeróbico.

Proceso que ocurre en presencia de oxígeno. Para que un compost funcione con éxito se debe proporcionar suficiente oxígeno para que mantenga el proceso aeróbico (Roman, Martínéz, & Pantoja, 2013).

2.3.22. Amonio.

Es una forma inorgánica del nitrógeno. Se encuentra reducido y es soluble en la solución del suelo. Se pierde con más facilidad por volatilización (Roman, Martínéz, & Pantoja, 2013).

2.3.23. Anaeróbico.

Proceso que ocurre en ausencia de oxígeno. Si esto ocurre durante el proceso de compostaje, éste se ralentiza y se pueden desprender malos olores, como consecuencia de procesos de pudrición (Roman, Martínéz, & Pantoja, 2013).

2.3.24. 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 (Roman, Martín, & Pantoja, 2013).

2.3.25. Compost maduro.

Compost que ha finalizado todas las etapas del compostaje (Roman, Martín, & Pantoja, 2013).

2.3.26. Compost semimaduro.

Compost que no ha terminado la etapa termófila del proceso de compostaje (Roman, Martín, & Pantoja, 2013).

2.3.27. Descomposición.

Degradación de la materia orgánica (Roman, Martín, & Pantoja, 2013).

2.3.28. Estiércol.

Material orgánico empleado para fertilizar la tierra, compuesto generalmente por heces y orina de animales domésticos. Puede presentarse mezclado con material vegetal como paja, heno o material de cama de los animales. Aunque el estiércol es rico en nitrógeno, fósforo y potasio, comparado con los fertilizantes sintéticos sus contenidos son menores y se encuentran en forma orgánica. Puede aplicarse en mayor cantidad para alcanzar las cantidades que necesita el cultivo, pero en general, el nitrógeno es menos estable y está disponible por menos tiempo en el suelo. Es rico en materia orgánica, por lo que aumenta la fertilidad del suelo y mejora su capacidad de absorción y retención de agua (Roman, Martín, & Pantoja, 2013).

2.3.29. Materia orgánica.

Residuos vegetales, animales y de microorganismos en distintas etapas de descomposición, células y tejidos de organismos del suelo y sustancias sintetizadas por los seres vivos presentes en el suelo (Roman, Martín, & Pantoja, 2013).

2.3.30. Microorganismos.

Organismos vivos microscópicos (hongos, incluyendo levaduras, bacterias incluyendo actinobacterias, protozoos como nemátodos etc.) (Roman, Martínéz, & Pantoja, 2013).

2.3.31. Microorganismos mesófilos.

Grupo de bacterias, y hongos (levaduras u hongos filamentosos) que pueden vivir, trabajar y multiplicarse durante el compostaje entre los rangos de temperatura de 30°C a 40°C (Roman, Martínéz, & Pantoja, 2013).

2.3.32. Mineralización.

Transformación de la materia orgánica mediante la acción de microorganismos y la liberación de formas inorgánicas esenciales para el desarrollo de las plantas (Roman, Martínéz, & Pantoja, 2013).

2.3.33. Nitrato.

Es una forma inorgánica del nitrógeno. Se encuentra oxidado y es soluble en la solución del suelo. Se pierde con más facilidad por lixiviación (Roman, Martínéz, & Pantoja, 2013).

2.3.34. Nitrógeno.

Elemento indispensable para las plantas que puede estar en forma orgánica (proteínas y compuestos orgánicos), o inorgánica (nitrato o amonio) (Roman, Martínéz, & Pantoja, 2013).

2.3.35. Orgánico.

Un compuesto orgánico es una sustancia que contiene carbono e hidrógeno y, habitualmente, otros elementos como nitrógeno, azufre y oxígeno. Los compuestos orgánicos se pueden encontrar en el medio natural o sintetizarse en laboratorio. La expresión sustancia orgánica no equivale a sustancia natural. Decir que una sustancia es natural significa que es esencialmente igual que la encontrada en la naturaleza. Sin embargo, orgánico significa que está formado por carbono (Roman, Martínéz, & Pantoja, 2013).

2.3.36. Patógeno.

Microorganismo capaz de producir una enfermedad. Puede ser fitopatogeno, cuando la enfermedad se produce en plantas, o patógenos humanos o animales (Roman, Martínéz, & Pantoja, 2013).

2.3.37. Reciclaje de nutrientes.

Ciclo en el que los nutrientes orgánicos e inorgánicos, se transforman y se mueven en el suelo, los organismos vivos, la atmósfera y el agua. En la agricultura, se refiere al retorno al suelo de los nutrientes absorbidos del mismo por las plantas. El reciclaje de nutrientes puede producirse por medio de la caída de hojas, la exudación (secreción) de las raíces, el reciclaje de residuos, la incorporación de abonos verdes, etcétera (Roman, Martínéz, & Pantoja, 2013).

2.3.38. Relación C:N.

Cantidad de carbono con respecto a la cantidad nitrógeno que tiene un material (Roman, Martínéz, & Pantoja, 2013).

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis general.

Hi: Los microorganismos eficientes son eficaces al descomponer la materia orgánica generada en los mercadillos de Cayhuayna para la elaboración de compost.

Ho: Los microorganismos eficientes no son eficaces al descomponer la materia orgánica generada en los mercadillos de Cayhuayna para la elaboración de compost.

2.4.2. Hipótesis específicas.

Hi: Los microorganismos eficientes aceleran la pérdida de altura a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica para la elaboración de compost.

Ho: Los microorganismos eficientes no aceleran la pérdida de altura a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica para la elaboración de compost.

Hi: Los microorganismos eficientes intervienen en el parámetro de temperatura de la materia orgánica para la elaboración de compost.

Ho: Los microorganismos eficientes no intervienen en el parámetro de temperatura de la materia orgánica para la elaboración de compost.

Hi: Los microorganismos eficientes intervienen en el parámetro n de humedad de la materia orgánica para la elaboración de compost.

Ho: Los microorganismos eficientes no intervienen en el parámetro de humedad de la materia orgánica para la elaboración de compost.

Hi: Los microorganismos eficientes intervienen en el parámetro de pH de la materia orgánica para la elaboración de compost.

Ho: Los microorganismos eficientes no intervienen en el parámetro de pH de la materia orgánica para la elaboración de compost.

Hi: Los niveles de contenido de los macronutrientes y micronutrientes son elevados utilizando los microorganismos eficientes para la elaboración de compost.

Ho: Los niveles de contenido de los macronutrientes y micronutrientes no son elevados utilizando los microorganismos eficientes para la elaboración de compost.

Hi: La cantidad de producción de compost obtenido con el uso de los microorganismos eficientes es mayor al sin el uso de estos en la elaboración de compost.

Ho: La cantidad de producción de compost obtenido con el uso de los microorganismos eficientes no es mayor al sin el uso de estos en la elaboración de compost.

2.5. Variables

2.5.1. Variable dependiente.

- Compost.

2.5.2. Variable independiente.

- Microorganismos eficientes.

2.6. Operacionalización de Variables (Dimensiones e Indicadores)

TÍTULO: “EFICACIA DE LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA ELABORACIÓN DE COMPOST CON MATERIA ORGÁNICA GENERADOS EN LOS MERCADILLOS DE CAYHUAYNA, DISTRITO DE PILLCO MARCA, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO NOVIEMBRE-2018-ENERO-2019”

TESISTA: Bach. Montero Ramirez Sally Yasmine

Tabla 2

Operacionalización de variables

Variab	Dimensiones	Indicadores	U/M	Instrumentos	
Variable Independiente: Microorganismos eficientes	Pérdida de altura	Pérdida de altura según el tiempo de descomposición de la materia orgánica.	Días/cm	Calendario anual 2018 y wincha	
		Parámetros físicos de degradación	Nivel de Temperatura	°C	Termómetro
	Nivel de Humedad		%	Higrómetro	
	Nivel de Ph		pH	Ph metro	
	% de nitrógeno		%	Resultados de laboratorio	
	% de fósforo		%	Resultados de laboratorio	
	% de potasio		%	Resultados de laboratorio	
	% de calcio		%	Resultados de laboratorio	
	% de magnesio		%	Resultados de laboratorio	
	% de zinc	%	Resultados de laboratorio		
Variable Dependiente: Compost	Nivel de contenido de macronutrientes y micronutrientes	% de materia orgánica	%	Resultados de laboratorio	
		% de materia seca	%	Resultados de laboratorio	
		% cenizas	%	Resultados de laboratorio	
		Compost obtenido	Peso de compost con el uso de EM/Peso de compost sin el uso de EM	%	Balanza electrónica

Fuente: Elaboración Propia.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de investigación

3.1.1. Enfoque.

(Hernandez, 2014, p. 04), El enfoque cuantitativo es secuencial y probatorio. Cada etapa precede a la siguiente y no podemos “brincar” o eludir pasos. El orden es riguroso, aunque desde luego, podemos redefinir alguna fase. Parte de una idea que va acotándose y, una vez delimitada, se derivan objetivos y preguntas de investigación, se revisa la literatura y se construye un marco o una perspectiva teórica. De las preguntas se establecen hipótesis y determinan variables; se traza un plan para probarlas (diseño); se miden las variables en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas utilizando métodos estadísticos, y se extrae una serie de conclusiones.

Por ende la investigación presenta un enfoque cuantitativo debido a que el proceso de compostaje es secuencial en sus actividades, pues no se puede eludir procedimientos para el tratamiento de los residuos.

3.1.2. Alcance o nivel.

(Hernandez, 2014, p. 95) Los estudios explicativos están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables.

Por ende la investigación presenta un alcance explicativo debido a que la relación de las variables hará un tratamiento eficaz para el ambiente.

3.1.3. Diseño.

(Hernandez, 2014, p. 129) Los experimentos manipulan tratamientos, estímulos, influencias o intervenciones (denominadas

variables independientes) para observar sus efectos sobre otras variables (las dependientes) en una situación de control.

Por ende la investigación presenta un diseño experimental, debido a que se probara y demostrara el efecto que causa la variable independiente en la variable dependiente.

Por ende la investigación se ejecutara con un diseño completamente al azar (DCA) que consiste en la asignación de los tratamientos en forma completamente aleatoria a las unidades experimentales. Se entiende por unidades experimentales a los objetos sobre los cuales se hacen mediciones. Debido a su aleatorización irrestricta, es conveniente que se utilicen unidades experimentales lo más homogéneas posible.

Para llevar a cabo el diseño experimental se utilizará la estadística Análisis de Varianza (ANOVA), que se detalla en la siguiente tabla estructurada:

Tabla 3
Estructura de la tabla ANOVA

Fuente de Variedad	G.L.	Suma de Cuadrados	Cuadrados Medios CM
<i>SC DE TRATAMIENTOS</i>			
Entre Muestras	$t - 1$	$= \sum_{i=1}^t n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2$	$\frac{\sum_{i=1}^t n_i (\bar{x}_i - \bar{x})^2}{t - 1}$
<i>SC DE ERRORES</i>			
Dentro de la muestra	$tr - t$	$= \sum_{i=1}^t (n_i - 1)x_i^2$	$\frac{\sum_{i=1}^t (n_i - 1)x_i^2}{tr - t}$
<i>SC DE CUADRADOS</i>			
Total	$tr - 1$	$= \sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$	$\frac{\sum_{i=1}^t \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2}{tr - 1}$

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 4
Fuentes de variación

		Fuentes de Variación		G.L.
Entre Muestras		$t - 1$	2-1	1
Dentro de Muestras		$tr - t$	2*3-2	4
Total		$tr - 1$	2*3-1	5

Fuente: Elaboración Propia.

Con esta estructura de la tabla ANOVA se testificarán las fuentes de variaciones en los resultados obtenidos.

3.2. Población y Muestra

3.2.1. Población.

La población será 3200 kg de generación de residuos sólidos orgánicos de los 4 mercadillos, complementando a ello aserrín, estiércol y dosis de microorganismos eficientes según cada muestra.

Los 4 mercadillos situados en Cayhuayna del Distrito de Pillco Marca se ubican en las siguientes coordenadas UTM-WGS-84:

Tabla 5
Coordenadas UTM WGS-84 del mercadillo La Hacienda

Coordenadas UTM			
Posición	Este	Norte	Elevación
18 L	363086	8898704	1952 m
18 L	363085	8898707	1952 m
18 L	363085	8898709	1952 m
18 L	363093	8898710	1951 m
18 L	363105	8898712	1950 m
18 L	363106	8898708	1950 m
18 L	363095	8898706	1951 m

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 6
Coordenadas UTM WGS-84 del mercadillo central Pillco Marca

Coordenadas UTM			
Posición	Este	Norte	Elevación
18 L	363441	8898596	1936 m
18 L	363446	8898585	1936 m
18 L	363467	8898596	1935 m
18 L	363464	8898601	1935 m
18 L	363462	8898599	1935 m
18 L	363457	8898604	1935 m

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 7
Coordenadas UTM WGS-84 del mercadillo económico ecológico Los Alamos

Coordenadas UTM			
Posición	Este	Norte	Elevación
18 L	363536	8898531	1935 m
18 L	363543	8898534	1935 m
18 L	363540	8898543	1934 m
18 L	363536	8898553	1934 m
18 L	363529	8898549	1935 m
18 L	363532	8898541	1935 m

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 8
Coordenadas UTM WGS-84 del mercadillo El Mollecito

Coordenadas UTM			
Posición	Este	Norte	Elevación
18 L	363054	8899383	1925 m
18 L	363059	8899374	1924 m
18 L	363066	8899377	1924 m
18 L	363073	8899380	1924 m
18 L	363071	8899384	1924 m
18 L	363069	8899389	1924 m
18 L	363062	8899386	1924 m

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.2. Muestra.

Según (Hernandez, 2014, p. 176) En las muestras no probabilísticas, la elección de los elementos no depende de la probabilidad, sino de causas relacionadas con las características de la investigación o los propósitos del investigador.

Por ende en la investigación se tomarán 4 muestras de compostaje, las cuales serán divididas por dos tipos de tratamientos con 3 repeticiones el tratamiento con microorganismos eficientes y 1 repetición el tratamiento sin microorganismos, que se detallan en la tabla n° 09.

3.2.3. Número y tamaño de muestras.

El número de muestras en la investigación será de 4, siendo estas el número de repeticiones de los tratamientos.

Tabla 9
Número y tamaño de muestras

Tipo de tratamiento	Muestra	Número de muestras	Tamaño de muestras
Tratamiento con microorganismos eficientes	A	3	800
Tratamiento sin microorganismos eficientes	B	1	800

Fuente: Elaboración Propia.

3.2.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.2.4.1. Para la recolección de datos

3.2.4.1.1. Técnicas de campo.

3.2.4.1.1.1. Reproducción de la cepa madre de los microorganismos eficientes para obtener el caldo microbiano.

- Materiales, equipos e insumos

Tabla 10

Materiales para la reproducción de la cepa madre

N°	Materiales	Cant
1	Bidón de 80 Lt	01
2	Jarra de 4 Lt.	01

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 11

Equipos para la reproducción de la cepa madre

N°	Equipos	Cant
	Balanza Electrónica	01

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 12

Insumos para la reproducción de la cepa madre

N°	Insumos	Cant
1	Microorganismos eficientes	4 lt
2	Polvillo de arroz	40 gr
3	Melaza	5 kg
4	Agua	44 lt

Fuente: Elaboración Propia

➤ Procedimientos

- La cepa madre se adquirirá de la empresa “Adale Forest Ambiental E.I.R.L.”
- En un bidón de 80 lt vaciar 20 lt. de la cepa madre (Micorrizas, Azotobacter, Rhodopseudomonas sp, Lactobacillus Plantarum, Saccharomyces sp, Aspergillus sp).
- Luego pesar en la balanza electrónica 5 kg de melaza y adicionar al bidón.
- Luego pesar en la balanza electrónica 40 gr de polvillo de arroz y rosear en la mezcla del bidón.
- Finalmente adicionar 44 lt. de agua y al día siguiente 2 cucharadas de levadura.

3.2.4.1.1.2. *Actividades Preliminares para el proceso de compostaje.*

➤ Materiales y Vehículos,

Tabla 13

Material para las Actividades Preliminares para el proceso de compostaje.

N°	Materiales	Cant
1	Tachos de color marrón de 200 lt	05
2	Afiche Informativo	200
3	Costales	100

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 14

Vehículos para las Actividades Preliminares para el proceso de compostaje.

N°	Vehículo	Cant
1	Motofurgoneta	01

Fuente: Elaboración Propia

➤ Procedimiento

- **Sensibilización a los puestos de los mercadillos:** Se hizo la visita de puesto en puesto para poder sensibilizar con temática de la segregación de los residuos sólidos con un afiche informativo que detallaba el color del tacho y que tipos de residuos a echarse.
- **Sensibilización de las viviendas con criaderos de cuyes y madereras:** Se hizo la visita a las viviendas que contaban con criaderos de cuyes y gallinas y a las madereras para otorgarles un costal y puedan juntar y entregar sus residuos a la municipalidad distrital de Pillco Marca.
- **Generación de residuos sólidos orgánicos municipales:** A cada uno de los mercadillos se les otorgó tachos de color marrón para la disposición de restos de alimentos crudos o cocidos en general.
- **Recolección y transporte de residuos sólidos orgánicos municipales de los mercadillos de Cayhuayna Pillco marca:** Con la moto furgoneta de área de segregación se ira a recoger diariamente de los 3 mercadillos y de 1 mercadillo interdiariamente, Así mismo se recogerá también en su ruta correspondiente del programa de segregación los costales con estiércol y aserrín, para luego transportarlo y almacenarlo en la planta compostera de la municipalidad.
- **Almacenamiento de los residuos sólidos orgánicos en la planta compostera de la municipalidad:** En la planta compostera se almacenará los tachos marrones de una semana para poder tener una proporción adecuada de residuos orgánicos, también se almacenara el aserrín y estiércol y así elaborar la ruma correspondiente.

3.2.4.1.1.3. Proceso de compostaje.

- Materiales y Herramientas, Insumos y Equipos

Tabla 15

Materiales y herramientas para el proceso de compostaje.

N°	Materiales y Herramientas	Cant
1	Costales para la producción de abono	100
2	Zarandador	01
3	Pico	02
4	Pala	02
5	Gancho	02
6	Rastrillos	02
7	Regaderas	02

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 16

Insumos para el proceso de compostaje.

TRATAMIENTO	Insumos	Muestra
	800 kg de Materia Orgánica + 12 Lt de EM.	TA-01
TA	800 kg de Materia Orgánica + 12 Lt de EM	TA-02
	800 kg de Materia Orgánica + 12 Lt de EM	TA-03
TB	800 kg de Materia Orgánica	TB-01

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17

Equipos para el proceso de compostaje.

