



**Universidad
Continental**

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de
Ingeniería en Ambiental

**Elaboración de compost con diferentes
fuentes, proporciones y evaluación de la
calidad en el distrito de San Jerónimo
de Tuna**

Magaly Mancha Mulato

Huancayo, 2018

Tesis para optar el Título Profesional de
Ingeniera Ambiental



Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

ASESOR

Ing. Edwin Paucar Palomino

AGRADECIMIENTO

A la E.A.P Ingeniería Ambiental De La Universidad Continental por el impulso de llevar en práctica los cursos descritos en la malla curricular, a La Municipalidad Distrital de San Jerónimo de Tunan Área de Medio Ambiente por la integración al programa de segregación en la fuente de residuos sólidos y al mercado de abastos por su gentil colaboración.

A los docentes: Edwin Paucar, Alberto Azabache, Elizabeth Machuca, Edgar Nieto y Rhys Jeremías por su gran ayuda y colaboración en cada momento de consulta y soporte en este trabajo de investigación.

DEDICATORIA

A mis padres Paulino y Luzmila y abuelos Eulogio Mancha y Nicolasa Cahuana por ser el pilar fundamental en mi formación personal y académica por ser mi ejemplo para seguir adelante en las dificultades de la vida. A mis hermanos Juan, Ronald, Paola e Isabel con quienes compartí tantas experiencias y de cumplir el sueño de culminar nuestros sueños.

LISTA DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO	iii
DEDICATORIA	iv
RESUMEN.....	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCCIÓN.....	xi

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Fundamentación del problema	13
1.2. Formulación del problema	17
1.2.1. Problema general	17
1.2.2. Problemas específicos	18
1.3. Objetivos de la investigación	18
1.3.1. Objetivo general	18
1.3.2. Objetivos específicos.....	19
1.4. Justificación e importancia del proyecto	19
1.4.1. Justificación practica	19
1.4.2. Justificación teórica.....	20
1.4.3. Justificación metodológica.....	20
1.4.4. Importancia.....	20
1.5. Hipótesis y descripción de variables	21
1.5.1. Hipótesis general	21
1.5.2. Hipótesis específicas	21
1.5.3. Descripción de variables	22

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio	23
2.1.1. Antecedentes internacionales	23
2.2. Bases teóricas	30
2.2.1. El Compost.....	30
2.2.2. El Compostaje	31
2.2.3. Determinación de la calidad de compostaje	40
2.2.4. Indicadores físicos.....	42
2.2.5. Indicadores Químicos.....	42
2.2.6. Residuos orgánicos agropecuarios.	44
2.2.7. Definición de estiércol:	44
2.2.8. Importancia de uso de estiércol.	45

2.2.9.	Ventajas generales del uso de estiércol	45
2.2.10.	Residuos Orgánicos de la actividad agropecuaria.	47
2.2.11.	Distrito De San Jerónimo De Tunan	47
2.2.12.	Condiciones del Distrito de San Jerónimo de Tunan	48
2.3.	Marco legal.....	49
2.4.	Definición de términos	51

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1.	Método y alcance de la investigación.....	53
3.1.1.	Método	53
3.1.2.	Nivel de investigación.....	54
3.2.	Diseño de la investigación.....	54
3.2.1.	Diseño del experimento.....	55
3.3.	Población y muestra de la investigación	60
3.3.1.	Población.....	60
3.3.2.	Muestra.....	60
3.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	61
3.4.1.	Técnicas.....	61
3.4.2.	Instrumentos	61

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Resultados del tratamiento y análisis de la información.	64
4.2.	Compost con la fuente estiércol de vacuno en qué proporción se desempeña mejor en la evaluación de la calidad física: Humedad relativa y Temperatura en el distrito de San Jerónimo de Tunán.	65
4.2.1.	Humedad	65
4.2.2.	Temperatura	67
4.3.	Compost con la fuente estiércol de vacuno y en qué proporción se desempeña mejor en la evaluación de la calidad química: pH, C y N en el distrito de San Jerónimo de Tunán.	69
4.3.1.	Potencial de hidrogeno (p_H)	69
4.3.2.	Carbono	71
4.3.3.	Nitrógeno.....	71
4.3.4.	Carbono/Nitrógeno.....	72
4.4.	Compost con la fuente estiércol de cuy y en qué proporción se desempeña mejor en la evaluación de la calidad física: Temperatura y Humedad relativa en el distrito de San Jerónimo de Tunán.	72
4.4.1.	Humedad	73
4.4.2.	Temperatura	73
4.5.	Compost con la fuente estiércol de cuy y en qué proporción se desempeña mejor en la evaluación de la calidad química: pH, C y N en el distrito de San Jerónimo de Tunán.	74
4.5.1.	Potencial de hidrogeno	74

4.5.2. Carbono	75
4.5.3. Nitrógeno.....	76
4.5.4. Carbono / Nitrógeno.....	76
4.6. Determinar qué tipo de compost de diferentes fuentes y proporciones se desempeñan mejor en la evaluación de la calidad físico – químicas en el distrito de San Jerónimo de Tunán.	77
4.7. Prueba de hipótesis.....	77
4.8. Discusión de resultados.....	79
CONCLUSIONES.....	81
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	82
ANEXOS	85

LITAS DE TABLAS

Tabla 1: Descripción de variables	22
Tabla 2: Especificaciones referenciales de la calidad de compost.....	41
Tabla 3: Parámetro ideal de compost	41
Tabla 4: Composición de los residuos orgánicos	56
Tabla 5: Diseño de la mezcla de residuos orgánicos.....	58
Tabla 6: Análisis de la Varianza de la Humedad.	66
Tabla 7: Prueba de Duncan con respecto al nivel de Humedad	66
Tabla 8: Análisis de la Varianza del nivel de temperatura (°C).....	68
Tabla 9: Prueba de Duncan con respecto al nivel de temperatura (°C).....	68
Tabla 10: Análisis de la Varianza del grado de pH.....	70
Tabla 11: Prueba de Duncan con respecto a grado de pH.....	70
Tabla 12: Prueba de laboratorio acerca del porcentaje de carbono.....	71
Tabla 13: Prueba de laboratorio acerca del porcentaje de nitrógeno.	71
Tabla 14: Prueba de laboratorio acerca del porcentaje de carbono/nitrógeno	72
Tabla 15: Prueba de Duncan con respecto al nivel de Humedad	73
Tabla 16: Prueba de Duncan con respecto al nivel de temperatura (°C).....	74
Tabla 17: Prueba de Duncan con respecto a grado de pH.....	75
Tabla 18: Prueba de laboratorio acerca del porcentaje de carbono.....	75
Tabla 19: Prueba de laboratorio acerca del porcentaje de nitrógeno	76
Tabla 20: Prueba de laboratorio acerca del porcentaje de carbono/nitrógeno	76

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Caracterización de Residuos Sólidos.....	14
Figura 2: Inadecuada disposición de residuos sólidos del Edén y Agua de las Vírgenes Huancayo y El Tambo.	15
Figura 3: Tabla de parámetro de temperatura óptimos.	33
Figura 4: Tabla de parámetro de humedad óptimos.....	34
Figura 5: Tabla de parámetro de p-H óptimos	35
Figura 6: Tabla de parámetro de C/N óptimos.....	35
Figura 7: Volumen teórico de la pila.....	37
Figura 8: Niveles de C/N según concentración.....	38
Figura 9: Flujograma del proceso de compostaje.....	40
Figura 10: Composición Química del estiércol.....	44
Figura 11: Distancia de Huancayo hacia el distrito de San Jerónimo de Tunan.	48
Figura 12: Distancia de la carretera central hacia la cancha de compostaje.	48
Figura 13: Diseño descriptivo Transversal Analítico.....	55
Figura 14: Flujograma de trabajo para la obtención de compost, San Jerónimo de Tunán 2017. .	63
Figura 15: Niveles de Humedad.....	65
Figura 16: Niveles de temperatura.	67
Figura 17 Niveles de potencial de hidrogeno.....	69

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo Describir cuál de los compost de diferentes fuentes y proporciones se desempeñan mejor en la evaluación de la calidad con características físico – químicas en el distrito de San Jerónimo de Tunán, Para un mejor rendimiento en la producción orgánica se instalaron 05 pilas de compostaje de estos materiales denominados “tratamientos”, además se evaluó el efecto de la aplicación de estiércol de animales vacunos y cuyes sobre la calidad Físico - química del compost, junto con el grado de degradación alcanzado en cada uno de los tratamientos. La metodología de compostaje utilizada, se basó en un proceso aeróbico de tres meses. Se realizaron volteos semanales de forma manual, riegos diarios para mantener la humedad óptima, medición de temperatura de manera diaria, aplicación de estiércol vacuno y cuyes al inicio del proceso de compostaje. Bajo las mismas condiciones ambientales, Se ha podido comprobar que el tratamiento 02 con composición de estiércol de ganado vacuno en una relación de 33%-67% tiene un mejor desempeño en la obtención de un compost de buena calidad.

Palabras claves: Compost, estiércol de vacuno, estiércol de cuy.

ABSTRACT

The objective of this research work is to describe which of the compost from different sources and proportions perform best in the evaluation of quality with physical and chemical characteristics in the district of San Jerónimo de Tunán, for a better performance in organic production. they installed 05 composting piles of these materials called "treatments", in addition the effect of the application of manure from cattle and guinea pigs was evaluated on the physical - chemical quality of the compost, together with the degree of degradation achieved in each of the treatments. The composting methodology used was based on a three-month aerobic process. Weekly flips were made manually, daily irrigation to maintain optimal humidity, daily temperature measurement, application of cow dung and guinea pigs at the beginning of the composting process. Under the same environmental conditions, it has been proved that treatment 02 with composition of cattle manure in a ratio of 33%-67% has a better performance in obtaining a good quality compost.

Keywords: Compost, cow manure, guinea pig manure.

INTRODUCCIÓN

La sociedad actual, debido al incremento de la población, globalización y a los hábitos de consumo genera un gran volumen de residuos biodegradables que se desecha, ocasionado un grave problema social por la contaminación del medio ambiente. La “Elaboración de compost con diferentes fuentes, proporciones y evaluación de la calidad en el distrito de San Jerónimo De Tunan” definido como un conjunto de transformación de los residuos con un bien “Ambiental – Social” de los beneficios de disminuir la cantidad de agroquímicos requeridos por los cultivos donde es aplicado y al considerar que devolvemos a la sociedad un bien que fue generado por ella, evitando el agotamiento de tierras productivas. Se pretende mejorar el manejo de los residuos orgánicos, reduciendo de esta manera la contaminación y el costo de los fertilizantes como insumos para la producción agrícola. La investigación se realizó por interés de proponer alternativas biotecnológicas (sistema de camellones o parvas) de bajo coste, que nos permite mantener la materia orgánica dentro del ciclo natural, no incinerándola como el caso de los rellenos sanitarios.

En el marco de la investigación experimental se realizó la captación de residuos orgánicos del mercado de abastos del distrito de San Jerónimo de Tunan y la elaboración de la cancha de compostaje para la descomposición de los residuos. Mediante una investigación experimental y de tipo aplicada se llevó en consideración la realización de 5 tratamientos para poder determinar cuál de ellos es el que tuvo un mejor desempeño de calidad respecto de los indicadores de temperatura, humedad, pH, niveles de carbono y nitrógeno.