N°	Equipos	Cant
01	Balanza Electrónica	01

Fuente: Elaboración Propia

- Procedimiento para el TA
 - **Pesado de la materia orgánica (residuos sólidos orgánicos, aserrín y estiércol):** Con la utilización de la balanza electrónica se pesará los residuos sólidos orgánicos, aserrín, y el estiércol de los animales, así de esta manera saber la dosis de litros para aplicar los microorganismos eficientes.

- **Elaboración de capas de materia orgánica (residuos sólidos orgánicos, aserrín y estiércol) y aplicación de los microorganismos eficientes:** En la primera capa se vaciará el aserrín, en la segunda el estiércol seguidamente con la ayuda de una regadera se aplicará los microorganismos eficientes, en la tercera capa se vaciará los residuos sólidos orgánicos; nuevamente con la ayuda de una regadera se aplicará los microorganismos eficientes, en la cuarta capa se aplicará el estiércol de animales y finalmente en la quinta capa se vaciará el aserrín.
- **Rotulación de rumas de compostaje:** Cada muestra será rotulada con un código asignado para su medición de parámetros y posterior comparación de resultados de cada una de ellas, En este caso serán TA-01, TA-02, TA-03.
- **Inicio del proceso de compostaje y medición de parámetros físicos:** El proceso de descomposición se aproxima a 45 días, en estos días se medirá los parámetros físicos como la temperatura, pH y humedad para registrar en la ficha de campo.
- **Producción del compost, zarandeo y pesaje final del abono:** En la etapa final del tratamiento el compost se zarandeará para posteriormente pesar y encostalar, y así usarse en las áreas verdes del distrito y en el vivero municipal.
- Procedimiento para el TB
- **Pesado de la materia orgánica (residuos sólidos orgánicos, aserrín y estiércol):** Con la utilización de la balanza electrónica se pesará los residuos sólidos orgánicos, aserrín, y el estiércol de los animales.
- **Elaboración de capas de materia orgánica (residuos sólidos orgánicos, aserrín y estiércol):** En la primera capa se vaciará el aserrín, en la segunda capa se vaciará los residuos sólidos orgánicos, en la tercera capa se aplicará el

estiércol de animales y finalmente en la cuarta capa se vaciará el aserrín.

- **Rotulación de rumas de compostaje:** La muestra será rotulada con el código TB-01 asignado para su medición de parámetros y posterior comparación de resultados con las del TA.
- **Inicio del proceso de compostaje y medición de parámetros físicos:** En el proceso de descomposición se medirá los parámetros físicos como la temperatura, pH y humedad para registrar en la ficha de campo.
- **Producción del compost, zarandeo y pesaje final del abono:** En la etapa final del tratamiento el compost se zarandeará para posteriormente pesar y encostalar y así usarse en las áreas verdes del distrito y en el vivero municipal.

3.2.4.1.2. *Instrumentos.*

3.2.4.1.2.1. *Instrumentos de medición.*

- Termómetro digital.
- PH-metro digital.
- Higrómetro digital.
- Balanza electrónica.

3.2.4.1.2.2. *Instrumentos de registro de datos.*

- Registro de medición de parámetros de físicos del compost.
- Registro de pesos y volteos de residuos sólidos orgánicos municipales para la elaboración de compost.

3.2.4.2. Para la Presentación de datos

Los datos fueron recolectados y presentados en los siguientes registros de campo.

Tabla 18

Registro de pesos y volteos de residuos sólidos orgánicos municipales para la elaboración de compost del TA-01

MUESTRA (RUMA):		TA-01					
FECHA DE ELABORACIÓN:		09/11/2018					
TIPO DE RESIDUOS ORGÁNICOS	KG/LT	TOTAL DE KG MATERIA ORGÁNICA ENTRANTE	ALTURA INICIAL	FECHAS PROGRAMADAS PARA VOLTEOS	ALTURAS	KG DE PRODUCCIÓN DE COMPOST	KG DEL RESTOS DEL TAMIZADO
RESTOS DE ALIMENTOS	520.00	800.00	100	16/11/2018	100 cm	297.90	136.90
				23/11/2018	96 cm		
ASERRÍN	180.00			30/11/2018	89 cm		
				07/12/2018	84 cm		
ESTIÉRCOL	100.00			14/12/2019	79 cm		
MICROORGANISMOS EFICIENTES	12.00			21/12/2018	73 cm		
				28/12/2018	71 cm		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 19

Registro de pesos y volteos de residuos sólidos orgánicos municipales para la elaboración de compost del TA-02

MUESTRA (RUMA):		TA-02					
FECHA DE ELABORACIÓN:		09/11/2018					
TIPO DE RESIDUOS ORGÁNICOS	KG/LT	TOTAL DE KG MATERIA ORGÁNICA ENTRANTE	ALTURA INICIAL	FECHAS PROGRAMADAS PARA VOLTEOS	ALTURAS	KG DE PRODUCCIÓN DE COMPOST	KG DEL RESTOS DEL TAMIZADO
RESTOS DE ALIMENTOS	520.00	800.00	100	16/11/2018	100 cm	299.40	137.10
				23/11/2018	95 cm		
ASERRÍN	180.00			30/11/2018	93 cm		
				07/12/2018	85 cm		
ESTIÉRCOL	100.00			14/12/2019	82 cm		
MICROORGANISMOS EFICIENTES	12.00			21/12/2018	78 cm		
				28/12/2018	74 cm		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 20**Registro de pesos y volteos de residuos sólidos orgánicos municipales para la elaboración de compost del TA-03**

MUESTRA (RUMA):		TA-03					
FECHA DE ELABORACIÓN:		09/11/2018					
TIPO DE RESIDUOS ORGÁNICOS	KG/LT	TOTAL DE KG MATERIA ORGÁNICA ENTRANTE	ALTURA INICIAL	FECHAS PROGRAMADAS PARA VOLTEOS	ALTURAS	KG DE PRODUCCIÓN DE COMPOST	KG DEL RESTOS DEL TAMIZADO
RESTOS DE ALIMENTOS	520.00			16/11/2018	100 cm		
				23/11/2018	98 cm		
				30/11/2018	94 cm		
ASERRÍN	180.00	800.00	100 cm	07/12/2018	87 cm	298.50	136.70
				14/12/2019	78 cm		
ESTIÉRCOL	100.00			21/12/2018	75 cm		
				28/12/2018	72 cm		
MICROORGANISMOS EFICIENTES	12.00						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 21**Registro de pesos y volteos de residuos sólidos orgánicos municipales para la elaboración de compost del TB-01**

MUESTRA (RUMA):		TB-01					
FECHA DE ELABORACIÓN:		09/11/2018					
TIPO DE RESIDUOS ORGÁNICOS	KG/LT	TOTAL DE KG MATERIA ORGÁNICA ENTRANTE	ALTURA INICIAL	FECHAS PROGRAMADAS PARA VOLTEOS	ALTURAS	KG DE PRODUCCIÓN DE COMPOST	KG DEL RESTOS DEL TAMIZADO
RESTOS DE ALIMENTOS	520.00			16/11/2018	100 cm		
				23/11/2018	100 cm		
				30/11/2018	98 cm		
ASERRÍN	180.00	800.00	100 cm	07/12/2018	95 cm	291.70	140.90
				14/12/2019	93 cm		
ESTIÉRCOL	100.00			21/12/2018	90 cm		
				28/12/2018	85 cm		
MICROORGANISMOS EFICIENTES	0.00						

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 22

Registro de monitoreo de medición de parámetros del compost de la muestra TA-01

N° DE DIAS	MUESTRA (RUMA): TA-01		PH INICIAL: 7	
	HUMEDAD INICIAL: 57 %		T(°C) INICIAL: 27.8	
	FECHAS	T (°C)	HUMEDAD (%)	PH
1	09/11/2018	27.8	57	7
2	10/11/2018	29.5	58	7
3	11/11/2018	32.5	55	6
4	12/11/2018	35.3	56	7
5	13/11/2018	34.8	58	7
6	14/11/2018	38.9	56	7
7	15/11/2018	37.5	57	6
8	16/11/2018	39.3	60	6
9	17/11/2018	42.6	57	8
10	18/11/2018	41.8	58	7
11	19/11/2018	44.5	56	7
12	20/11/2018	46.4	55	7
13	21/11/2018	45.4	59	8
14	22/11/2018	48.9	58	8
15	23/11/2018	56.9	55	7
16	24/11/2018	55.4	58	6
17	25/11/2018	57.3	56	7
18	26/11/2018	58.5	59	7
19	27/11/2018	59.9	57	7
20	28/11/2018	64.5	58	8
21	29/11/2018	65.2	60	8
22	30/11/2018	65.5	57	7
23	01/12/2018	64.8	55	7
24	02/12/2018	65.4	58	6
25	03/12/2018	64.9	55	7
26	04/12/2018	63.5	59	7
27	05/12/2018	60.8	57	7
28	06/12/2018	59.4	60	8
29	07/12/2018	58.4	58	8
30	08/12/2018	56.9	55	7
31	09/12/2018	57.8	57	6
32	10/12/2018	55.8	56	7
33	11/12/2018	54.9	59	8
34	12/12/2018	52.8	55	8
35	13/12/2018	51.4	60	7
36	14/12/2018	50.5	58	8
37	15/12/2018	48.7	59	8
38	16/12/2018	45.9	57	8
39	17/12/2018	42.8	55	7
40	18/12/2018	40.8	57	7
41	19/12/2018	37.8	59	7
42	20/12/2018	38.9	60	7
43	21/12/2018	35.5	57	8
44	22/12/2018	30.5	55	8
45	23/12/2018	27.8	56	8
MUESTRA (RUMA): TA-01		PH FINAL: 8		
HUMEDAD FINAL: 56 %		T(°C) FINAL: 27.8 °C		

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 23
Registro de monitoreo de medición de parámetros del compost
de la muestra TA-02

N° DE DIAS	MUESTRA (RUMA): TA-02		PH INICIAL: 6	
	FECHAS	T (°C)	HUMEDAD INICIAL: 57 %	T(°C) INICIAL: 25.4
1	09/11/2018	25.4	57	6
2	10/11/2018	28.9	56	6
3	11/11/2018	31.5	58	7
4	12/11/2018	33.8	57	7
5	13/11/2018	36.5	56	8
6	14/11/2018	36.9	57	8
7	15/11/2018	39.8	59	8
8	16/11/2018	39.2	62	8
9	17/11/2018	41.5	58	7
10	18/11/2018	42.9	59	7
11	19/11/2018	43.8	60	7
12	20/11/2018	47.9	55	7
13	21/11/2018	46.3	58	8
14	22/11/2018	45.9	56	8
15	23/11/2018	54.9	59	8
16	24/11/2018	53.8	55	8
17	25/11/2018	58.4	60	6
18	26/11/2018	57.5	58	7
19	07/01/1900	59.7	57	7
20	28/11/2018	63.8	58	7
21	29/11/2018	63.9	59	8
22	30/11/2018	61.7	57	8
23	01/12/2018	62.9	56	8
24	02/12/2018	64.5	59	7
25	03/12/2018	64.2	60	7
26	04/12/2018	65.8	57	7
27	05/12/2018	63.8	55	7
28	06/12/2018	58.9	58	6
29	07/12/2018	54.7	59	6
30	08/12/2018	56.3	57	7
31	09/12/2018	56.7	59	7
32	10/12/2018	54.6	60	7
33	11/12/2018	53.4	57	8
34	12/12/2018	51.5	55	8
35	13/12/2018	52.8	56	8
36	14/12/2018	49.5	60	8
37	15/12/2018	49.1	57	8
38	16/12/2018	47.9	58	7
39	17/12/2018	45.8	56	7
40	18/12/2018	43.1	57	7
41	19/12/2018	40.2	55	8
42	20/12/2018	37.8	59	8
43	21/12/2018	35.1	58	8
44	22/12/2018	33.8	60	8
45	23/12/2018	30.2	57	8
MUESTRA (RUMA): TA-02			PH FINAL: 8	
HUMEDAD FINAL: 57 %			T(°C) FINAL: 30.2	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 24
Registro de monitoreo de medición de parámetros del compost
de la muestra TA-03

N° DE DIAS	MUESTRA (RUMA): TA-03		PH INICIAL: 6	
	FECHAS	T(°C)	HUMEDAD INICIAL: 57 %	T(°C) INICIAL: 26.4
1	09/11/2018	26.4	57	6
2	10/11/2018	28.6	58	6
3	11/11/2018	31.8	56	6
4	12/11/2018	34.6	57	6
5	13/11/2018	35.8	58	7
6	14/11/2018	37.8	59	6
7	15/11/2018	39.5	59	7
8	16/11/2018	41.5	55	7
9	17/11/2018	43.8	58	7
10	18/11/2018	42.4	56	8
11	19/11/2018	43.9	59	8
12	20/11/2018	48.3	60	8
13	21/11/2018	49.7	58	8
14	22/11/2018	52.8	59	7
15	23/11/2018	55.9	58	8
16	24/11/2018	56.8	55	8
17	25/11/2018	54.6	59	8
18	26/11/2018	59.7	55	7
19	27/11/2018	58.9	55	7
20	28/11/2018	62.8	57	7
21	29/11/2018	62.5	58	8
22	30/11/2018	63.9	55	8
23	01/12/2018	62.1	57	8
24	02/12/2018	65.0	56	8
25	03/12/2018	62.9	59	7
26	04/12/2018	65.1	55	7
27	05/12/2018	62.7	60	7
28	06/12/2018	57.5	58	8
29	07/12/2018	56.7	59	8
30	08/12/2018	56.4	57	8
31	09/12/2018	55.4	55	8
32	10/12/2018	55.4	59	6
33	11/12/2018	54.7	57	6
34	12/12/2018	51.5	59	6
35	13/12/2018	49.5	60	6
36	14/12/2018	49.2	57	7
37	15/12/2018	47.4	55	7
38	16/12/2018	44.9	56	7
39	17/12/2018	42.8	60	8
40	18/12/2018	40.8	57	8
41	19/12/2018	36.4	58	8
42	20/12/2018	34.8	56	7
43	21/12/2018	32.4	57	8
44	22/12/2018	29.5	55	8
45	23/12/2018	28.3	60	8
MUESTRA (RUMA): TA-03			PH FINAL: 8	
HUMEDAD FINAL: 57%			T(°C) FINAL: 28.3	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25

Registro de monitoreo de medición de parámetros del compost de la muestra TB-01

N° DE DIAS	MUESTRA (RUMA): TB-01		PH INICIAL: 6	
	FECHAS	T (°C)	HUMEDAD INICIAL: 53%	T(°C) INICIAL: 23.5
			HUMEDAD (%)	PH
1	09/11/2018	23.5	53	6
2	10/11/2018	25.4	55	6
3	11/11/2018	26.8	58	6
4	12/11/2018	25.5	55	6
5	13/11/2018	27.9	57	6
6	14/11/2018	28.3	55	6
7	15/11/2018	27.4	60	7
8	16/11/2018	26.9	58	7
9	17/11/2018	25.7	59	7
10	18/11/2018	28.9	57	7
11	19/11/2018	30.5	55	6
12	20/11/2018	32.4	58	7
13	21/11/2018	35.4	54	7
14	22/11/2018	35.9	56	7
15	23/11/2018	36.8	57	8
16	24/11/2018	35.4	55	8
17	25/11/2018	37.8	58	8
18	26/11/2018	38.4	56	8
19	27/11/2018	40.5	58	8
20	28/11/2018	45.5	56	8
21	29/11/2018	45.2	55	8
22	30/11/2018	46.4	57	7
23	01/12/2018	44.8	58	7
24	02/12/2018	46.9	55	7
25	03/12/2018	48.9	57	7
26	04/12/2018	51.8	59	8
27	05/12/2018	52.4	56	7
28	06/12/2018	54.5	58	8
29	07/12/2018	55.8	55	7
30	08/12/2018	61.2	56	7
31	09/12/2018	64.5	58	7
32	10/12/2018	60.5	57	7
33	11/12/2018	58.4	55	7
34	12/12/2018	55.4	59	7
35	13/12/2018	53.2	55	8
36	14/12/2018	49.5	58	8
37	15/12/2018	48.4	57	8
38	16/12/2018	46.5	59	8
39	17/12/2018	44.7	56	7
40	18/12/2018	42.4	57	8
41	19/12/2018	41.8	58	7
42	20/12/2018	39.8	56	7
43	21/12/2018	39.4	55	8
44	22/12/2018	39.1	58	8
45	23/12/2018	38.4	59	8
MUESTRA (RUMA): TB-01			PH FINAL: 8	
HUMEDAD FINAL: 59%			T(°C) FINAL: 38.4	

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 26
Registro de datos del laboratorio

DATOS DE LA MUESTRA			ANALIS PROXIMAL				RESULTADO EN BASE SECA										
CÓDIGO	REFERENCIA	PH	HUMEDAD (%)	EN BASE HÚMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)					PARTES POR MILLON (PPM)				
				MATERIA SECA		MATERIA ORGÁNICA (%)	CENIZA (%)	N (%)	P2O5 (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm
				MATERIA ORGÁNICA (%)	CENIZA (%)												
M1085	TA	8.30	39.61	30.49	29.90	50.49	49.51	2.38	0.162	1.130	0.690	0.660	0.390	20.000	1456.000	59.000	206.000
M1086	TB	8.34	38.39	44.52	17.09	72.27	27.73	2.13	0.157	0.920	0.600	0.450	0.180	5.000	1700.000	29.000	149.000

Fuente: Laboratorio de Suelos de La Universidad Nacional Agraria de La Selva.

3.2.4.3. Para el Análisis e Interpretación de datos

En el presente proyecto de investigación para el procesamiento de información estadística, se usará el software estadístico SPSS y para el análisis de información la estadística que se usará será el Análisis de Varianza (ANOVA). Según (Márquez, 2011). El análisis de varianza se refiere en general a un conjunto de situaciones experimentales y procedimientos estadísticos para el análisis de respuestas cuantitativas de unidades experimentales. El problema más sencillo de ANOVA se conoce como el análisis de varianza de un solo factor o diseño completamente al azar, éste se utiliza para comparar dos o más tratamientos, dado que sólo consideran dos fuentes de variabilidad, los tratamientos y el error aleatorio

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. Procesamiento de Datos

Tabla 27
Resultados descriptivos de la evaluación de la altura

Muestra	N	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Límite inferior	Límite superior
TA-01	7	84.5714	4.19102	74.3164	94.8265
TA-02	7	86.7143	3.61027	77.8803	95.5483
TA-03	7	86.2857	4.32443	75.7042	96.8672
TB-01	7	94.4286	2.10280	89.2832	99.5739
Total	28	88.0000	1.87577	84.1512	91.8488

Fuente: Datos obtenidos como resultado de las mediciones efectuadas. Elaboración propia.

Gráfico 1
Las medias de las alturas



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Los resultados obtenidos señalan que la altura en la muestra TB-01 es superior (94.4286 cm) a las alturas de TA-01, TA-02, TA-03 que tienen la aplicación de los microorganismos eficientes para la producción de compost, por ende se deduce que a medida del tiempo de descomposición la altura va perdiendo medidas y con la aplicación de los microorganismos la pérdida es ligeramente mayor a sin la aplicación de estos.

Tabla 28
Prueba de normalidad de la medición de las alturas

	Muestra	Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Estadístico	GL	Sig.
Altura	TA-01	0.137	7	0.200
	TA-02	0.173	7	0.200
	TA-03	0.194	7	0.200
	TA-04	0.168	7	0.200

Fuente: Datos obtenidos como resultado de las mediciones efectuadas. Elaboración propia.

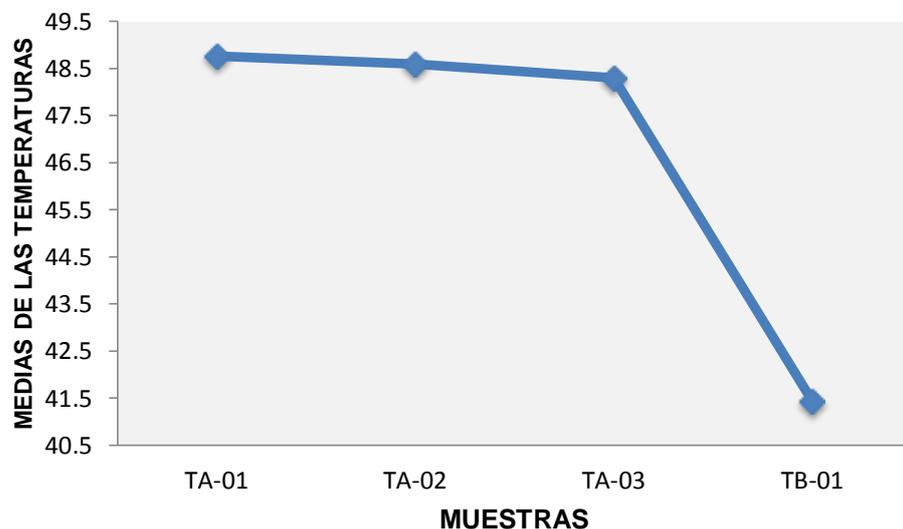
Interpretación: La prueba de normalidad indica que ésta ha sido superada, en función al p-valor obtenido (0.20), por lo que es pertinente el uso de un procedimiento paramétrico tal como el análisis de varianza para el desarrollo de la prueba de hipótesis.

Tabla 29
Resultados Descriptivos de la evaluación de la temperatura

Muestra	N	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Límite inferior	Límite superior
TA-01	45	48.7644	1.73841	45.2609	52.2680
TA-02	45	48.5911	1.67503	45.2153	51.9669
TA-03	45	48.2978	1.72003	44.8313	51.7643
TB-01	45	41.4400	1.65172	38.1112	44.7688
Total	180	46.7733	1.87219	45.0522	48.4944

Fuente: Datos obtenidos como resultado de las mediciones efectuadas. Elaboración propia.

Gráfico 2
Las medias de la temperatura



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Los resultados obtenidos señalan que la temperatura en la muestra TB-01 es inferior (41.44 °C) a las temperaturas de las muestras de TA-01, TA-02, TA-03 que tienen la aplicación de los microorganismos eficientes para la producción de compost. Por ende se deduce que con la aplicación de los microorganismos eficientes aceleraremos la temperatura llegando Las TA-01 antes que la TB-01 a la fase termófila.

Tabla 30
Prueba de normalidad en los grupos

	Muestra	Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Estadístico	G.L.	Sig.
Temperatura	TA-01	0.123	45	0.086
	TA-02	0.090	45	0.200
	TA-03	0.130	45	0.055
	TB-01	0.093	45	0.200

Fuente: Datos obtenidos como resultado de las mediciones efectuadas. Elaboración propia.

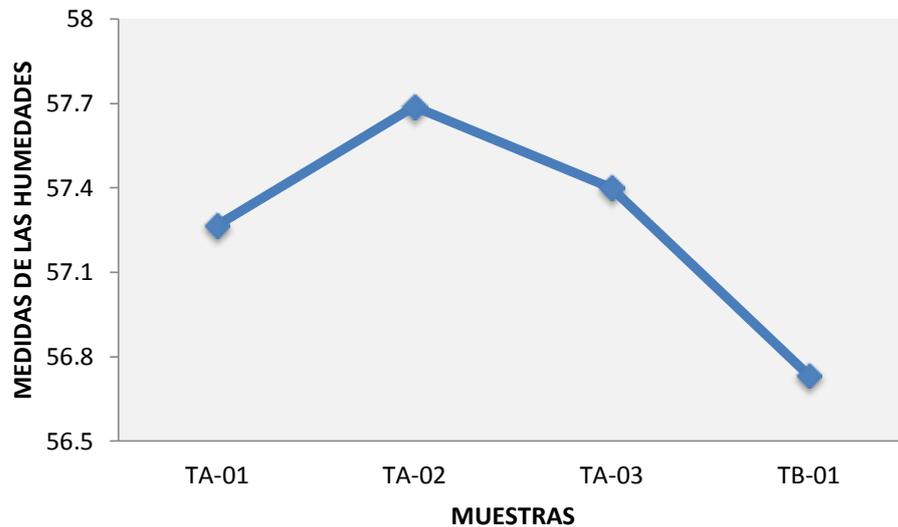
Interpretación: La prueba de normalidad indica que ésta ha sido superada, en función al p-valor obtenido (mayor a 0.05), por lo que es pertinente el uso de un procedimiento paramétrico tal como el análisis de varianza para el desarrollo de la prueba de hipótesis.

Tabla 31
Resultados Descriptivos de la evaluación de la humedad

Muestra	N	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Límite inferior	Límite superior
TA-01	45	57.2667	0.24288	56.7772	57.7562
TA-02	45	57.6889	0.24989	57.1853	58.1925
TA-03	45	57.4000	0.24904	56.8981	57.9019
TB-01	45	56.7333	0.23868	56.2523	57.2144
Total	180	57.2722	0.12428	57.0270	57.5175

Fuente: Datos obtenidos como resultado de las mediciones efectuadas. Elaboración propia.

Gráfico 3
Las medias de la humedad



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Los resultados obtenidos señalan que la humedad en la muestra TB-01 es inferior (56.7333 %) a las humedades de las muestras de TA-01, TA-02, TA-03 que tienen la aplicación de los microorganismos eficientes para la producción de compost. Por ende se deduce que con o sin la aplicación de los microorganismos eficientes las humedades son semejantes.

Tabla 32
Prueba de normalidad en los grupos

	Muestra	Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Estadístico	GL	Sig.
Humedad	1.00	0.121	45	0.099
	2.00	0.148	45	0.014
	3.00	0.142	45	0.023
	4.00	0.163	45	0.004

Fuente: Datos obtenidos como resultado de las mediciones efectuadas. Elaboración propia.

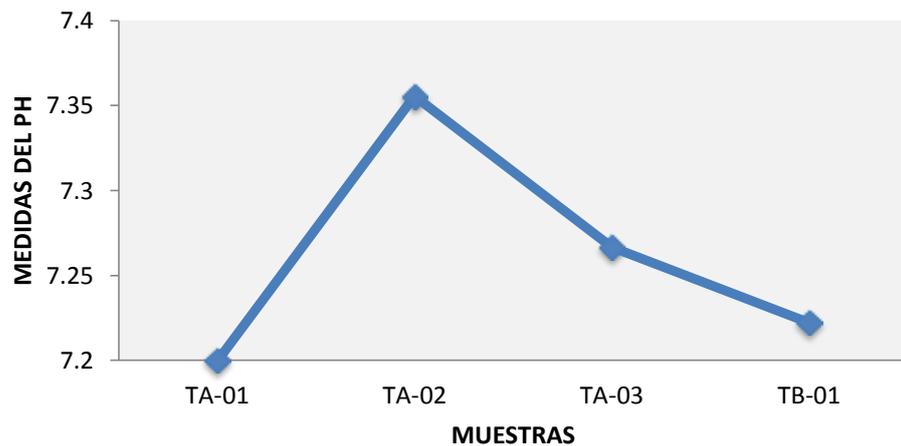
Interpretación: La prueba de normalidad indica que ésta no ha sido superada, en función al p-valor obtenido (valores menores a 0.05), por lo que es pertinente el uso de un procedimiento no paramétrico tal como el análisis de varianza *Análisis de Kruskal Wallis* el desarrollo de la prueba de hipótesis.

Tabla 33
Resultados Descriptivos de la evaluación del pH

Muestra	N	Media	Error estándar	95% del intervalo de confianza para la media	
				Límite inferior	Límite superior
TA-01	45	7.2000	0.09847	7.0015	7.3985
TA-02	45	7.3556	0.10128	7.1514	7.5597
TA-03	45	7.2667	0.11634	7.0322	7.5011
TB-01	45	7.2222	0.10488	7.0109	7.4336
Total	180	7.2611	0.05248	7.1576	7.3647

Fuente: Datos obtenidos como resultado de las mediciones efectuadas. Elaboración propia.

Gráfico 4
Las medias del pH



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: Los resultados obtenidos señalan que el pH en las muestra TA que tienen la aplicación de los microorganismos eficientes y TB que no tienen la aplicación de los microorganismos eficientes para la producción de compost son semejantes debido a que todos se encuentran en el rango de 7.

Tabla 34
Prueba de normalidad en los grupos

	Muestra	Kolmogorov-Smirnov ^a		
		Estadístico	GL	Sig.
	TA-01	0.286	45	0.000
	TA-02	0.295	45	0.000
PH	TA-03	0.293	45	0.000
	TA-04	0.246	45	0.000

Fuente: Datos obtenidos como resultado de las mediciones efectuadas. Elaboración propia.

Interpretación: La prueba de normalidad indica que ésta no ha sido superada, en función al p-valor obtenido (valores menores a 0.05), por lo que es pertinente el uso de un procedimiento no paramétrico tal como el análisis de varianza *Análisis de Kruskal Wallis* para el desarrollo de la prueba de hipótesis.

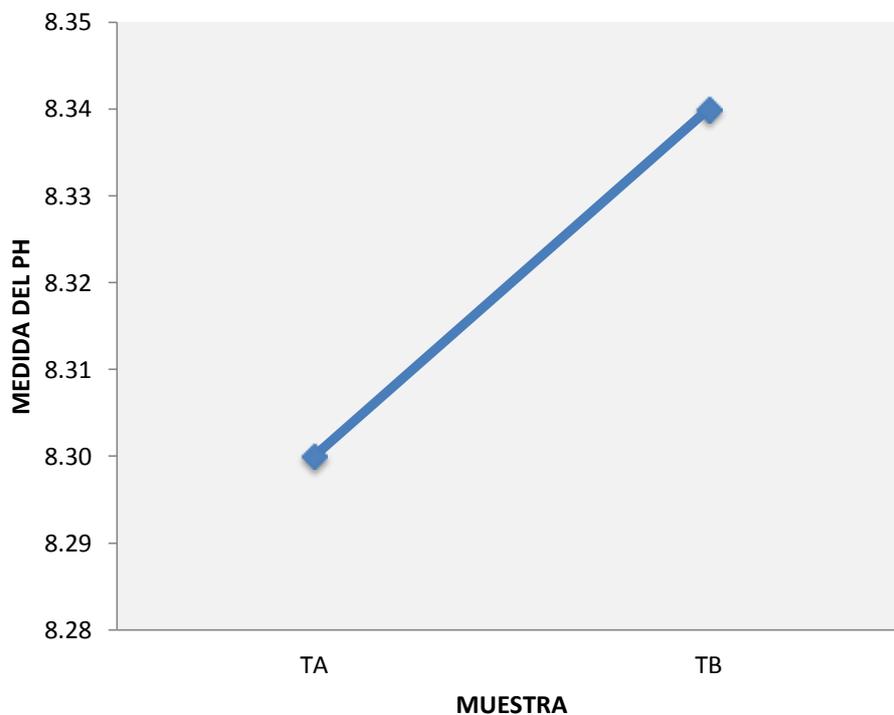
Tabla 35

Resultados de laboratorio de suelos de la Universidad Nacional Agraria de la Selva

PARAMETROS FISICOS QUIMICOS	TA	TB	NIVEL DE ACEPTACIÓN SEGÚN LA NORMATIVA CHILENA NCH 28880.C2003			CLASE COMPOST TA	CLASE COMPOST TB
			CLASE A	CLASE B	INMADURO		
			PH	8.30	8.34		
% HUMEDAD	39.6	38.4		> 30%		A	A
% MATERIA ORGÁNICA	50.5	72.3	≥ 45%	≥ 25%	No Aplica	A	A
% CENIZAS	49.5	27.7		No Especifica		-	-
% N	2.380	2.130		≥0.8%		A	A
%P2O5	0.162	0.157		No Especifica		-	-
% Ca	1.130	0.920		No Especifica		-	-
%Mg	0.690	0.600		No Especifica		-	-
%K	0.660	0.450		No Especifica		-	-
% Na	0.390	0.180		≤ 1.0%		A	A
Cu ppm	20	5		≤100		A	A
Fe ppm	1456	1700		No Especifica		-	-
Zn ppm	59	29		≤200		A	A
Mn ppm	206	149		No Especifica		-	-

Fuente: Datos obtenidos como resultado del laboratorio de suelos de la UNAS. Elaboración propia.

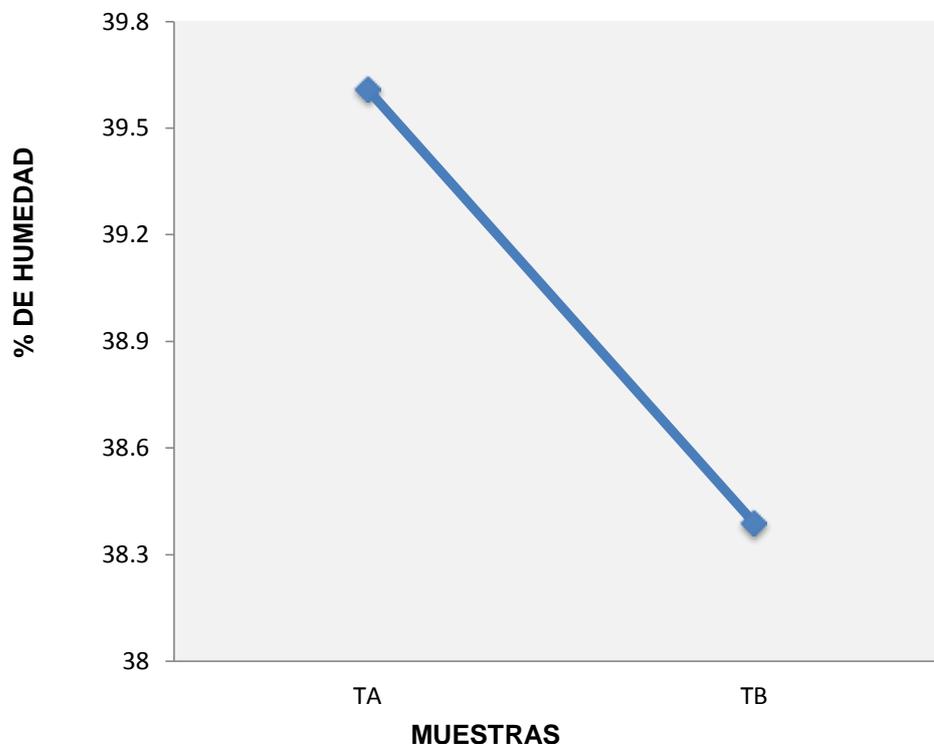
Gráfico 5
Las medidas del Ph según los resultados del laboratorio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El gráfico muestra que existe semejanza en los pH obtenidos del resultado del laboratorio de las muestras TA (8.30), que se aplicó los microorganismos eficientes y TB (8.34), que no se aplicaron los microorganismos eficientes, Según las especificaciones de la NCH288880 se puede decir que a nivel de pH el compost se encuentra en la clase B, En esta clase indica el rango de pH de 6.5-8.5.

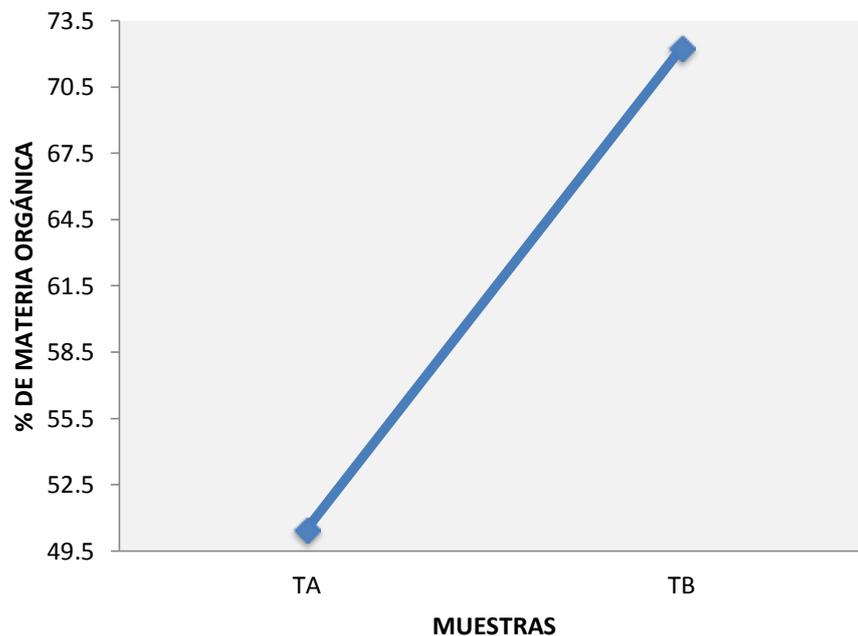
Gráfico 6
Las medidas del % de humedad según los resultados del laboratorio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El gráfico muestra que existe semejanza en los % de humedades obtenidos del resultado del laboratorio de las muestras TA (39.60 %), que se aplicó los microorganismos eficientes y TB (38.40 %), que no se aplicaron los microorganismos eficientes. Según las especificaciones de la NCH288880 se puede decir que a nivel de % de humedad del compost se encuentra en la clase A, En esta clase indica que debe ser mayor del 30%.