Una de las particularidades del documento es que, de los 5 tratamientos, 4 aplican una combinación de residuos fecales de ganado vacuno y de cuy, con el cual se asume que se tendrá un mejor desempeño y permite obtener un compost de mejor calidad. Esto a su vez implica la importancia de este trabajo, la posibilidad de contribuir a las políticas de salud y de tratamiento de residuos sólidos en el lugar de estudio y poniendo en consideración a San Jerónimo de Tunán en un estudio de este tipo, lo cual no se ha dado anteriormente y puede servir para continuar investigaciones sobre el tema.

La investigación está estructurada en cuatro capítulos: el capítulo I detalla el problema de la investigación, así como los objetivos e hipótesis, además de la justificación y la importancia de la presente; luego el capítulo II presenta el marco teórico que abarca las bases conceptuales, teóricas y los antecedentes de la investigación; en el capítulo III, la metodología de la investigación detalla los procedimientos con los cuales se realizó la presente investigación para luego pasar al capítulo IV que contiene resultados y discusión, finalmente se termina la presente con las conclusiones. De esta manera ponemos a consideración nuestro trabajo para ser evaluado y luego ser un aporte a nuestra generación a conseguir un ambiente sano y saludable.

La Autora

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Fundamentación del problema

Uno de los principales problemas de la humanidad es la acumulación de residuos, ya sea estos de consumo (doméstico) o producción. Al ser difíciles de biodegradarse, algunos de los residuos sólidos se mantienen en el ambiente, condenados a contaminar durante siglos la superficie del planeta, este problema existe y se va agrava año tras año a causa del crecimiento demográfico, de la concentración de la población en zonas urbanas y utilización de bienes materiales de rápido deterioro según estudio (MOPT, 1992).

Se puede dividir estos tipos de residuos entre inorgánicos y orgánicos, y son estos últimos, aquellos que son complicados en su tratamiento, al ser 59% del total de residuos (Actividad microbiana en el proceso de compostaje aerobio de residuos sólidos orgánicos, 2016).

En el Perú el 70% de municipalidades provinciales no realizan el tratamiento y reaprovechamiento de los residuos sólidos (orgánicos e inorgánicos), los cuales son recogidos a través del servicio de limpieza pública, sin embargo, el tratamiento de estas aun es incipiente. Generando la quema de residuos o almacenamiento en botaderos (El Comercio, 2016).

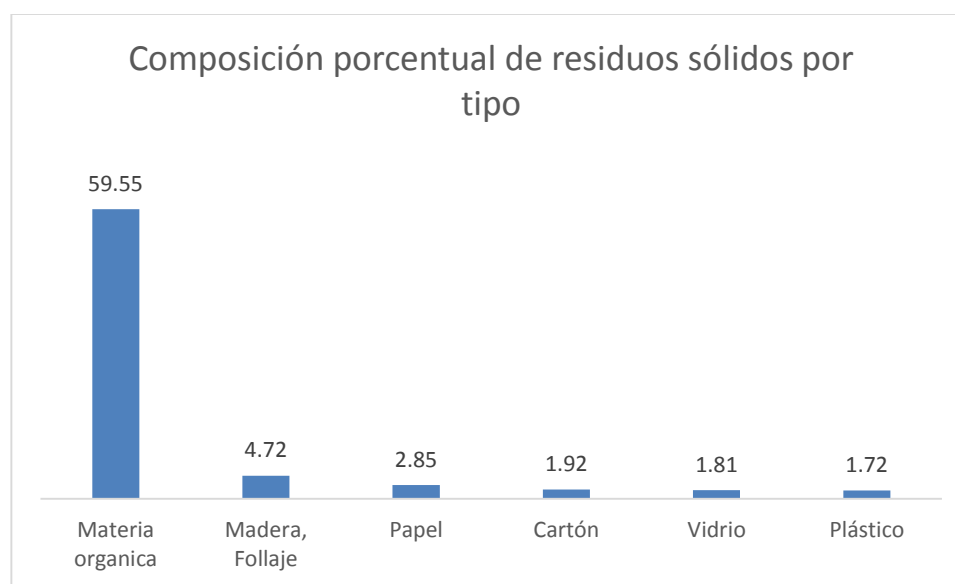


Figura 1: Caracterización de Residuos Sólidos
Fuente. PIGARS Junín – 2016.

El valle del Mantaro, no está exento a la problemática de la gestión de residuos sólidos según la información extraída de la comunicación escrita de los diarios de (SPDA; Actualidad Ambiental, 2014) muestran la inadecuada disposición de residuos sólidos durante la fiscalización de OEFA en mayo del 2014 donde se constató presencia de residuos orgánicos e inorgánicos con malos olores y presencia de vectores en el botadero del Edén y Agua de las Vírgenes, ante ello la entidad fiscalizadora recomendó construir la planta de tratamiento de residuos sólidos (SPDA; Actualidad Ambiental, 2014). Esto a partir de la idea que, el mal manejo de los residuos sólidos es perjudicial para la salud, e inclusive un mal manejo del tratamiento, sin los criterios establecidos podría afectar a los habitantes, no

solo que están cerca a la basura, sino a los que hacen uso del producto del tratamiento y que puede ser perjudicial para animales y plantas.



Figura 2: Inadecuada disposición de residuos sólidos del Edén y Agua de las Vírgenes Huancayo y El Tambo.

Fuente: SPDA Actualidad Ambiental.