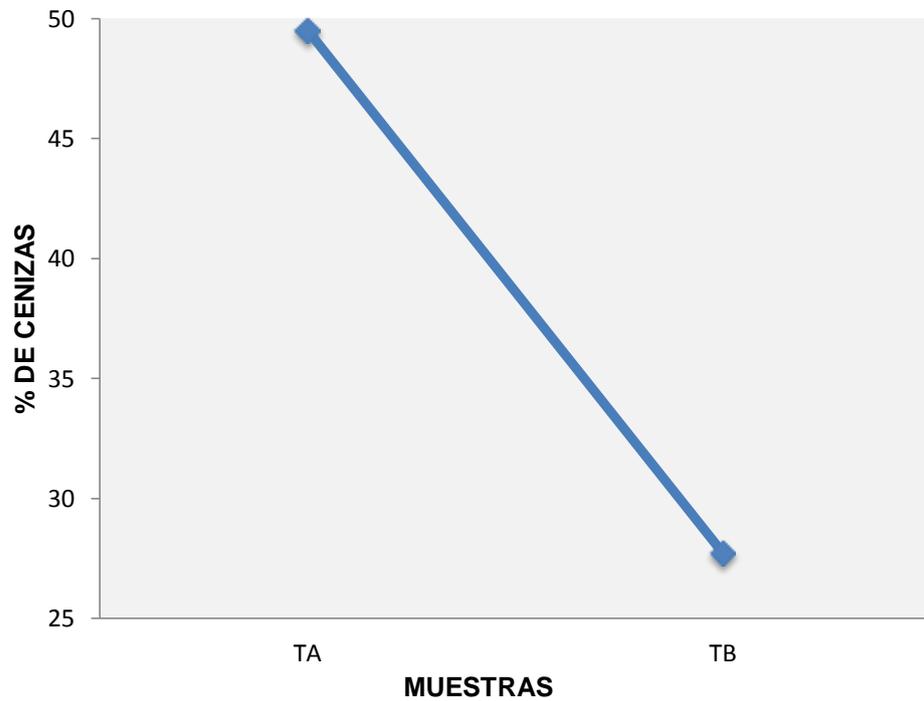
Gráfico 7
Las medidas del % de materia orgánica según los resultados del laboratorio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El gráfico muestra que existe semejanza en los % de materia orgánica obtenidos del resultado del laboratorio de las muestras TA (50.50 %), que se aplicó los microorganismos eficientes y TB (72.30 %), que no se aplicaron los microorganismos eficientes. Según las especificaciones de la NCH288880 se puede decir que el nivel de % de materia orgánica el compost se encuentra en la clase A, En esta clase indica que debe ser mayor del $\geq 45\%$. Además otra fuente nos indica que el porcentaje de valores inferiores al 30% normalmente indican que el compost está mezclado con arena, tierra, cenizas u otro compuesto mineral y valores superiores al 60% indican que los residuos no están suficientemente compostados. (htt)

Gráfico 8
Las medidas del % de cenizas según los resultados del laboratorio

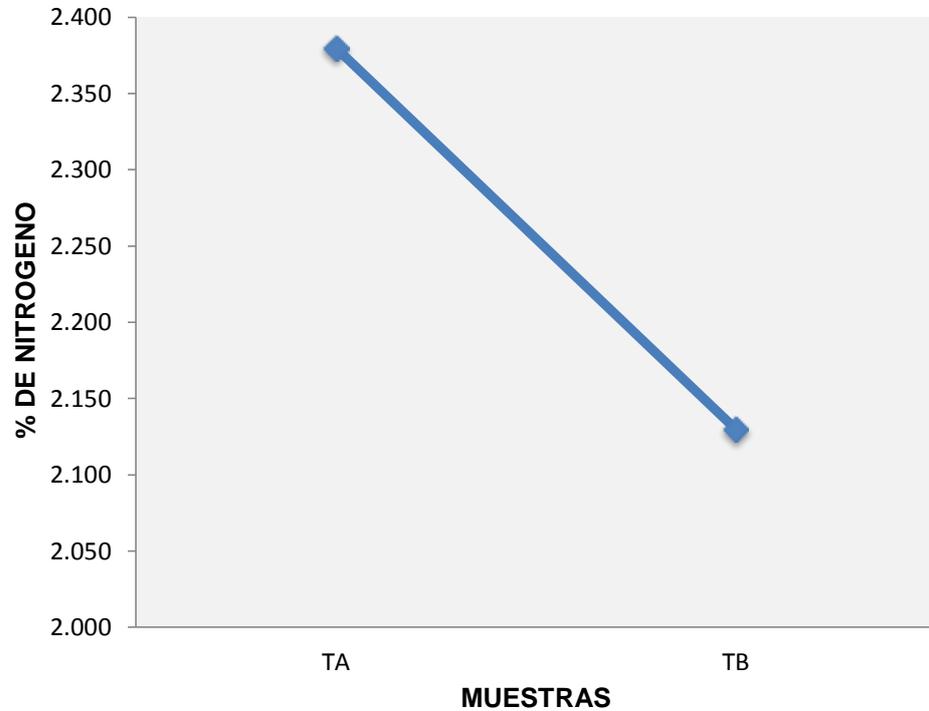


Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El gráfico muestra que no existe semejanza en los % de cenizas obtenidos del resultado del laboratorio de las muestras TA (49.50 %), que se aplicó los microorganismos eficientes y TB (27.70%), que no se aplicaron los microorganismos eficientes. No existen especificaciones en la NCH288880.

Gráfico 9

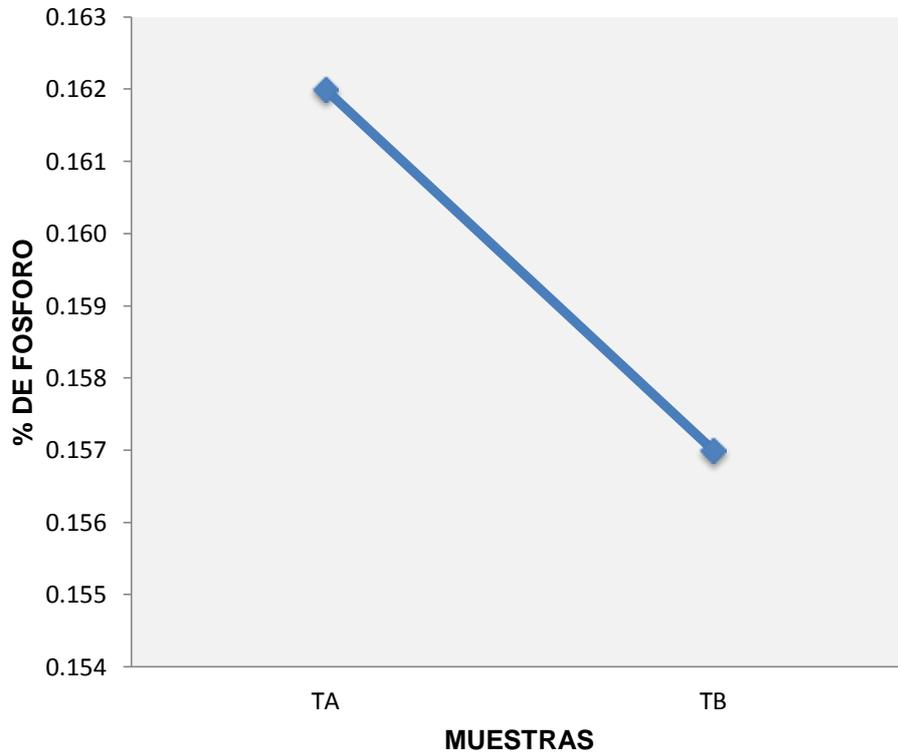
Las medidas del % de nitrógeno según los resultados del laboratorio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El gráfico muestra que existe semejanza en los % de nitrógeno obtenidos del resultado del laboratorio de las muestras TA (2.380 %), que se aplicó los microorganismos eficientes y TB (2.130 %), que no se aplicaron los microorganismos eficientes. Según las especificaciones de la NCH288880 se puede decir que a nivel de % de nitrógeno el compost se encuentra en la clase A, En esta clase indica que debe ser $\geq 0.8\%$.

Gráfico 10
Las medidas del % de fosforo según los resultados del laboratorio

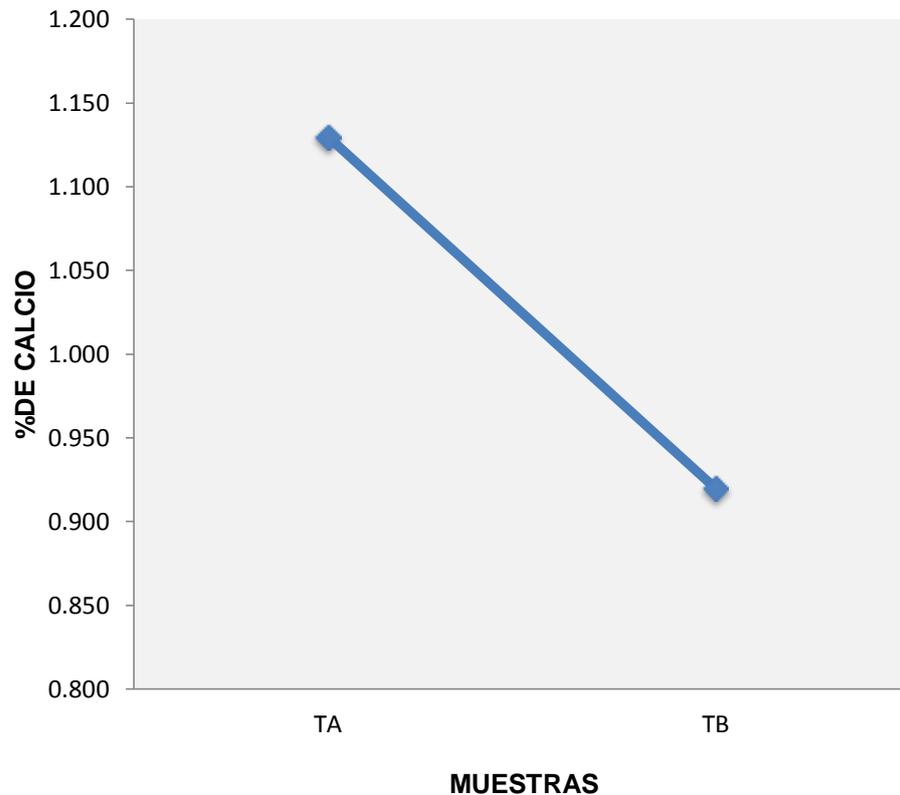


Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El gráfico muestra que existe semejanza en los % de fosforo obtenidos del resultado del laboratorio de las muestras TA (0.162 %), que se aplicó los microorganismos eficientes y TB (0.157 %), que no se aplicaron los microorganismos eficientes. No existen especificaciones en la NCH288880 para el óxido de fosforo pero sí para el fosforo total que manifiesta la presente norma que tiene que ser $\leq 0.1\%$. Que comparando con los resultados se encuentran en el rango de las especificaciones.

Gráfico 11

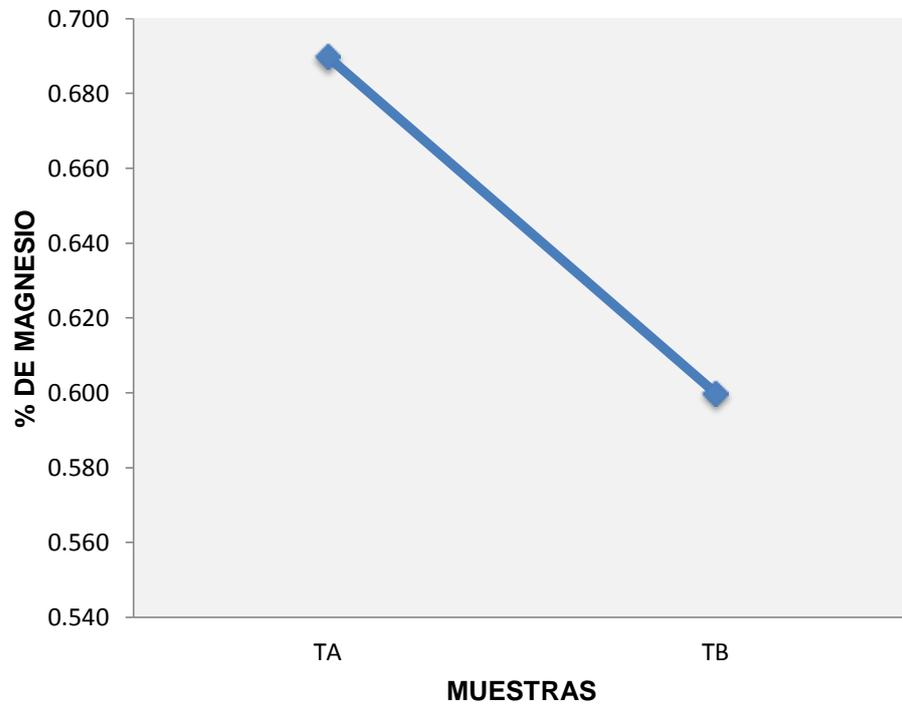
Las medidas del % calcio de según los resultados del laboratorio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El gráfico muestra que los % de calcio obtenidos del resultado del laboratorio de las muestras del TA es de (1.130 %), que se aplicó los microorganismos eficientes y del TB es de (0.920%), que no se aplicaron los microorganismos eficientes. No existen especificaciones en la NCH288880.

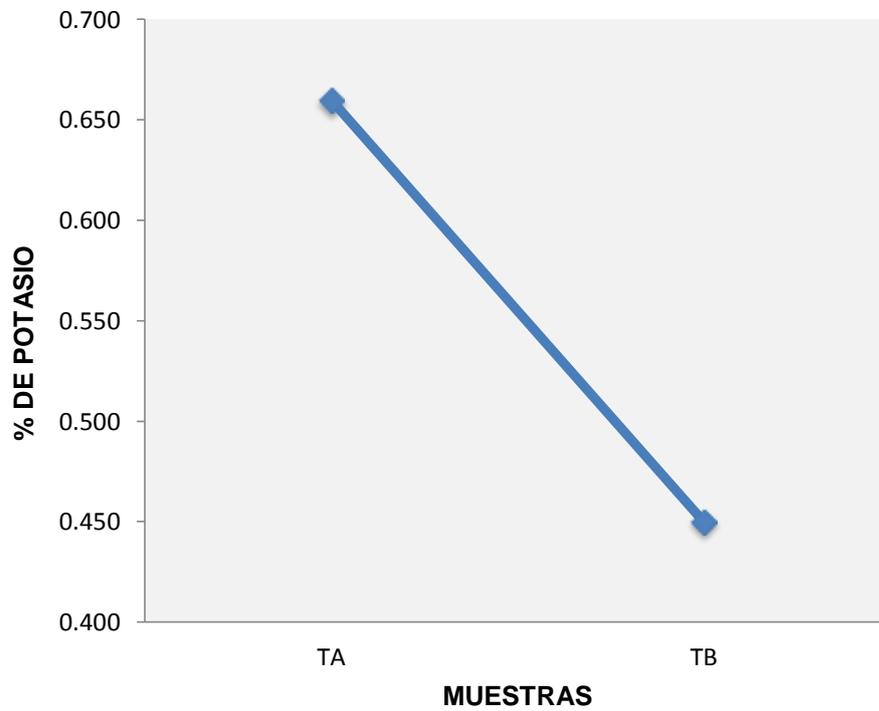
Gráfico 12
Las medidas del % magnesio de según los resultados del laboratorio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El gráfico muestra que existe semejanza en los % de magnesio obtenidos del resultado del laboratorio de las muestras TA (0.690 %), que se aplicó los microorganismos eficientes y TB (0.600%), que no se aplicaron los microorganismos eficientes. No existen especificaciones en la NCH288880.

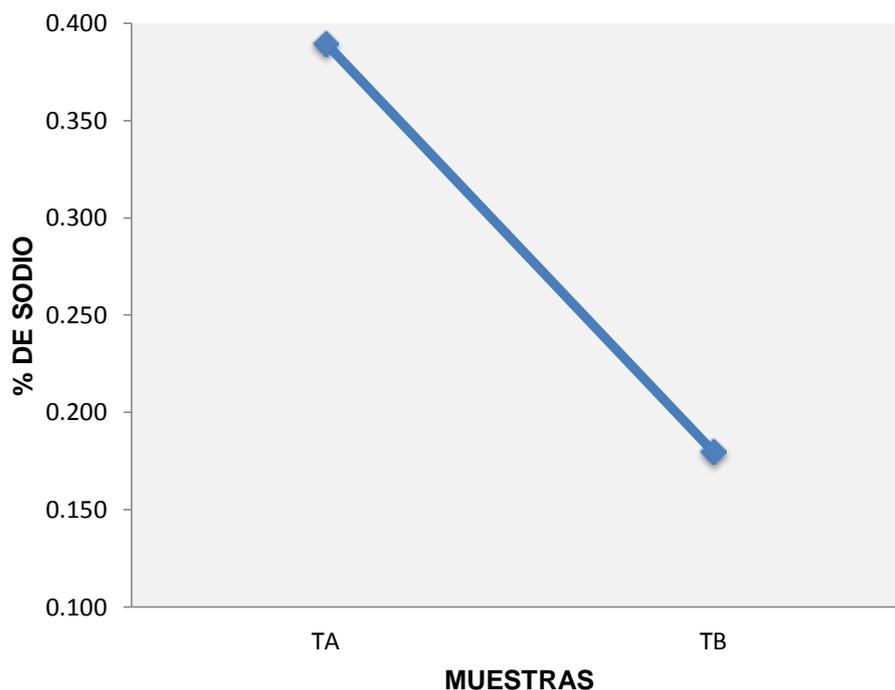
Gráfico 13
Las medidas del % magnesio de según los resultados del laboratorio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El gráfico muestra que no existe semejanza en los % de potasio obtenidos del resultado del laboratorio de las muestras del TA es de (0.660 %), que se aplicó los microorganismos eficientes y del TB es de (0.450%), que no se aplicaron los microorganismos eficientes. No existen especificaciones en la NCH288880.