En base a ello, el distrito de San Jerónimo de Tunán, que cuenta con poco más de 11 mil habitantes tiene un alto nivel de contaminación por los residuos sólidos domésticos que se vierten al ambiente, si se toma en consideración el nivel de 0.780 kg/Hab/día, entonces tenemos un nivel cercano a 8,5 t/día de desechos que se vierten hacia los suelos, agua y aire del distrito. Sin una política ambiental adecuada para controlar este tipo de volumen de residuos, las consecuencias para la salud de los habitantes pueden considerarse serias y de mucho cuidado. (Aliaga, 2016)

Una de las cuestiones más preocupantes dentro del distrito en mención es que no hay una política de gestión de residuos sólidos eficiente, es decir, que vayan más allá del recojo de los residuos de los hogares. Este es un inconveniente muy serio a la sostenibilidad

de la gestión en el distrito y no se han tomado cartas en el asunto. Así, se hacen necesarios una serie de estudios sobre cómo manejar los residuos sólidos comunes en el distrito.

Por lo que es necesario un detalle más claro acerca de lo que almacena como residuos sólidos, por lo que realizar un mejor compost puede ser beneficioso. El compost considerado como un bien “ambiental – social” en el cual la materia orgánica se transforma en un fertilizante natural bajo la actividad de microorganismos de tal manera que sean aseguradas las condiciones necesarias (especialmente temperaturas, tasa C/N, aireación y humedad) para que se realice la transformación de manera adecuada, el proceso de compostaje sin monitoreo de parámetros físicos químicos daría lugar a la putrefacción de residuos sin descomposición, liberación de gases y presencia de microorganismos no benéficos, en base a ello nace la necesidad de ahondar en el tema elaboración de compost, habiendo una serie de factores que determinan si aquel compost obtenido es uno de buena calidad.

Para hablar ello es prioritario entender que el buen o mal compost depende de una serie de factores en las diferentes etapas del compost, como son la temperatura, humedad, relación Carbono-nitrógeno, presencia de oxígeno, pH; además de los componentes de la mezcla a compostar, a saber, el nivel de residuos que se tenga y algunos tipos de compuestos aumentados a fin de que la composición sea lo más eficiente posible. Así que, si hacemos uso de algunos componentes adicionales podríamos mejorar los indicadores de los factores físicos y químicos que intervienen en el factor; asegurando que el compost sea el de la mejor calidad posible. Es así que la idea de la investigación es la de probar con estos compuestos adicionales y ver cuáles son los que tienen un mejor desempeño, teniendo como indicadores los factores físicos y químicos del compost, con lo cual tendríamos

certeza de un mejor compost. En este caso, se realizó una serie de combinaciones con el estiércol, el cual es un componente adicional muy usado para estos fines; variando entre estiércol de vacuno y de cuy en diferentes proporciones a fin de promover la combinación más asequible para formar compost de mejor calidad.

Basados en la idea de Sir Albert Howard (Poggi-Varaldo, y otros, 1999.), considerado como el padre del compostaje, pionero del tratamiento de los residuos sólidos con la metodología de Indore que consiste en utilizar los distintos materiales orgánicos para ser parte del proceso de compostaje aeróbico con pilas de volteo que consiste en amontonar el material, mezclar y voltear periódicamente con un monitoreo constante de factores físicos y químicos y biológicos entre ellos el nivel de temperatura y humedad, el potencial de hidrogeno y la relación carbono – nitrógeno como los principales, además de color, olor, tamaño de partículas (Mortier, y otros, 2006.) (Howard, y otros, 1907) y demás indicadores que pueden llevar a tomar decisiones, utilizando la metodología y método descrito líneas arriba será posible la elaboración compost con diferentes fuentes, proporciones y evaluación de la calidad en el Distrito de San Jerónimo de Tunan.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Qué tipo de compost de diferentes fuentes y proporciones se desempeñan mejor en la evaluación de la calidad físico – químicas en el distrito de San Jerónimo de Tunán?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Qué compost con la fuente estiércol de vacuno y en qué proporción se desempeña mejor en la evaluación de la calidad física: Temperatura y Humedad relativa en el distrito de San Jerónimo de Tunán?
- b. ¿Qué compost con la fuente estiércol de vacuno y en qué proporción se desempeña mejor en la evaluación de la calidad química: pH, C y N en el distrito de San Jerónimo de Tunán?
- c. ¿Qué compost con la fuente estiércol de cuy y en qué proporción se desempeña mejor en la evaluación de la calidad física: Temperatura y Humedad relativa en el distrito de San Jerónimo de Tunán?
- d. ¿Qué compost con la fuente estiércol de cuy y en qué proporción se desempeña mejor en la evaluación de la calidad química: pH, C y N en el distrito de San Jerónimo de Tunán?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

Determinar qué tipo de compost de diferentes fuentes y proporciones se desempeñan mejor en la evaluación de la calidad físico – químicas en el distrito de San Jerónimo de Tunán.

1.3.2. Objetivos específicos

Determinar que compost con la fuente estiércol de vacuno y en qué proporción se desempeña mejor en la evaluación de la calidad física: Temperatura y Humedad relativa en el distrito de San Jerónimo de Tunán.

- a. Determinar que compost con la fuente estiércol de vacuno y en qué proporción se desempeña mejor en la evaluación de la calidad química: pH, C y N en el distrito de San Jerónimo de Tunán.
- b. Determinar que compost con la fuente estiércol de cuy y en qué proporción se desempeña mejor en la evaluación de la calidad física: Temperatura y Humedad relativa en el distrito de San Jerónimo de Tunán.
- c. Determinar que compost con la fuente estiércol de cuy y en qué proporción se desempeña mejor en la evaluación de la calidad química: pH, C y N en el distrito de San Jerónimo de Tunán.

1.4. Justificación e importancia del proyecto

1.4.1. Justificación practica

La justificación de la presente investigación se detalla en la búsqueda de mejoras en las políticas de salud y de medio ambiente. Esto por ser claro que una mejor forma de producir compost con diversos tipos de fuentes permite hacer variantes que al fin de cuentas pueden permitir optimizar proyectos de inversión con estos métodos. De esta manera, se establece una mejor capacidad de combatir este tipo de deficiencias con mayor investigación en esta área.

1.4.2. Justificación teórica

De la misma manera, se establece un aporte a la literatura, pues no hay una investigación sobre el distrito de San Jerónimo de Tunán en específico. Por lo cual, la presente investigación se une a la literatura acerca de la elaboración de compost con diferentes fuentes y proporciones también se podrá ayudar a futuros investigadores e instituciones a tener referencia básica de compost.

1.4.3. Justificación metodológica

En términos metodológicos en la investigación se considerará el método de sistema abierto o pilas para elaborar compost con la innovación en la diversificación de fuentes como el estiércol de vacuno y cuy con distintas proporciones con el monitoreo de factores físicos y químicos durante el ciclo que comprende las cuatro etapas del compostaje en promedio de 03 meses.

1.4.4. Importancia

La importancia de la presente investigación se basa en la capacidad de avance en el proceso de conocimiento del tema en cuestión, puesto que a medida que se sepa cómo se comportan ciertas características, físico – químicas, del proceso de compostaje, se terminarán por realizar mayores alcances al problema de investigación. Por ello, la presente, sirve como una primera aproximación y un primer peldaño sobre la investigación en el distrito de San Jerónimo de Tunán y sus problemas con la gestión de residuos sólidos.

1.5. Hipótesis y descripción de variables

1.5.1. Hipótesis general

El compost con fuente de estiércol vacuno y en relación 33%-67% se desempeñan mejor en la evaluación de la calidad físico – químico en el distrito de San Jerónimo de Tunán.

1.5.2. Hipótesis específicas

- a. El compost con la fuente estiércol de vacuno y en la proporción 33%-67% se desempeña mejor en la evaluación de la calidad física: Temperatura y Humedad relativa en el distrito de San Jerónimo de Tunán.
- b. El compost con la fuente estiércol de vacuno y en la proporción 33%-67% se desempeña mejor en la evaluación de la calidad química: pH, C y N en el distrito de San Jerónimo de Tunán.
- c. El compost con la fuente estiércol de cuy y en la proporción 50%-50% se desempeña mejor en la evaluación de la calidad física: Temperatura y Humedad relativa en el distrito de San Jerónimo de Tunán.
- d. El compost con la fuente estiércol de cuy y en la proporción 50%-50% se desempeña mejor en la evaluación de la calidad química: pH, C y N en el distrito de San Jerónimo de Tunán.

1.5.3. Descripción de variables

Tabla 1:
Descripción de variables

VARIABLES	DIMENSIONES	SUB DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD
Variable Independiente. Elaboración de compost	Elaboración de compost con la fuente de vacuno.	Residuos Orgánicos vegetales.	Relación 50%-50%	Kilogramos (Kg)
		Estiércol de Vacuno	Relación 33%-67%	
	Elaboración de compost con la fuente de cuy	Residuos Orgánicos vegetales.	Relación 50%-50%	Kilogramos (Kg)
		Estiércol de cuy	Relación 33%-67%	
Variable Dependiente. Calidad de Compost	Indicadores Físicos		Temperatura	Grados Celsius °C
			Humedad	%
	Indicadores Químicos		Potencial de Hidrogeno (pH)	-
			Carbono	%
			Nitrógeno	%

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Antecedentes internacionales

En la investigación “Recycling of livestock manure in a whole-farm perspective” acerca del reciclaje de estiércol de ganado en una perspectiva de granja entera realizado Universidad de Aarhus, Tjele, Dinamarca, con el objetivo de reciclar los nutrientes en el estiércol de ganado para la producción de cultivos se busca reducir efectivamente varios problemas de contaminación, se sostiene que una perspectiva de toda la granja teniendo en cuenta los efectos secundarios y las interacciones en la granja es necesaria para determinar la rentabilidad de las estrategias para mitigar la contaminación de la gestión del estiércol de ganado. Con la metodología de coger varios modelos con escalas y complejidades para

desarrollar medidas de mitigación, en base a una investigación cualitativa para obtener como resultado el manejo de estiércol vacuno para el desarrollo productivo

De ganadera incrementa la contaminación dentro de una zona, los menores costos de producción pueden facilitar la implementación concomitante de tecnologías ambientales (Recycling of livestock manure in a whole-farm perspective. Livestock science,, 2007).

En la investigación “Co-composting of coir pith and cow manure: initial C/N ratio vs physico-chemical changes” estudian el co-compostaje de la médula del coco y el estiércol de vacuno, tienen como objetivo de este estudio en la eficacia del compostaje de un material de desecho orgánico recalcitrante, el co-compostaje de la médula de coco con el estiércol de vacuno y salvado de arroz se intentó evaluar la influencia de las relaciones C/N iniciales, es decir, 30, y 20, sobre los cambios físico-químicos, por ejemplo, la temperatura, el pH, la degradación de la materia orgánica (OM) y las pérdidas totales de nitrógeno (TN). Los resultados sugirieron que el simple torneado de pilas produjo co-compostaje efectivo de la médula de coco bajo una relación C/ N comparativamente baja. Teniendo en cuenta el rendimiento de compostaje y la cantidad de médula de coco a utilizar, la relación C/N inicial de 30 se consideró adecuada para el compostaje de la médula de coco. (Co-composting of coir pith and cow manure: initial C/N ratio vs physico-chemical changes., 2012).