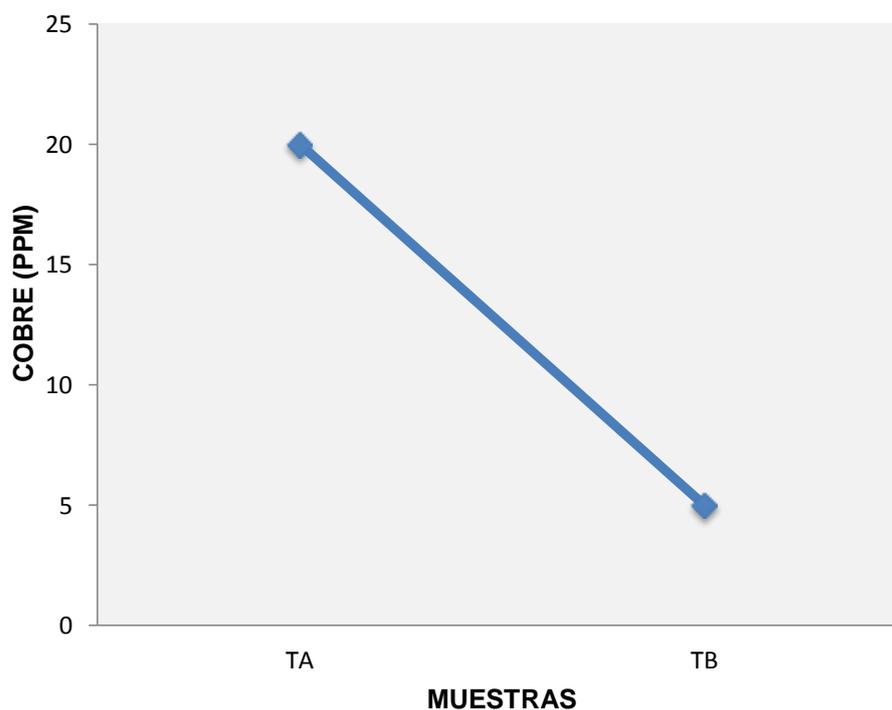
Gráfico 14
Las medidas del % de sodio según los resultados del laboratorio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El gráfico muestra que no existe semejanza en los % de sodio obtenidos del resultado del laboratorio de la muestra TA (0.390 %), que se aplicó los microorganismos eficientes y de la TB (0.180 %), que no se aplicaron los microorganismos eficientes. Según las especificaciones de la NCH288880 se puede decir que a nivel de % de sodio el compost se encuentra en la clase A, En esta clase indica que debe ser $\leq 1.0\%$.

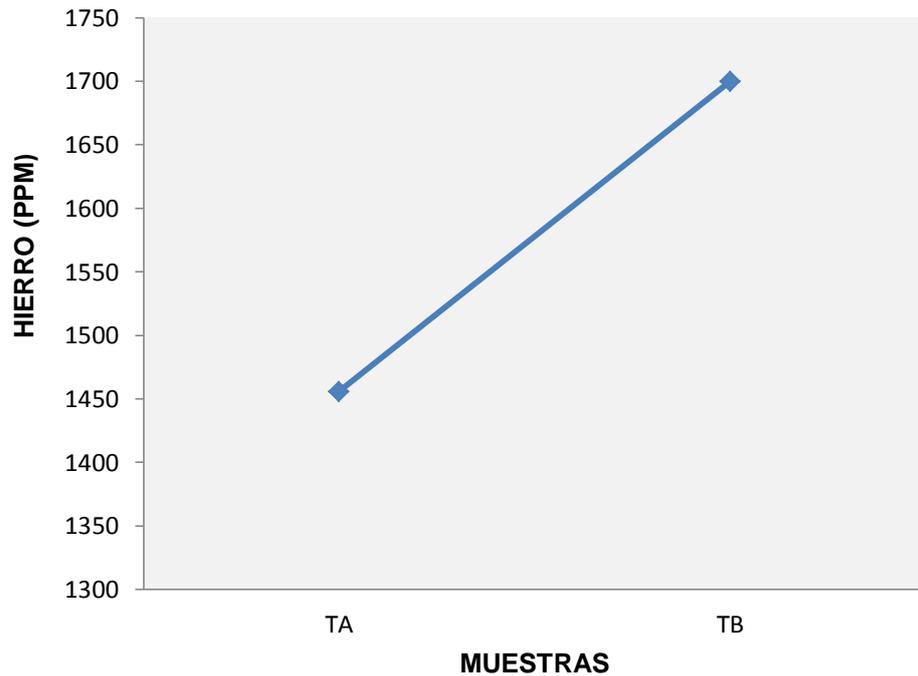
Gráfico 15
Las medidas de cobre según los resultados del laboratorio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El gráfico muestra que no existe semejanza en los resultados de cobre obtenidos del resultado del laboratorio de la muestra TA (20 ppm), que se aplicó los microorganismos eficientes y de la TB (5 ppm), que no se aplicaron los microorganismos eficientes. Según las especificaciones de la NCH288880 se puede decir que a nivel de cobre en ppm en el compost se encuentra en la clase A, En esta clase indica que debe ser <100 ppm.

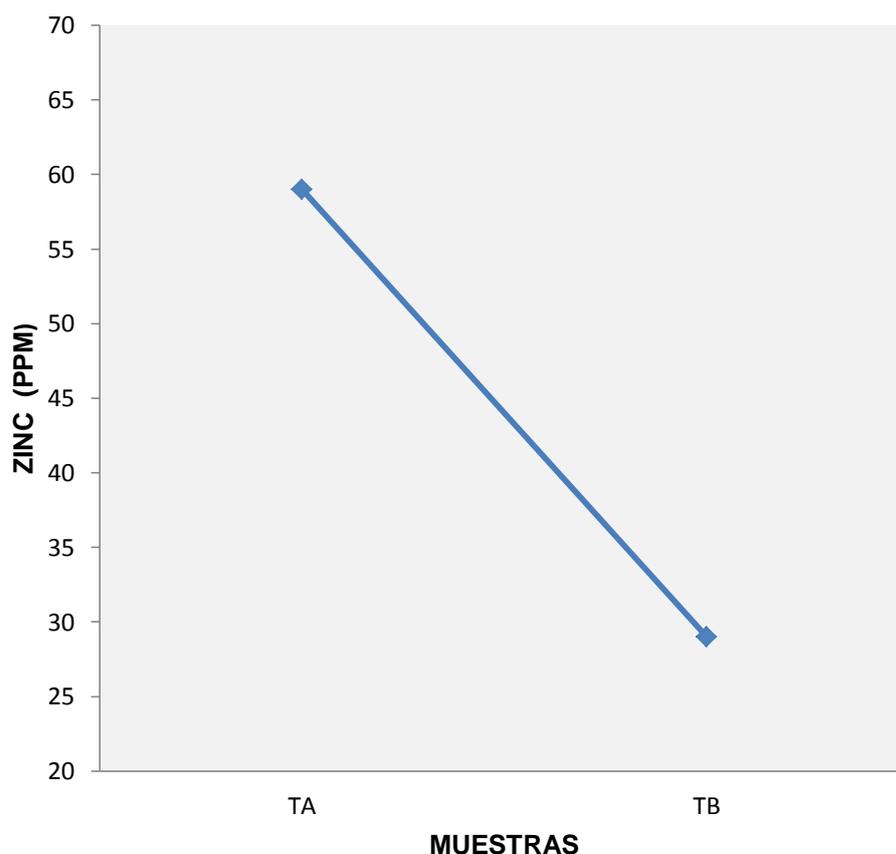
Gráfico 16
Las medidas de hierro según los resultados del laboratorio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El gráfico muestra que no existe semejanza en los resultados de hierro obtenidos del resultado del laboratorio de la muestra TA (1456 ppm), que se aplicó los microorganismos eficientes y de la TB (1700 ppm), que no se aplicaron los microorganismos eficientes, No existen especificaciones en la NCH288880.

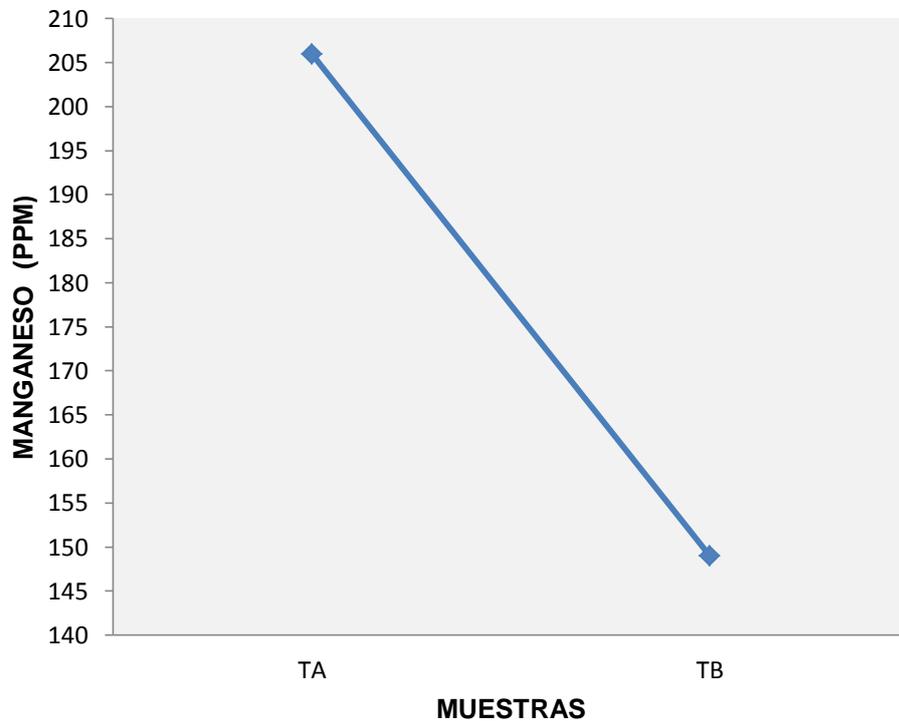
Gráfico 17
Las medidas de zinc según los resultados del laboratorio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El gráfico muestra que no existe semejanza en los resultados de zinc obtenidos del resultado del laboratorio de la muestra TA (59 ppm), que se aplicó los microorganismos eficientes y de la TB (29 ppm), que no se aplicaron los microorganismos eficientes. Según las especificaciones de la NCH288880 se puede decir que a nivel de zinc en ppm en el compost se encuentra en la clase A, En esta clase indica que debe ser <200 ppm.

Gráfico 18
Las medidas de zinc según los resultados del laboratorio



Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El gráfico muestra que no existe semejanza en los resultados de hierro obtenidos del resultado del laboratorio de la muestra TA (206 ppm), que se aplicó los microorganismos eficientes y de la TB (149 ppm), que no se aplicaron los microorganismos eficientes, No existen especificaciones en la NCH288880.

4.2. Contratación de Hipótesis y Prueba de Hipótesis

a) se ha evaluado la altura con microorganismos eficientes en la elaboración de compost con materia orgánica en 3 repeticiones por el tratamiento TA y comparado con la del tratamiento TB. Dicha evaluación se realiza con el procedimiento Análisis de varianza, considerando la siguiente hipótesis alterna:

Hi: Los microorganismos eficientes aceleran la pérdida de altura a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica para la elaboración de compost.

Nivel de significancia: 5%

Tabla 36
Análisis de la Varianza de las alturas

ANOVA					
Medición					
	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	403.714	3	134.571	1.431	.258
Dentro de grupos	2256.286	24	94.012		
Total	2660.000	27			

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El resultado obtenido indica que no ha sido posible demostrar la hipótesis alterna, en virtud de que el valor obtenido (0.258) es superior al nivel de significancia considerado (0.05), por lo que se concluye que no ha sido posible demostrar la hipótesis que indica que la altura en la producción de compost con microorganismos eficientes es diferente que la producción sin ellos.

b) Se ha evaluado la temperatura con microorganismos eficientes en la elaboración de compost con materia orgánica en 3 repeticiones por el tratamiento TA y comparado con el tratamiento TB. Dicha evaluación se realiza con el procedimiento Análisis de varianza, considerando la siguiente hipótesis alterna:

Hi: Los microorganismos eficientes intervienen en el parámetro de temperatura de la materia orgánica para la elaboración de compost.

Nivel de significancia: 5%

Tabla 37
Análisis de la Varianza de la temperatura

ANOVA					
Temperatura					
	Suma de cuadrados	GL	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1711.675	3	570.558	4.405	0.005
Dentro de grupos	22798.717	176	129.538		
Total	24510.392	179			

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El resultado obtenido indica que si ha sido posible demostrar la hipótesis alterna, en virtud de que el valor obtenido (0.005) es inferior al nivel de significancia considerado (0.05), por lo que se concluye que la temperatura en la elaboración de compost con microorganismos eficientes es diferente a la elaboración sin ellos. Los datos descriptivos de la tabla 39 indican que con la aplicación de los microorganismos eficientes la temperatura es mayor.

c) Se ha evaluado la humedad con microorganismos eficientes en la elaboración de compost con materia orgánica en 3 repeticiones por el tratamiento TA y comparado con el tratamiento TB. Dicha evaluación se realiza con el procedimiento Análisis de varianza, considerando la siguiente hipótesis alterna:

Hi: Los microorganismos eficientes intervienen en el parámetro de humedad de la materia orgánica para la elaboración de compost.

Nivel de significancia: 5%

En virtud de que los datos de la humedad no provienen de una distribución normal, se procede a usar una prueba estadística no paramétrica tal como la que se muestra a continuación:

Tabla 38

Análisis de la Varianza de Kruskal Wallis de la humedad

Estadísticos de prueba ^{a,b}	
	Humedad
Chi-cuadrado	6.502
Gl	3
Sig. Asintótica	0.090

a. Prueba de Kruskal Wallis

b. Variable de agrupación: Tratamiento

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El resultado obtenido indica que no ha sido posible demostrar la hipótesis alterna, en virtud de que el valor obtenido (0.09) es superior al nivel de significancia considerado (0.05), por lo que se concluye que la humedad en la producción de compost con microorganismos eficientes no es diferente que la producción sin ellos.

d) Se ha evaluado el pH con microorganismos eficientes en la elaboración de compost con materia orgánica en 3 repeticiones por el tratamiento TA y comparado con el tratamiento TB. Dicha evaluación se realiza con el procedimiento Análisis de varianza, considerando la siguiente hipótesis alterna:

Hi: Los microorganismos eficientes intervienen en el parámetro de pH de la materia orgánica para la elaboración de compost.

Nivel de significancia: 5%

En virtud de que los datos del pH no provienen de una distribución normal, se procede a usar una prueba estadística no paramétrica tal como la que se muestra a continuación:

Tabla 39

Análisis de la Varianza de Kruskal Wallis del pH

Estadísticos de prueba^{a,b}	
	Ph
Chi-cuadrado	1.498
GL	3
Sig. Asintótica	0.683

a. Prueba de Kruskal Wallis
b. Variable de agrupación: Tratamiento

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El resultado obtenido indica que no ha sido posible demostrar la hipótesis alterna, en virtud de que el valor obtenido (0.683) es superior al nivel de significancia considerado (0.05), por lo que se concluye que el pH en la producción de compost con microorganismos eficientes no es diferente que la producción sin ellos.

e) Se ha evaluado la producción de compost con microorganismos eficientes en la elaboración de compost con materia orgánica en 3 repeticiones por el tratamiento TA y comparado con la producción de compost con el TB-01 (291.70 Kg). Dicha evaluación se realiza con el procedimiento estadístico Prueba T de Student para una muestra, considerando la siguiente hipótesis alterna:

Hi: La cantidad de producción de compost obtenido con el uso de los microorganismos eficientes es mayor al sin el uso de estos en la elaboración de compost.

Nivel de significancia: 5%

Se tiene los siguientes descriptivos

Tabla 40
Estadística de producción de compost.

Estadísticas de muestra única				
	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Compost	3	298.600	0.75498	0.43589

Fuente: Elaboración propia.

Y los resultados de la prueba estadística son:

Tabla 41
Resultados de la prueba estadística de la producción de compost

Prueba de muestra única						
Valor de prueba = 291.70						
T	GI	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
				Inferior	Superior	
Compost	15.830	2	0.004	6.90000	5.0245	8.7755

Fuente: Elaboración propia.

Interpretación: El resultado obtenido indica que si ha sido posible demostrar la hipótesis alterna con un nivel de significancia de 0.05, la producción de compost con microorganismos eficientes es diferente a su producción sin ellos, esto se observa en el p-valor obtenido (0.004), el cual no supera el valor de significancia. La información descriptiva indica que la producción de compost con los microorganismos es mayor que la producción sin ellos.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Con respecto al objetivo general: Evaluar la eficacia de los microorganismos eficientes en la elaboración de compost mediante el proceso de descomposición de la materia orgánica generados en los mercadillos de Cayhuayna, Distrito de Pillco Marca, Departamento de Huánuco,

Los EM son eficaces en la intervención de la descomposición de la materia orgánica, porque aceleraron el tiempo de descomposición y los parámetros físicos de degradación, el tiempo habitual suele ser de 4 a 6 meses según las condiciones climáticas de cada lugar de ejecución, y en el presente proyecto tuvo una duración de 45 días. A diferencia de la muestra TB (testigo) que no se descompuso en su totalidad. Una investigación de Naranjo, en Ambato-Ecuador; Concluyo que con la Treet (P2) como aporte de microorganismos benéficos, para acelerar la transformación de desechos orgánicos en compost, se alcanzaron los mejores resultados, al reducirse el tiempo a la cosecha y obtener compost de mejor calidad.

En el presente trabajo de investigación y el antecedente citado, se llegó al resultado esperado de reducir el tiempo de producción de compost mediante la aplicación de los microorganismos eficientes.

Con respecto a los objetivos específicos:

Con respecto al objetivo específico 1: Determinar la pérdida de altura a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando los microorganismos eficientes para la elaboración de compost.

Se deduce que a medida del tiempo de descomposición la altura va perdiendo medidas y con la aplicación de los microorganismos la pérdida es ligeramente mayor a sin la aplicación de estos.

Se aprecia que la altura es un factor muy importante debido a que con el pasar del tiempo de descomposición va perdiendo su medida inicial indicando así la descomposición de los residuos hasta llegar a la fase de maduración que ya es una medida estable.

Con respecto al objetivo específico 2: Determinar la intervención de los microorganismos eficientes en el parámetro físico de degradación de temperatura de la materia orgánica para la elaboración de compost.

Se deduce que con la aplicación de los microorganismos eficientes aceleraremos la temperatura llegando las TA antes que la TB-01 a la fase termófila.

Guasco & Elizabeth en Cuenca-Ecuador concluyeron que la temperatura es un factor muy importante en el proceso de descomposición de la materia orgánica; con la utilización de los activadores biológicos se observó que hay un incremento de temperatura, durante las primeras semanas en todos los tratamientos, esto es beneficioso debido a que se destruye la mayoría de microorganismos patógenos, huevos y quistes presentes en la materia.

Con respecto al objetivo específico 3: Determinar la intervención de los microorganismos eficientes en el parámetro físico de degradación de humedad de la materia orgánica para la elaboración de compost.

Se deduce que con o sin la aplicación de los microorganismos eficientes las humedades son semejantes.

Guasco & Elizabeth en Cuenca-Ecuador concluyeron que en la fase mesofílica, la humedad media de los ensayos, incluido el testigo tuvieron rangos similares; en la fase termofílica y de maduración, los experimentos que se aplicó activadores biológicos se mantuvieron dentro de los rangos óptimos, indicando que los tratamientos conservaron mejor la humedad en comparación con el testigo.