En la tesis “Evolution of microbiological and chemical parameters during manure and straw co-composting in a drum composting system” acerca de la

evolución de los parámetros microbiológicos y químicos durante el estiércol y el compostado de paja en un sistema de compostaje de tambores, tuvo que los cambios en los parámetros microbiológicos y químicos se controlaron durante el proceso de compostaje activo en el tambor y durante tres meses de curado en montones de interior. La higienización, determinada por la desaparición de coliformes fecales y estreptococos fecales, se obtuvo dentro de los siete días siguientes al compostaje en el tambor. Los resultados indicaban que, durante el compostaje, la relación C/N disminuyó de 22,6-28,5 a 12,7-13,6. La relación C/N, a la C/N inicial disminuyó a 0,65-0,75 y a 0,49-0,59 después de uno y dos meses de curado, respectivamente. Aproximadamente 11-27% del C total se perdió durante siete días de compostaje activo y 62-66% durante todo el tiempo de compostaje; las respectivas pérdidas gaseosas de N fueron 13-23% y 23-37% del total de N. (Evolution of microbiological and chemical parameters during manure and straw co-composting in a drum composting system., 1997).

En la investigación “Changes in the chemical and physicochemical properties of the solid fraction of cattle slurry during composting using different aeration strategies” , Evolución de los parámetros microbiológicos y químicos durante el co-compostaje de estiércol y paja en un sistema de compostaje de tambores cuyo objetivo fue investigar la evolución de algunos parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el estiércol de ganado bovino y porcino, publicados con paja de cebada en un sistema de compostaje de tambores. Durante el compostaje usando diferentes estrategias de aireación, determinaron el estiércol de ganado es un residuo orgánico disponible, se diseñó un experimento con tres estrategias de

aireación que se utilizarían durante el compostaje. La primera consistió en aplicar aire a través de un método estático (ventilación forzada). La segunda consistió en mejorar la aireación mediante la adición de un agente de volumen y un método de giro dinámico. En la tercera estrategia, la aireación se realizó girando (control). Los resultados muestran que las diferentes estrategias de aireación tuvieron un claro efecto en la evolución del pH, conductividad eléctrica (CE), nitrato-N, amoníaco-N y contenido de bicarbonato. La nitrificación fue favorecida bajo buenas condiciones de aireación utilizando el método de compostaje estático, probablemente debido a la mayor disponibilidad de N-amoniaco que se transformó en N-nitrato. En general, la baja capacidad tampón permitió una reducción del pH durante la etapa de curado del compostaje (en conjunción con las bajas temperaturas durante este período), característica que favorece el uso de este compost como medio de cultivo. También concluimos la aireación del material a través del tratamiento estático (SF-S) proporciona suficiente N amoniacal para ser nitrificado para reducir significativamente el pH, la aireación debe facilitar la liberación de humedad y el CO₂ producido de manera que la capacidad tampón (o la concentración de bicarbonato) no sea excesiva. En consecuencia, la fracción sólida compostada de la suspensión de ganado vacuno es un material aceptable para uso como medio de cultivo o en mezclas. En particular, el pH puede ajustarse a valores óptimos a través del control de la aireación. La salinidad del compost obtenido puede no ser restrictiva para muchas plantas ornamentales al aire libre en maceta, pero también se pueden diseñar métodos para corregir esta propiedad (mezclas y lixiviación salina) (Changes in the chemical and physicochemical properties of the

solid fraction of cattle slurry during composting using different aeration strategies., 2006).

En la investigación titulada “Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia - 2008” realizado en la Universidad De Antioquia. Cuyo objetivo de Construir un estado del arte sobre el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia en los últimos 10 años, realizando un análisis crítico y reflexivo donde el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos urbanos en Colombia se enmarca en un alto porcentaje en la producción de compost y humus, siguiéndolo en un rango más bajo la producción de gas y de biocombustibles, caso que se atribuye a el bajo nivel tecnológico para la aplicación de éstas técnicas bajo el cumplimiento de la normatividad de la información documental recopilada (Jaramillo Henao, y otros, 2008).

En la investigación titulada “Estudio del Uso de Residuos Industriales No Peligrosos a Través del Proceso de Compostaje y su Aplicación para el Cultivo de Maíz y Frijol” realizado en el Centro De Investigación En Biotecnología Aplicada Tlaxcala cuyo objetivo de estudiar el uso de residuos industriales no peligrosos a través del proceso de compostaje y su aplicación para el cultivo de maíz y frijol con diseño experimental de preparación de 5 mezclas para compostaje con monitoreo permanente de todos los parámetros fisicoquímicos y su efecto de aplicación en los cultivos de maíz y frijol, como resultado la composta C-5 (lodos residuales sin adición de residuos orgánicos) fue la que tuvo mejores características agronómicas y favorables para los dos cultivos, maíz y frijol, independientemente de los requerimientos de cada uno, supliendo las necesidades nutrimentales de ambos.

Demostrando que los lodos son aprovechables a través del compostaje, transformándose eficazmente en abono orgánico (Lopez Wong, 2012).

En la investigación titulada “Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso”, realizado en Ballaterra 2006 cuyo objetivo generar Compostaje de residuos sólidos orgánicos con la Aplicación de técnicas respirométricas considerando 05 combinaciones como residuos municipales, adición de inóculos, residuos de industrias de curtidos y residuos cárnicos pruebas Estudiando el proceso de compostaje y el co-compostaje en el tratamiento de residuos sólidos orgánicos mediante la utilización de técnicas respirométricas. Los resultados obtenidos muestran la validación del respirometro estático con diferentes lodos, vital herramienta para monitorear el proceso de compostaje de las 05 combinaciones logrando estabilidad de la muestra de compost (Barrena, 2006).