En el presente trabajo de investigación y el antecedente citado, se aprecia que la humedad con o sin la aplicación de los microorganismos eficientes sus mediciones son semejantes. Es decir los microorganismos eficientes no favorecen ni afectan a este parámetro.

Con respecto al objetivo específico 4: Determinar la intervención de los microorganismos eficientes en el parámetro físico de degradación de pH de la materia orgánica para la elaboración de compost.

Se deduce que con o sin la aplicación de los microorganismos eficientes los pH son semejantes.

Guasco & Elizabeth en Cuenca-Ecuador concluyeron que en el pH de los tratamientos y testigo, que fue registrado durante las trece semanas que duró el proceso de compostaje, presentó al inicio valores entre (4.5-4.8); con el pasar del tiempo el pH se mantuvo dentro de un rango 6.3-7.1; por lo que se concluyó, que durante el compostaje existió un buen desarrollo microbiano.

En el presente trabajo de investigación y el antecedente citado, se aprecia que el pH con o sin la aplicación de los microorganismos eficientes sus mediciones son semejantes. Es decir los microorganismos eficientes no favorecen ni afectan a este parámetro.

Con respecto al objetivo específico 5: Determinar el nivel de contenido de los macronutrientes y micronutrientes utilizando los microorganismos eficientes para la elaboración de compost.

En el laboratorio de la universidad nacional agraria de la selva en base a los resultados brindados por la entidad y comparado con la normativa chilena NCH 28880 decimos que:

- La muestra TA presenta un pH de 8.30 y la TB de 8.34, La muestra TA presenta una humedad de 39.61% y la TB de 38.39 %, La muestra TA presenta un % de materia orgánica de 50.49% y la TB de 72.27 %, La muestra TA presenta un % de cenizas de 49.51 % y la TB de 27.73 %, La muestra TA presenta un % de nitrógeno de 2.380 % y la TB de 2.130 %, La muestra TA presenta un % de óxido de fosforo de 0.162 % y la TB de 0.157 %, La muestra TA presenta un % de calcio de 1.130 % y la TB de 0.920 %, La muestra TA presenta un % de magnesio de 0.690 % y la TB de 0.600 %, La muestra TA presenta un % de potasio de 0.660 % y la TB de 0.450 %, La muestra TA presenta una concentración de Cu de 20 ppm y la TB de 5 ppm, La muestra TA presenta una concentración de Fe de 1456 ppm y la TB de 1700 ppm, La muestra TA presenta una concentración de Zn de 59 ppm y

la TB de 29 ppm, La muestra TA presenta una concentración de Mn de 206 ppm y la TB de 149 ppm.

En el presente trabajo de investigación y según los resultados del laboratorio de la universidad nacional agraria de la selva y comparándolo con la normativa chilena, se aprecia que los niveles de micronutrientes y macronutrientes se encuentran en la clasificación de compost de clase A, A excepción por el nivel de pH que es de clase B.

Con respecto al objetivo específico 6: Determinar la cantidad de producción de compost utilizando los microorganismos eficientes para la elaboración de compost.

La producción de compost con microorganismos eficientes es diferente a su producción sin ellos.

Se aprecia que la elaboración de compost con la aplicación de los microorganismos eficientes interviene en la cantidad de producción, siendo mayor la producción de estos a la del testigo que hay una diferencia de kilajes entre ellos.

CONCLUSIONES

Con respecto al objetivo general:

Al evaluar la eficacia de los microorganismos eficientes en la elaboración de compost mediante el proceso de descomposición de la materia orgánica generados en los mercadillos de Cayhuayna, Distrito de Pillco Marca, Departamento de Huánuco, se concluye que los EM Si son eficaces en la intervención de la descomposición de la materia orgánica, porque aceleraron el tiempo de descomposición y los parámetros físicos de degradación, el tiempo habitual suele ser de 4 a 6 meses según las condiciones climáticas de cada lugar de ejecución, y en el presente proyecto tuvo una duración de 45 días. A diferencia de la muestra TB (testigo) que no se descompuso en su totalidad.

Con respecto a los objetivos específicos:

Con respecto al objetivo específico 1:

Se determina que si hay pérdida de altura a medida que la materia orgánica se va descomponiendo al usar o no los microorganismos eficientes para la elaboración de compost. Como señalan los resultados obtenidos que la media de la altura en la muestra TB-01 es de 94.4286 cm siendo superior a las alturas del TA-01 es de 84.5714, TA-02 es de 86.7143, TA-03 es de 86.2857, que tienen la aplicación de los microorganismos eficientes para la elaboración de compost, por ende se deduce que a medida del tiempo de descomposición la altura va perdiendo medidas y con la aplicación de los microorganismos la perdida es ligeramente mayor a sin la aplicación de estos, sin embargo en la contratación de la hipótesis supera el nivel de significancia considerado (0.05), en virtud a que el valor obtenido es de (0.258) por lo que se concluye que no ha sido posible demostrar la hipótesis alterna que indica que la altura en la elaboración de compost con microorganismos eficientes es diferente que la elaboración sin ellos.

Con respecto al objetivo específico 2:

Se determina que los microorganismos eficientes si intervienen en el parámetro físico de degradación de temperatura en el proceso de descomposición de la materia orgánica para la elaboración de compost. Como señalan los resultados obtenidos que la temperatura en la muestra TB-01 es de 41.44 °C siendo inferior a las temperaturas de las muestras de TA-01 es de 48.7644 °C, TA-02 es de 48.5911 °C, TA-03 es de 48.2978 °C, que tienen la aplicación de los microorganismos eficientes para la elaboración de compost. Por ende se deduce que con la aplicación de los microorganismos eficientes aceleraremos la temperatura llegando las TA antes que la TB-01 a la fase termófila. En la contratación de la hipótesis el nivel de significancia considerado es de (0.05) y en virtud a que el valor obtenido es de (0.005) siendo inferior al nivel de significancia considerado, por lo cual indica que si ha sido posible demostrar la hipótesis alterna, por lo que se concluye que la temperatura en la elaboración de compost con microorganismos eficientes es diferente a la elaboración sin ellos.

Con respecto al objetivo específico 3:

Se determina que los microorganismos eficientes no intervienen en el parámetro físico de degradación de humedad en el proceso de descomposición de la materia orgánica para la elaboración de compost. Como señalan los resultados obtenidos que la humedad en la muestra TB-01 es de 56.7333% siendo inferior a las humedades de las muestras de TA-01 es de 57.2667%, TA-02 es de 57.6889 %, TA-03 es de 57.4000 % que tienen la aplicación de los microorganismos eficientes (EM) para la elaboración de compost. Por ende se deduce que con o sin la aplicación de los microorganismos eficientes las humedades son semejantes. En la contratación de la hipótesis el nivel de significancia considerado es de (0.05) y en virtud a que el valor obtenido es de (0.09) siendo superior al nivel de significancia considerado, lo cual indica que no ha sido posible demostrar la hipótesis alterna, por lo que se concluye que la humedad en la elaboración de compost con microorganismos eficientes no es diferente que la elaboración sin la aplicación estos.

Con respecto al objetivo específico 4:

Se determina que los microorganismos eficientes no intervienen en el parámetro físico de degradación de pH en el proceso de descomposición de la materia orgánica para la elaboración de compost. Como señalan los resultados obtenidos que el pH en la muestra TB-01 es de 7.2222 siendo inferior a los pH de las muestras de TA-01 es de 7.2000, TA-02 es de 7.3556, TA-03 es de 7.2667 los cuales tienen la aplicación de los microorganismos eficientes para la elaboración de compost. Por ende se deduce que con o sin la aplicación de los microorganismos eficientes los pH son semejantes. En la contratación de la hipótesis el nivel de significancia considerado es de (0.05) y en virtud a que el valor obtenido es de (0.683) siendo superior al nivel de significancia considerado, lo cual indica que no ha sido posible demostrar la hipótesis alterna, por lo que se concluye que los pH en la elaboración de compost con microorganismos eficientes no es diferente que la elaboración sin ellos.

Con respecto al objetivo específico 5:

Al determinar el nivel de contenido de los macronutrientes y micronutrientes utilizando los microorganismos eficientes para la elaboración de compost, en el laboratorio de la universidad nacional agraria de la selva en base a los resultados brindados por la entidad y comparado con la normativa chilena NCH 28880 decimos que:

- La muestra TA presenta un pH de 8.30 y la TB de 8.34, por ende según las especificaciones de la norma chilena según el pH el compost es de clase B.
- La muestra TA presenta una humedad de 39.61% y la TB de 38.39 % por ende según las especificaciones de la norma chilena según la humedad el compost es de clase A.
- La muestra TA presenta un % de materia orgánica de 50.49% y la TB de 72.27 % por ende según las especificaciones de la norma chilena según el % de materia orgánica el compost es de clase A, Además en la base a la fuente citada se dice que si los resultados son mayores al 60%, la materia orgánica falta compostar y como se

aprecia el resultado obtenido en la muestra testigo es de 72.27 % mayor a lo estipulado.

- La muestra TA presenta un % de cenizas de 49.51 % y la TB de 27.73 % no existe las especificaciones en la norma chilena para determinar la clasificación en este parámetro.
- La muestra TA presenta un % de nitrógeno de 2.380 % y la TB de 2.130 % por ende según las especificaciones de la norma chilena según el % de nitrógeno el compost es de clase A.
- La muestra TA presenta un % de óxido de fósforo de 0.162 % y la TB de 0.157 % no existe las especificaciones en la norma chilena para determinar la clasificación en este parámetro.
- La muestra TA presenta un % de calcio de 1.130 % y la TB de 0.920 % no existe las especificaciones en la norma chilena para determinar la clasificación en este parámetro.
- La muestra TA presenta un % de magnesio de 0.690 % y la TB de 0.600 % no existe las especificaciones en la norma chilena para determinar la clasificación en este parámetro.
- La muestra TA presenta un % de potasio de 0.660 % y la TB de 0.450 %, no existe las especificaciones en la norma chilena para determinar la clasificación en este parámetro.
- La muestra TA presenta una concentración de Cu de 20 ppm y la TB de 5 ppm por ende según las especificaciones de la norma chilena según el nivel de concentración de cobre (Cu) en ppm el compost es de clase A.
- La muestra TA presenta una concentración de Fe de 1456 ppm y la TB de 1700 ppm, no existe las especificaciones en la norma chilena para determinar la clasificación en este parámetro.
- La muestra TA presenta una concentración de Zn de 59 ppm y la TB de 29 ppm por ende según las especificaciones de la norma chilena según el nivel de concentración de zinc en ppm el compost es de clase A.

- La muestra TA presenta una concentración de Mn de 206 ppm y la TB de 149 ppm, no existe las especificaciones en la norma chilena para determinar la clasificación en este parámetro.

Con respecto al objetivo específico 6:

Se determinó la cantidad de producción de compost utilizando los microorganismos eficientes para la elaboración de compost. Para la muestra TA-01 la producción de compost es de 297.90 kg, TA-02 es de 299.40kg, TA-03 es de 298.50 kg, TB-01 es de 291.70 kg, Como señala el resultado obtenido indica que si ha sido posible demostrar la hipótesis alterna con un nivel de significancia de 0.05, Por ende la producción de compost con microorganismos eficientes es diferente a su producción sin ellos, esto se observa en el p-valor obtenido (0.004), por ende no supera el valor de significancia. La información descriptiva indica que la producción de compost con los microorganismos es mayor que la producción sin ellos.

RECOMENDACIONES

En concordancia a la línea de la investigación planteada, obtener los microorganismos eficientes de manera artesanal para usar en el método de compostaje, así mismo usar los microorganismos en otro tipo de tratamiento como en el método de biol para obtener fertilizante natural que al aplicar a las plantas estimulan su crecimiento, permite la protección del ataque de plagas y enfermedades, así como también soportas eventos de heladas y friaje.

Se recomienda a la Universidad de Huánuco proporcionar un área de estudio a los alumnos de la Escuela Académica Profesional de ingeniería Ambiental para que puedan poner en práctica el método de compostaje con los residuos de los cafetines del centro universitario.

Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Pillco Marca, con respecto al tema de residuos sólidos orgánicos, abarcar el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos municipales también en viviendas y comercios generando una ruta de recolección selectiva, por ende un centro de compostaje más amplio para poder abastecer la elaboración de rumas. También la obtención de una maquina picadora de residuos para facilitar el manejo de los residuos sólidos orgánicos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (s.f.). Obtenido de https://www.gipuzkoa.eus/documents/2227195/2229015/interpretacion_compost_v1.pdf/26b0b56f-ff7d-af7c-56c6-0faac739b012
- Augusto, B. C. (2010). *INFOAGRO*. Obtenido de http://www.infoagro.com/documentos/abonos_organicos.asp
- Cajahuanca, F. S. (2016). *Optimización del manejo de residuos orgánicos por medio de la utilización de microorganismos eficientes (Saccharomyces cerevisiae, Aspergillus sp., Lactobacillus sp.) en el proceso de compostaje en la central hidroeléctrica Chaglla*. (tesis de pregrado) Universidad de Huánuco, Huánuco, Perú.
- Dalzell, H. W., Biddlestone, A. J., Garay, K. R., Thurairajan, K., & FAO. (1991). *Manejo del suelo, producción y uso del composte en ambientes tropicales y subtropicales*. India y Reyno Unido.
- Evaluación y Gestión Ambiental - Evagam S. A. C., MINAM. (2014). SEXTO INFORME NACIONAL DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA GESTIÓN DEL ÁMBITO MUNICIPAL Y NO MUNICIPAL 2013. Perú.
- Galindo, C. L. (2018). Estandarización de la técnica de compostaje enriquecido con fosforo como método de reaprovechamiento de los residuos orgánicos de la plaza sur de Tunja. (tesis de grado de maestría)Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, Colombia.

- Guasco, P. J., & Elizabeth, J. A. (2015). Obtención de compost a partir de activadores biológicos . (tesis de pregrado) Universidad de Cuenca, Ecuador.
- Hernandez, S. R. (2014). *Metodología de la Investigación*. México: McGRAW-HILL.
- Huata, C. J. (2018). Determinación de la relación cantidad de Precompost utilizada como alimento de la lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) y cantidad de humus de lombriz obtenido en el Distrito Provincia y Región Huánuco octubre-diciembre-2017. (tesis de pregrado) Universidad de Huánuco, Perú.
- INFOAGRO. (2010). *El Compostaje*. Obtenido de <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.htm>
- INFOAGRO. (2011). *Guía de la Tecnología de EM*. Obtenido de <http://www.infoagro.go.cr/Inforegiones/RegionCentralOriental/Documents/Forms/DispForm.aspx?ID=37>
- Leyva, S. J. (2014). Métodos de compostaje de residuos sólidos Domiciliarios y su efecto en la obtención de abonos orgánicos ecológicos en el centro poblado Cruz del Sur-Distrito de San Juan-Loreto. (tesis de pregrado) Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Peru.
- Márquez, A. A. (2011). *Universidad Nacional Autónoma de México: Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán*. Obtenido de http://asesorias.cuautitlan2.unam.mx/Laboratoriovirtualdeestadistica/CARPETA%203%20INFERENCIA_ESTADISTICA/DOC_%20INFERENCIA/TEMA%204/11%20ANALISIS%20DE%20VARIANZA.pdf

- MINAM. (2009). Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Perú.
- MINAM. (2016). Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024. Perú.
- MINAM. (2017). Decreto Legislativo N° 1278. *Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Lima, Perú.
- MINAM. (2017). Decreto Supremo N°014-2017. *Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Perú.
- Naranjo, P. E. (2013). *Aplicación de microorganismos para acelerar la transformación de desechos orgánicos en Compost*. (tesis de pregrado), Universidad de Técnica de Ambato, Ecuador.
- Ochoa, M. M. (2008). *Ciudades Ambientales Sostenibles*. Colombia: Universidad del Rosario.
- Programa de Apoyo a la Formación Profesional para la Inserción Laboral en el Perú Capacitate Perú-APROLAB. (2017). *Manual para la producción de compost con microorganismos eficaces*. Perú.
- Rafael, A. M. (2016). Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficientes en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga-Huancayo. (tesis de pregrado) Universidad del Centro del Perú, Junin, Perú.
- Roca, F. A. (2010). *Valoración Agronómica del compost y factores limitantes de su aplicación*. Obtenido de http://www.infoagro.com/abonos/valoracion_agronomica_del_compost_y_factores_limitantes.htm

- Rodriguez, S. M., & Córdova, y. V. (2006). *Manual de compostaje municipal-Tratamiento de residuos sólidos urbanos*. MEXICO, MÉXICO.
- Roman, P., Martínez, M., & Pantoja, A. (2013). Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura-FAO. *Manual del compostaje del agricultor*. Chile.
- Sanchez, G. F. (2015). *Evaluación de la producción de compost con microorganismos eficientes del distrito de Rupa Rupa*. (tesis de pregrado) Universidad Agraria de la Selva, Leoncio Prado-Huánuco, Perú.
- Sanko Sangyo Co., Ltd. (2010). *EM Technology in Agriculture*. Obtenido de https://www.google.com.pe/search?rlz=1C1HLDY_esPE699PE699&ei=7hC9W_2FJe2k_QaPmaCADQ&q=teruo+higa+effective+microorganisms+pdf&oq=teruo+higa+pd&gs_l=psy-ab.1.1.0j0i22i30k1.37317.39496.0.41253.5.5.0.0.0.0.706.1380.0j1j2j6-1.4.0....0...1c.1.64.psy-ab..1.4.13
- Suaña, Q. M. (2013). *Compostaje de residuos orgánicos y de lenteja de agua (LEMNA SP.) con aplicación de microorganismos eficaces*. (tesis de maestría) Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Teruo, H. (s.f.). *La Tecnología de los microorganismos eficaces- Concepto y filosofía*. Obtenido de http://www.naturefarmingmada.org/img/article/pdf/EM_concept.pdf
- Vértice. (2008). *Gestión medioambiental: manipulación de residuos y productos químicos*. España.

ANEXOS

Anexo 1

Resolución de aprobación del proyecto de trabajo de investigación

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO **Facultad de Ingeniería**

RESOLUCIÓN N° 956-2018-CF-FI-UDH

Huánuco, 07 de Noviembre de 2018

Visto, el Oficio N° 624-2018-C-PAIA-FI-UDH, del Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, referente al bachiller Sally Yasmine, MONTERO RAMIREZ, del Programa Académico Ingeniería Ambiental Facultad de Ingeniería, quien solicita Aprobación del Proyecto de Investigación;

CONSIDERANDO:

Que, según Resolución N° 529-99-CO-UH, de fecha 06.09.99, se aprueba el Reglamento de Grados y Títulos de la Facultad de Ingeniería, vigente;

Que, según el Expediente, del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Informa que el Proyecto de Investigación Presentado por el bachiller Sally Yasmine, MONTERO RAMIREZ, ha sido aprobado, y

Que, según Oficio N° 624-2018-C-PAIA-FI-UDH del Presidente de la Comisión de Grados y Títulos del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería, Informa que el recurrente ha cumplido con levantar las observaciones hechas por la Comisión de Grados y Títulos, respecto al Proyecto de Investigación; y

Estando a lo acordado por el Consejo de Facultad de fecha 7 de Noviembre de 2018 y normado en el Estatuto de la Universidad, Art. N° 44 inc.r);

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Proyecto de Investigación Titulado:

“EFICACIA DE LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA ELABORACIÓN DE COMPOST CON MATERIA ORGÁNICA GENERADOS EN LOS MERCADILLOS DE CAYHUAYNA, DISTRITO DE PILLCO MARCA, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO NOVIEMBRE -2018- ENERO - 2019” presentado por el bachiller Sally Yasmine, MONTERO RAMIREZ, para optar el Título de Ingeniero Ambiental del programa académico de ingeniería ambiental de la Universidad de Huánuco.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE, ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CONSEJO DE FACULTAD
[Signature]
Ing. JOHNNY R. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



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

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIA - CGT - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo
BCR:JR

Anexo 2
Resolución de nombramiento del asesor

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 168-2018-D-FI-UDH

Huánuco, 14 de marzo de 2018



Visto, el Expediente N° 310-18, presentado por el (la) estudiante Sally Yasmine, MONTERO RAMIREZ de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, quién desarrollará el proyecto de Tesis, solicita Aseñor de Tesis.

CONSIDERANDO:

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

Que, según el Expediente N° 310-18, del estudiante Sally Yasmine, MONTERO RAMIREZ, quién desarrollará el proyecto de Tesis, solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, el mismo que propone al Ing. Heberto Calvo Trujillo, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27° y 28° 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 de la estudiante Sally Yasmine, MONTERO RAMIREZ al Ing. Heberto Calvo Trujillo, Docente de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Regístrese, comuníquese, archívese



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
GABINETE DE FACULTAD
Ing. JOHNNY R. JACHA ROJAS
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Ing. Ricardo Sachin García
DECANO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIA- Aseñor - Exp. Graduando - Mat. y Reg.Acad. - File Personal - Interesado - Archivo.
RSG/JPR/nia

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
FACULTAD DE INGENIERÍA
E.A.P. DE INGENIERÍA AMBIENTAL
19 MAR 2018

Anexo 3

Matriz de consistencia

TÍTULO: “EFICACIA DE LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA ELABORACIÓN DE COMPOST CON MATERIA ORGÁNICA GENERADOS EN LOS MERCADILLOS DE CAYHUAYNA, DISTRITO DE PILLCO MARCA, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO NOVIEMBRE-2018-ENERO-2019”**TESISTA:**

TESISTA: Bach. Montero Ramirez Sally Yasmine

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variabes y Dimensiones	Indicador	Metodología	Técnicas e Instrumentos
<p>Problema General P1: ¿Cuál es la eficacia de los microorganismos eficientes en la elaboración de compost mediante el proceso de descomposición de la materia orgánica generados en los mercadillos de Cayhuayna, Distrito de Pillco Marca, Departamento de Huánuco?</p> <p>Problemas Específicos P2: ¿Cuánto será la pérdida de altura a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando los microorganismos eficientes para la elaboración de compost? P3: ¿Cómo intervienen los microorganismos eficientes en el parámetro de temperatura de la materia orgánica para la elaboración de compost? P4: ¿Cómo intervienen los microorganismos eficientes en el parámetro de humedad de la materia orgánica para la elaboración de compost? P5: ¿Cómo intervienen los microorganismos eficientes en el parámetro de pH de la materia orgánica para la elaboración de compost? P6: ¿Cuál será el nivel de contenido de macronutrientes y micronutrientes utilizando los microorganismos eficientes en la elaboración de compost? P7: ¿Cuánto será la cantidad de producción de compost obtenido utilizando los microorganismos eficientes?</p>	<p>Objetivo General: O1: Evaluar la eficacia de los microorganismos eficientes en la elaboración de compost mediante el proceso de descomposición de la materia orgánica generados en los mercadillos de Cayhuayna, Distrito de Pillco Marca, Departamento de Huánuco.</p> <p>Objetivos Específicos O2: Determinar la pérdida de altura a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica utilizando los microorganismos eficientes para la elaboración de compost O3: Determinar la intervención de los microorganismos eficientes en el parámetro de temperatura de la materia orgánica para la elaboración de compost. O4: Determinar la intervención de los microorganismos eficientes en el parámetro de humedad de la materia orgánica para la elaboración de compost. O5: Determinar la intervención de los microorganismos eficientes en el parámetro de pH de la materia orgánica para la elaboración de compost. O6: Determinar el nivel de contenido de los macronutrientes y micronutrientes utilizando los microorganismos eficientes para la elaboración de compost. O7: Determinar la cantidad de producción de compost utilizando los microorganismos eficientes para la elaboración de compost.</p>	<p>Hipótesis General H1: Los microorganismos eficientes son eficaces al descomponer la materia orgánica generada en los mercadillos de Cayhuayna para la elaboración de compost.</p> <p>Hipótesis Específicas H2: Los microorganismos eficientes aceleran la pérdida de altura a medida del tiempo de descomposición de la materia orgánica para la elaboración de compost. H3: Los microorganismos eficientes intervienen en el parámetro de temperatura de la materia orgánica para la elaboración de compost. H4: Los microorganismos eficientes intervienen en el parámetro de humedad de la materia orgánica para la elaboración de compost. H5: Los microorganismos eficientes intervienen en el parámetro de pH de la materia orgánica para la elaboración de compost. H6: Los niveles de contenido de los macronutrientes y micronutrientes son elevados utilizando los microorganismos eficientes para la elaboración de compost. H7: La cantidad de producción de compost obtenido con el uso de los microorganismos eficientes es mayor al sin el uso de estos en la elaboración de compost.</p>	<p>Variable Independiente: Microorganismos eficientes.</p> <p>Dimensiones: Pérdida de altura y Parámetros físicos de degradación</p> <p>Variabes Dependiente Compost</p> <p>Dimensiones: Contenido de macronutrientes y micronutrientes y Compost obtenido</p>	<p>Pérdida de altura según el tiempo de descomposición de la materia orgánica</p> <p>Nivel de T°</p> <p>Nivel de Humedad</p> <p>Nivel de PH</p> <p>% de nitrógeno</p> <p>% de fósforo</p> <p>% de potasio</p> <p>% de calcio</p> <p>% de magnesio</p> <p>% de zinc</p> <p>% de materia orgánica</p> <p>% de materia seca</p> <p>% cenizas</p> <p>Peso de compost con el uso de EM/Peso de compost sin el uso de EM</p>	<p>Tipo de Investigación: Enfoque: cuantitativo debido a que el proceso de compostaje es secuencial en sus actividades, pues no se puede eludir procedimientos para el tratamiento de los residuos</p> <p>Alcance o Nivel: Explicativo debido a que la relación de las variables hará un tratamiento eficaz para el ambiente.</p> <p>Diseño: Experimental, debido a que se probará el efecto de la variable independiente en la variable dependiente.</p> <p>Población: La población será 3200 kg de generación de residuos sólidos orgánicos de los 4 mercadillos, complementando a ello aserrín, estiércol y dosis de microorganismos eficientes según cada muestra.</p> <p>Muestra: Se tomarán 4 muestras de compostaje, las cuales serán divididas por dos tipos de tratamientos.</p>	<p>Técnicas de información y campo Recopilación de información para el análisis de fuentes bibliográficas. Recopilación de datos para la medición de parámetros en la toma de temperatura, humedad, pH.</p> <p>Instrumentos a. Instrumentos de medición: Termómetro digital, PH-metro digital, Higrómetro digital, Balanza electrónica. b. Instrumentos de registro de datos: Fichas de Registro de medición de parámetros de físicos del compost y Registro de pesos y volúmenes de residuos sólidos orgánicos municipales para la elaboración de compost</p> <p>Técnicas para el procesamiento y análisis de información Para el análisis de información se usará Análisis de Varianza (ANOVA) y para el procesamiento se usará el programa SPSS.</p>

Fuente: Elaboración Propia

Anexo 4

Instrumentos de recolección de datos

Tabla 42

Registro de pesos y volteos de residuos sólidos orgánicos municipales para la elaboración de compost



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERIA

E.A.P. INGENIERÍA AMBIENTAL

REGISTRO DE PESOS Y VOLTEOS DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS MUNICIPALES PARA LA ELABORACIÓN DE COMPOST

MUESTRA (RUMA):

FECHA DE ELABORACIÓN:

TIPO DE RESIDUOS ORGÁNICOS	KG/LT	TOTAL DE KG MATERIA ORGÁNICA ENTRANTE	ALTURA INICIAL	FECHAS PROGRAMADAS PARA VOLTEOS	ALTURAS	KG DE PRODUCCIÓN DE COMPOST	KG DEL RESTOS DEL TAMIZADO
RESTOS DE ALIMENTOS							
ASERRÍN							
ESTIÉRCOL							
MICROORGANISMOS EFICIENTES							

Tabla 43

Registro de monitoreo de medición de parámetros del compost



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

FACULTAD DE INGENIERIA

E.A.P. INGENIERIA AMBIENTAL

REGISTRO DE MONITOREO DE MEDICIÓN DE PARÁMETROS DEL COMPOST

N° DE DIAS	MUESTRA (RUMA):		PH INICIAL:	
	HUMEDAD INICIAL:		T (°C) INICIAL:	
	FECHA	T (°C)	HUMEDAD (%)	Ph

MUESTRA (RUMA):		PH INICIAL:	
HUMEDAD INICIAL:		T (°C) INICIAL:	

Anexo 5

Ilustraciones

Ilustración 2

Habilitación del área para la ejecución del proyecto



Fotografía 1

Se realizó la limpieza del área para poder tener una superficie plana para la creación del centro de compostaje.

Ilustración 3

Medición del área del terreno



Fotografía 2

Se realizó la medición del área el terreno para tener en cuenta el número estimado de rumas.

Ilustración 4
Sensibilización de los puestos de los mercadillos, madereras y viviendas con estiércol de cuyes.



Fotografía 3

Se realizó la sensibilización con temática de la segregación de los rr.ss. a los puestos de los mercadillos, como se aprecia en la fotografía del mercadillo El Mollecito.



Fotografía 4

Sensibilización del Mercadillo La Hacienda.



Fotografía 5
Se realizó la sensibilización a las madereras para la entrega de su aserrín, como se aprecia en la fotografía.



Fotografía 6
Se realizó la sensibilización a las madereras para la entrega de su aserrín, como se aprecia en la fotografía.

Ilustración 5
Generación de residuos sólidos orgánicos



Fotografía 7

Los comerciantes de los puestos de los mercadillos depositan sus residuos sólidos orgánicos en los tachos de color marrón



Fotografía 8

El trabajador municipal recogiendo de los baldes los residuos para depositar en el tacho marrón de color marrón.

Ilustración 6
Recojo de residuos sólidos orgánicos y aserrín



Fotografía 9

Se realizó la recolección de los residuos sólidos orgánicos de los puestos de los mercadillos, mediante un ruta establecida para el respectivo recojo, en la fotografía se aprecia del mercado El Mollecito



Fotografía 10

Cargado de los tachos a la motofurgoneta recolectora



Fotografía 11
Recolección de aserrín en la maderera

Ilustración 7
Descarga de los tachos con los residuos sólidos orgánicos



Fotografía 12
Se realizó la descarga de los residuos sólidos orgánicos en la planta compostera

Ilustración 8

Reproducción de la cepa madre para la obtención del caldo microbiano



Fotografía 13

Vaciado de los 20 Lt. De los microorganismos eficientes al bidón de 80 Lt.



Fotografía 15

Pesado de los 5kg de melaza..



Fotografía 14

Vaciado de los 5kg de melaza de caña al bidón de 80 lt.



Fotografía 16
Vaciado de los 44 lt de agua al bidón de 80 lt.



Fotografía 18
Roseado de los 40 gr de polvillo de arroz al bidón de 80 lt.



Fotografía 17
Roseado de las 2 cucharadas de levadura al día siguiente al bidón de 80 lt.

Ilustración 9
Pesado de residuos sólidos orgánicos y aserrín



Fotografía 19

Se pesó los tachos de 220 Lt cada tacho pesaba en promedio 100 kg.



Fotografía 20
Pesado del aserrín.



Fotografía 21
Pesado del estiércol.

Ilustración 10
Elaboración de las rumas



Fotografía 22
Vaciado del aserrín como primera capa de la ruma.



Fotografía 23
Vaciado del estiércol a la capa de aserrín.



Fotografía 24
Primera aplicación de los microorganismos eficientes en la ruma, antes del vaciado de los residuos sólidos orgánicos.



Fotografía 25
Vaciado de los residuos sólidos orgánicos a la ruma.



Fotografía 26
Segunda aplicación de los microorganismos eficientes en la ruma, después del vaciado de los residuos sólidos orgánicos



Fotografía 27
Vaciado de estiércol y aserrín encima de los residuos sólidos orgánicos

0



Fotografía 28
Toma de altura de la ruma

Ilustración 11
Monitoreo de parámetros



Fotografía 30
Toma de medidas de los parámetros físicos de degradación



Fotografía 29
Toma de medidas de la humedad.



Fotografía 31
Toma de medidas de la temperatura.



Fotografía 32
Toma de medidas del pH

Ilustración 12
Volteos de rumas



Fotografía 33
Volteo de la ruma para su respectiva aireación.



Fotografía 34
Hongo encontrado en la ruma.

Ilustración 13
Zarandeo de las rumas y pesado del compost



Fotografía 355
Zarandeos de las rumas para la obtención de compost.



Fotografía 366
Pesado del compost.