Antecedentes nacionales

En la investigación titulada “Propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en la Universidad de Piura” realizado en la universidad de Piura con objetivo de elaborar compost a base de residuos vegetales instalando 4 pilas de compostaje con la aplicación de microorganismos eficaces sobre la calidad de Físico – Químico del compost y el grado de degradación alcanzado en cada uno de ellos, con metodología de un proceso aeróbico con resultado del más eficiente al tratamiento 2 (adición de 1 L semanal de compost activado EMA por mochila) (Mendoza Juarez, 2014).

En la investigación titulada “Evaluación de técnicas para acelerar el compostaje de rastrojo vegetal y estiércol de vacuno en el centro modelo de tratamiento de residuos de La Universidad Nacional Agraria La Molina (CEMTRAR)” realizado en la misma institución con el objetivo de determinar la técnica más adecuada para reducir el tiempo de compostaje, se llevó a cabo en dos etapas la primera se evaluó la 03 técnica de compostaje en pilas al aire libre en las instalaciones de CEMTRAR (proceso convencional que consiste en construir la cancha de compostaje, colocar la materia orgánica en forma de pilas y monitorear los parámetros físicos y químicos hasta que el compost llegue a la fase madura, adición de biofertilizante comercial y adición de compost maduro), durante el proceso se realizaron evaluaciones de campo y laboratorio mediante la determinación de parámetros físicos, químicos y biológicos y la segunda etapa se centró en las pruebas de germinación y crecimiento en el CEMTRAR, al cabo de 120 días, los parámetros físicos, químicos y biológicos evaluados durante el proceso (temperatura, pH, salinidad, relación C: N, mesó filos aerobios, hongos) demostraron que los tres tratamientos siguieron un curso óptimo de desarrollo, que se reflejó en la obtención de productos compostados maduros y adecuados para su uso inmediato (Padilla Sotil, 2010).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. El Compost

2.2.1.1. Definición

El compost o la composta es un producto obtenido a partir de diferentes materiales de origen orgánico (lodos de depuración, estiércol, fracción orgánica de residuos sólidos, residuos agropecuarios y otros), los cuales son sometidos a un proceso biológico controlado de fermentación aeróbica. (EGMASA, Consejería de Medio Ambiente, 200)

2.2.1.2. Materiales

Los materiales usados para el compost dependen del tiempo de descomposición entre ellos tenemos:

Materiales de Rápida descomposición: aquí se encuentran las hojas frescas, césped, estiércol de animales de corral y malezas Jóvenes (Howard, y otros, 1907)

Materiales de Lenta descomposición: aquí se encuentran los restos de frutas y verduras, paja, restos de plantas, estiércol de vacuno, caballo y burros. (Howard, y otros, 1907)

Materiales a usar en pocas cantidades: dentro de estas están las cenizas, maderas y periódicos. (Howard, y otros, 1907).

Materiales que no se pueden usar: aquí se encuentran los pecados, derivados de leche, levaduras, grasas, heces de perros y gatos, filtros de cigarrillos, etc. (Howard, y otros, 1907).

2.2.1.3. Mediciones

El compost como producto del proceso de compostaje presentara un aspecto terroso, ausente de olores y libre de microorganismos patógenos y de semillas listo para enriquecer el suelo mejorando sus propiedades físicas, químicas y biológicas, las mediciones de control se realizan durante el proceso de obtención. (EGMASA, Consejería de Medio Ambiente, 200).

2.2.2. El Compostaje

2.2.2.1. Definición

Mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes (Roman, y otros, 2013), también se considera la transformación de residuos orgánicos (estiércol animal, hojas, verduras, residuos de alimentos, frutas, etc.), por acción controlada de los microorganismos descomponedores que dan como resultado un producto totalmente orgánico, estable e higienizado aprovechable por el suelo y por las plantas. En principio, toda materia orgánica tales como desechos vegetales y animales, y restos de alimentos, entre otros, pueden ser utilizados como materia prima para el compostaje (Puerta, 2004) ambos autores coinciden

en definir el compostaje como la transformación de residuos orgánicos en condiciones aeróbicas.

2.2.2.2. Fases del compostaje

Existen 4 fases de compostaje (Roman, y otros, 2013).

Fase de Mesofílica, característico por bacterias que generar calor hasta llegar a 45 °C, producto del consumo de Carbono y Nitrógeno y bajar su p-H cerca de 4.5 entre las dos y ocho días.

Fase Termofílica, llamado también de higienización por superar su temperatura a más de 45°C, característica de las bacterias termófilos donde degradan las celulosas y ligninas la transformando de nitrógeno a amoniaco y eliminando todas las bacterias patógenas, quiste, huevos y helmintos.

Fase de enfriamiento o mesófila II, la temperatura desciende hasta 40°C producto de la degradación de celulosa y algunos polímeros, característico por la presencia de hongo por mantener un p-H ligeramente alcalino.

Fase de Maduración, periodo largo donde se generan ácidos húmicos y fúlvicos con una temperatura ambiente aproximadamente el periodo comprende de 3 a 6 meses.

2.2.2.3. Parámetros físicos y Químicos durante el proceso de compostaje

Los parámetros más importantes que intervienen en este proceso biológico son los parámetros Físicos (Temperatura, Humedad, Potencial de Hidrogeno, Oxígeno) y parámetros Químicos (Relación Carbono/ Nitrógeno) (Jaramillo Henao, y otros, 2008)

Temperatura: Se ha observado que las velocidades de crecimiento se duplican aproximadamente con cada subida de 10 grados centígrados de temperatura, hasta llegar a la temperatura óptima (Jaramillo Henao, y otros, 2008).el control se hace con un termómetro, barrilla metal y madera introduciendo sobre el compostaje y luego comparar con lo establecido en el ciclo del compostaje (Roman, y otros, 2013).