Ilustración 14

Visita de los jurados supervisores del proyecto



Fotografía 38

Visita del Biólogo Alejandro Durán



Fotografía 37

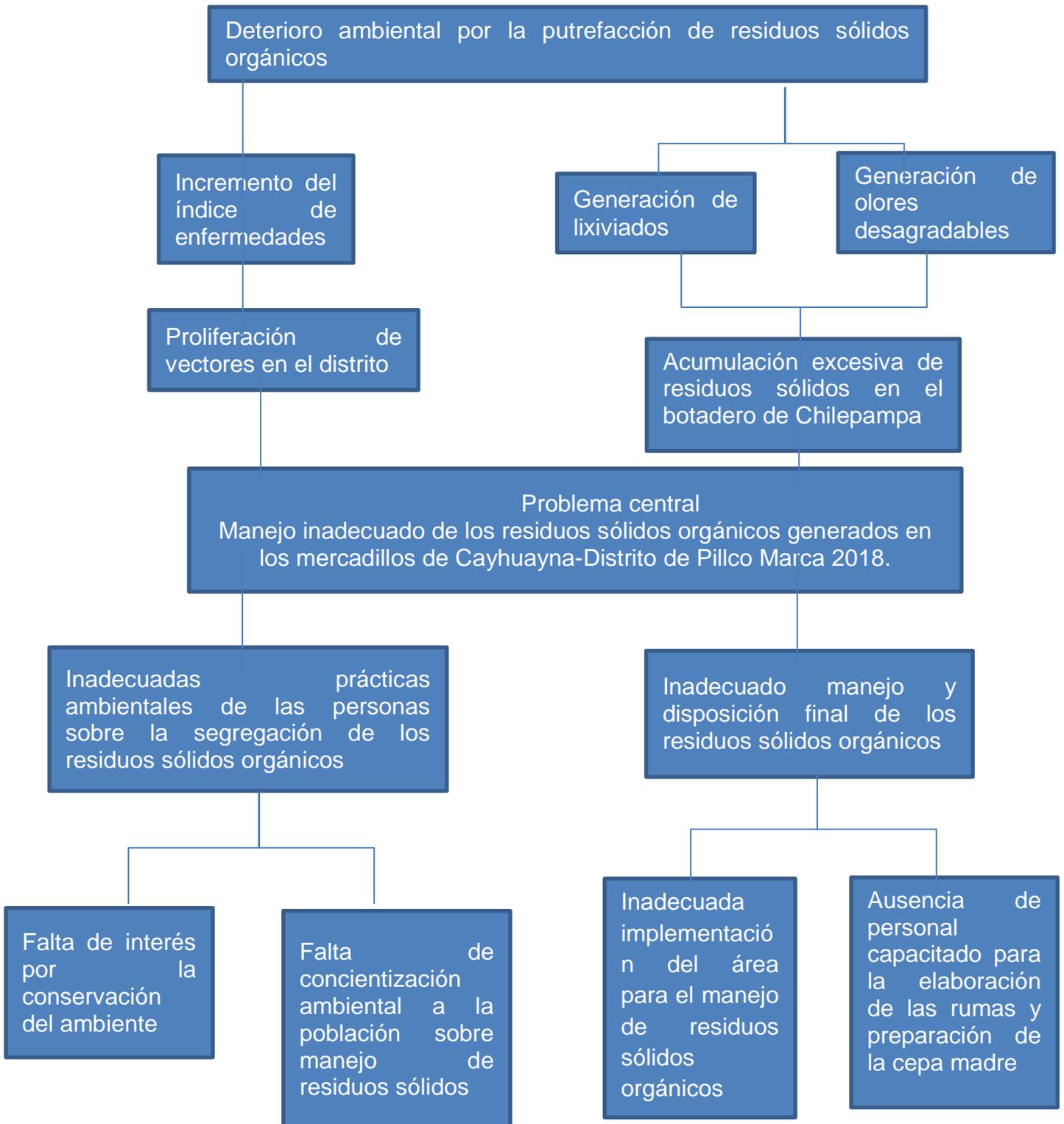
Visita del Ing. Marco Torres Marquina



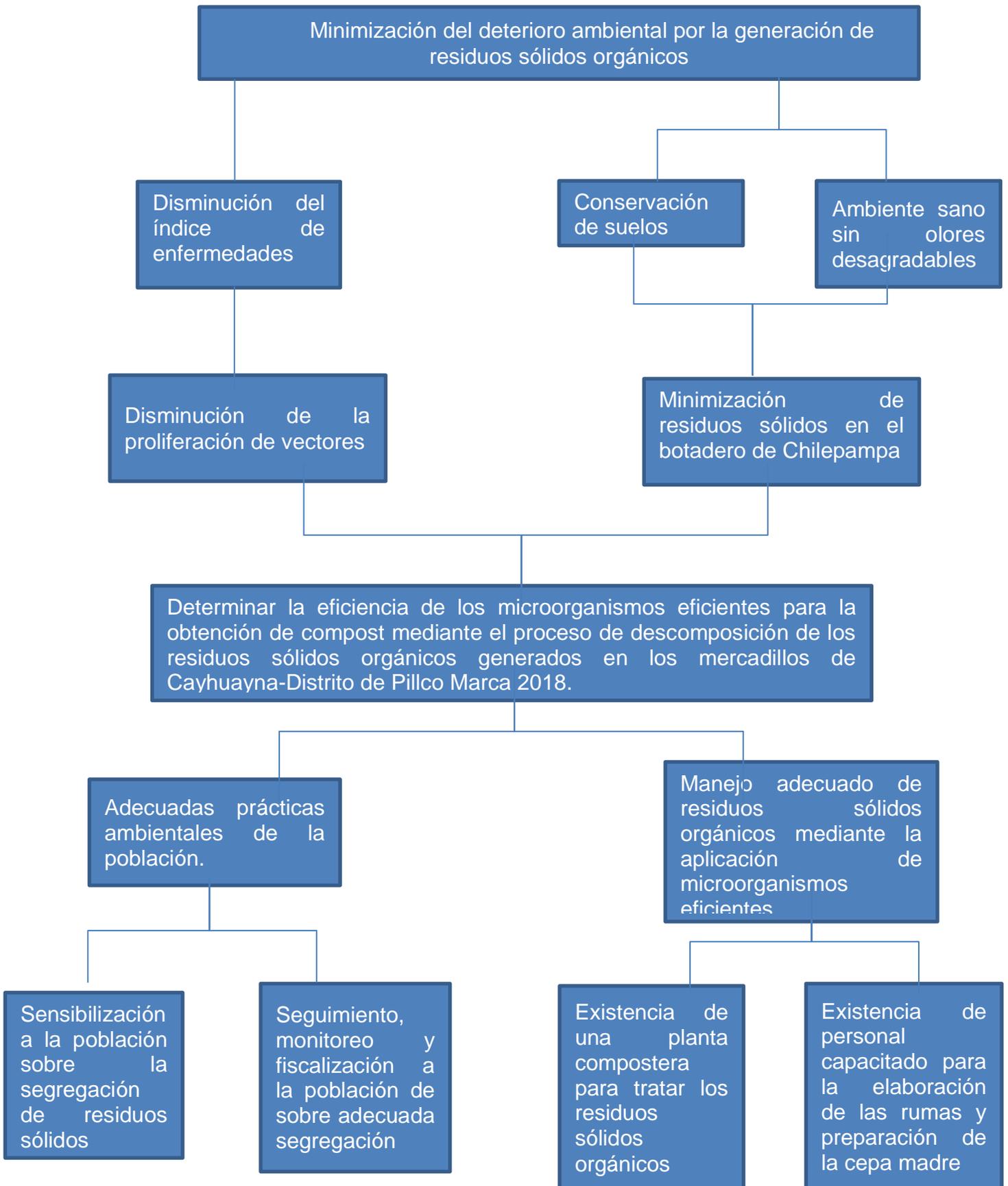
Fotografía 39

Visita del Magister Frank Camara Llanos

Anexo 6
Árbol de causa y efecto



Anexo 7
Árbol de medios y fines



Anexo 8

Plano de recolección de residuos sólidos orgánicos de los mercadillos del distrito

PLANO DE RECOLECCIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS
DE LOS MERCADILLOS DE CAYHUAYNA - PILLCO MARCA

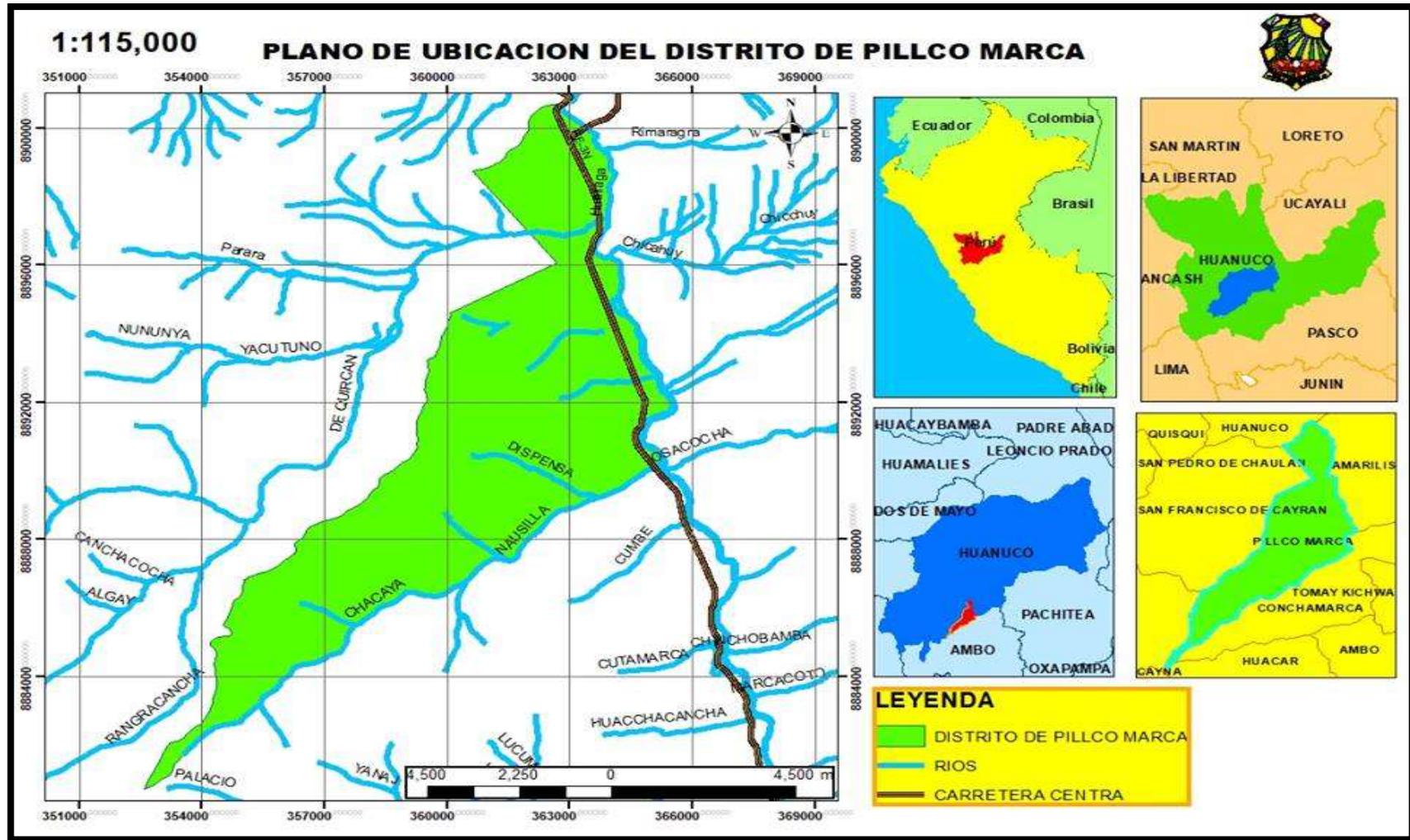


1:4,000



Fuente: Programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos municipales del distrito de Pillco Marca.

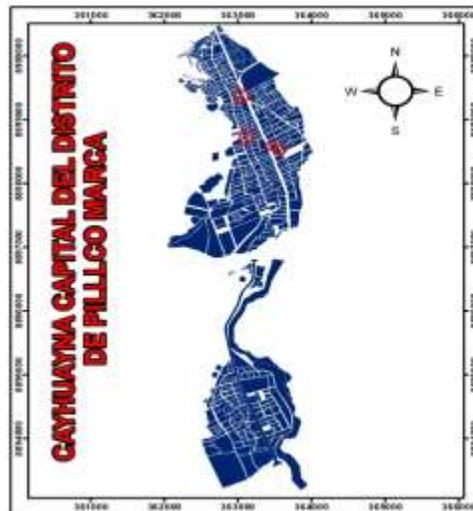
Anexo 9
 Plano de ubicación del distrito de Pillco Marca



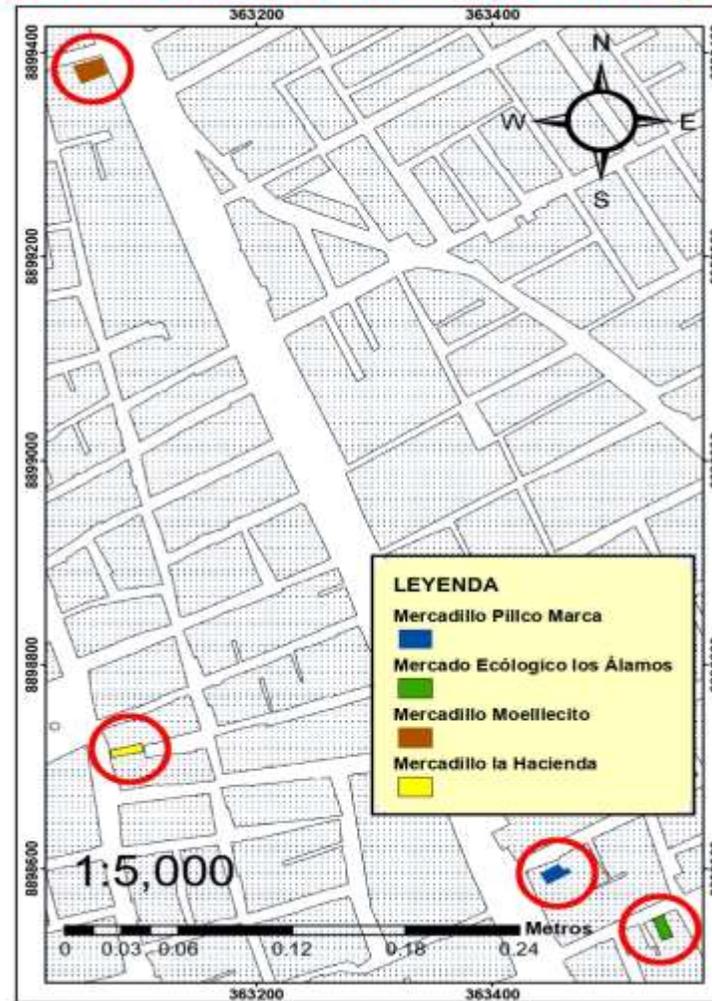
Fuente: Programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos municipales del distrito de Pillco Marca.

Anexo 10

Plano de identificación de los mercadillos del distrito



IDENTIFICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO, MERCADILLOS DE CAYHUAYNA



COORDENAS UTM, WGS-84 DEL MERCADILLO PILLCO MARCA

N Posición	Este	Norte	Elevación
1	18 L 363441	8898980	1930 m
2	18 L 363402	8898988	1928 m
3	18 L 363484	8898971	1930 m
4	18 L 363457	8898984	1928 m

COORDENAS UTM, WGS-84 DEL MERCADILLO LOS ALAMOS

N Posición	Este	Norte	Elevación
1	18 L 363536	8898531	1935 m
2	18 L 363540	8898543	1934 m
3	18 L 363536	8898553	1934 m
4	18 L 363532	8898541	1935 m

COORDENAS UTM, WGS-84 DEL MERCADILLO EL MOLLECITO

N Posición	Este	Norte	Elevación
1	18 L 363054	8898383	1925 m
2	18 L 363066	8898377	1924 m
3	18 L 363073	8898380	1924 m
4	18 L 363062	8898386	1924 m

COORDENAS UTM, WGS-84 DEL MERCADILLO LA HACIENDA

N Posición	Este	Norte	Elevación
1	18 L 363086	8898704	1952 m
2	18 L 363085	8898706	1952 m
3	18 L 363105	8898712	1950 m
4	18 L 363095	8898706	1951 m

NOMBRE DEL PROYECTO:
EFICACIA DE LOS MICROORGANISMOS EFICIENTES EN LA ELABORACIÓN DE COMPOST CON MATERIA ORGÁNICA GENERADOS EN LOS MERCADILLOS DE CAYHUAYNA, DISTRITO DE PILLCO MARCA, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO NOVIEMBRE-2018-ENERO-2019*

TESISTA: SACH, SALLY YASMINE MONTERO RAMIREZ
ASESOR: ING. HECTOR GALVO TRUJILLO
UBICACIÓN

DISTRITO: PILLCO MARCA
PROVINCIA: HUÁNUCO
REGIÓN: HUÁNUCO

PLANO: PLANO DE UBICACIÓN DE LOS MERCADILLOS, CAYHUAYNA, DISTRITO DE PILLCO MARCA

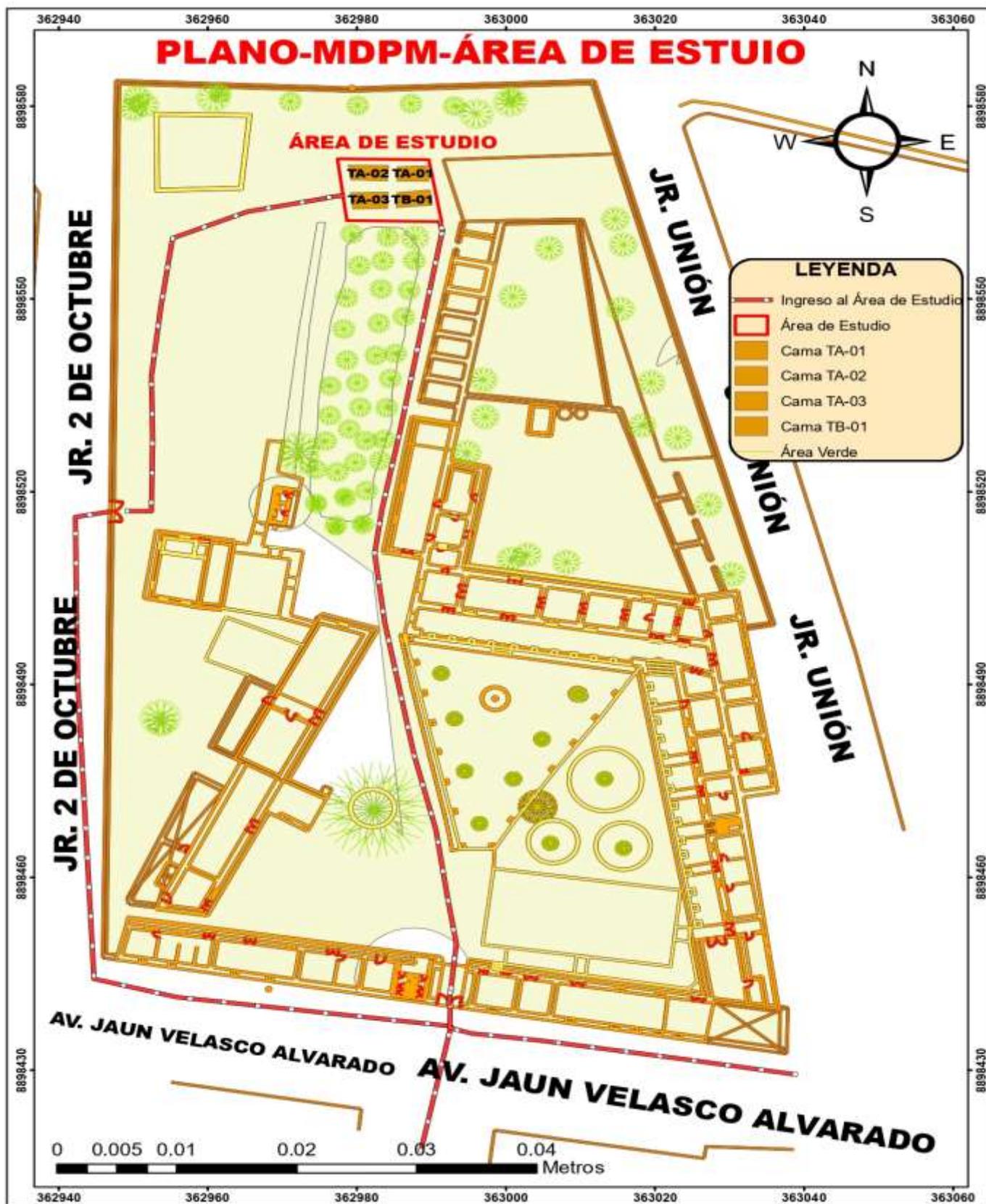
SISTEMA DE COORDENADAS

PROYECCIÓN: UTM
ZONA: 18 sur
COORDENADA S/WGS 1984 - UTM
ESCALA: 1:5,000
FECHA: FEBRERO - 2018

Fuente: Elaboración propia

Anexo 11

Plano de ubicación de la planta compostera del distrito de Pillco Marca



Fuente: Elaboración propia

Anexo 12

Diagrama de flujo del proceso de compostaje



Fuente: Elaboración Propia.

Anexo 13

Resultados de laboratorio del análisis de las muestras TA y TB de la universidad nacional agraria de la selva



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 Tingo María
 Facultad de Agronomía - Laboratorio de Análisis de Suelos, Aguas y Ecotoxicología
 Av. Universidad en Tarma (0802) 862342 - Celular 941521338 Apto. 108
 email: laboratorio@unahs.edu.pe



ANALISIS ESPECIAL

SOLICITANTE:		SALLY JASMIN MONTERO RAMIREZ						PROCEDENCIA: UNHEVAL - HUANUCO									
DATOS DE LA MUESTRA		PH	ANALISIS PROXIMAL				RESULTADOS EN BASE SECA										
			Humedad Hd (%)	EN BASE HUMEDA		EN BASE SECA		PORCENTAJE (%)				PARTES POR MILLON (ppm)					
Código	Referencia			MATERIA SECA													
			Materia Organica (%)	Cenizas (%)	Materia Organica (%)	Cenizas (%)	N (%)	P ₂ O ₅ (%)	Ca (%)	Mg (%)	K (%)	Na (%)	Cu ppm	Fe ppm	Zn ppm	Mn ppm	
M1085	TA	8.30	39.61	30.49	29.90	50.49	49.51	2.38	0.162	1.13	0.69	0.66	0.39	20	1456	59	206
M1086	TB	8.34	38.39	44.52	17.09	72.27	27.73	2.13	0.157	0.92	0.60	0.45	0.18	5	1700	29	149

MUESTREADO POR EL SOLICITANTE
 TINGO MARIA, 11 DE FEBRERO DEL 2019
 RECIBO Nro 0563555

VND: VALOR NO DETECTABLE

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA DE LA SELVA
 LABORATORIO DE ANÁLISIS DE SUELOS
 Ing. Luis C. Mansilla Mbrave
 JEPH