Temperatura (°C)	Causas asociadas		Soluciones
Bajas temperaturas (T° ambiente < 35°C)	Humedad insuficiente.	Las bajas temperaturas pueden darse por varios factores, como la falta de humedad, por lo que los microorganismos disminuyen la actividad metabólica y por tanto, la temperatura baja.	Humedecer el material o añadir material fresco con mayor porcentaje de humedad (restos de fruta y verduras, u otros)
	Material Insuficiente.	Insuficiente material o forma de la pila inadecuada para que alcance una temperatura adecuada.	Añadir más material a la pila de compostaje.
	Déficit de nitrógeno o baja C:N.	El material tiene una alta relación C:N y por lo tanto, los microorganismos no tienen el N suficiente para generar enzimas y proteínas y disminuyen o ralentizan su actividad. La pila demora en incrementar la temperatura mas de una semana.	Añadir material con alto contenido en nitrógeno como estiércol.
Altas temperaturas (T ambiente >70°C)	Ventilación y humedad insuficiente	La temperatura es demasiado alta y se inhibe el proceso de descomposición. Se mantiene actividad microbiana pero no la suficiente para activar a los microorganismos mesofílicos y facilitar la terminación del proceso.	Volteo y verificación de la humedad (55-60%). Adición de material con alto contenido en carbono de lenta degradación (madera, o pasto seco) para que ralentice el proceso.

Figura 3: Tabla de parámetro de temperatura óptimos.

Fuente: FAO 2013.

Humedad: es importante evitar la humedad elevada ya que cuando está muy alta, el aire de los espacios entre partículas de residuos se desplaza y el proceso pasa a ser anaerobio. Por otro lado, si la humedad es muy baja, disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso se

retarda. Se consideran niveles óptimos de humedades entre 40% - 60%, éstos dependen de los tipos de material a utilizar (Jaramillo Henao, y otros, 2008), Para el control de la humedad de manera empírica se realiza mediante la “técnica del puño cerrado”, coger una muestra de compost en la mano y al abrir debe de quedar apelmazado y sin escurrir agua. Si corre agua se debe de voltear y adicionar material seco como aserrín o paja y si es muy suelto se añade agua según., en la tabla se muestra rango ideal de porcentaje de humedad (Roman, y otros, 2013).

Porcentaje de humedad	Problema		Soluciones
<45%	Humedad insuficiente	Puede detener el proceso de compostaje por falta de agua para los microorganismos	Se debe regular la humedad, ya sea proporcionando agua al material o añadiendo material fresco con mayor contenido de agua (restos de fruta y verduras, césped, punes u otros)
45% - 60% Rango ideal			
>60%	Oxígeno insuficiente	Material muy húmedo, el oxígeno queda desplazado. Puede dar lugar a zonas de anaerobiosis.	Volteo de la mezcla y/o adición de material con bajo contenido de humedad y con alto valor en carbono, como serrines, paja u hojas secas.

Figura 4: Tabla de parámetro de humedad óptimos.

Fuente: FAO 2013.

Aireación. Es imprescindible la presencia de aire durante el compostaje, para el desarrollo de microorganismos en el desarrollo del proceso de compostaje que se realiza a través de volteos según al grado de la temperatura (INTEC, Corporación de Investigación Tecnológica de Chile., 1999).

Potencial de Hidrogeno: El control de p-H se realiza de dos formas en el campo y laboratorio.

pH	Causas asociadas		Soluciones
<4,5	Exceso de ácidos orgánicos	Los materiales vegetales como restos de cocina, frutas, liberan muchos ácidos orgánicos y tienden a acidificar el medio.	Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C:N.
4,5 – 8,5 Rango ideal			
>8,5	Exceso de nitrógeno	Cuando hay un exceso de nitrógeno en el material de origen, con una deficiente relación C:N, asociado a humedad y altas temperaturas, se produce amoníaco alcalinizando el medio.	Adición de material mas seco y con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín)

Figura 5: Tabla de parámetro de p-H óptimos

Fuente: FAO 2013.

Necesita una tira de indicador de p-H que se inserta en el compost o caso contrario preparar una solución acuosa donde se coloca una muestra sobre un recipiente y luego adicionar agua en proporción de 1:5 de volumen y realizar la medida con el pH metro (Roman, y otros, 2013).

Relación carbono nitrógeno: C/N de 20 – 35 es la adecuada al inicio del proceso; pero si ésta relación es muy elevada, se disminuye la actividad biológica porque la materia orgánica a composta es poco biodegradable por lo que la lentitud del proceso no se deberá a la falta de nitrógeno sino a la cantidad de carbono (Jaramillo Henao, y otros, 2008) para el monitoreo de carbono y nitrógeno considerar el análisis de un laboratorio certificado (Roman, y otros, 2013).

C:N	Causas Asociadas		Soluciones
>35:1	Exceso de Carbono	Existe en la mezcla una gran cantidad de materiales ricos en carbono. El proceso tiende a enfriarse y a ralentizarse	Adición de material rico en nitrógeno hasta conseguir una adecuada relación C:N.
15:1 – 35:1 Rango ideal			
<15:1	Exceso de Nitrógeno	En la mezcla hay una mayor cantidad de material rico en nitrógeno, el proceso tiende a calentarse en exceso y se generan malos olores por el amoníaco liberado.	Adición de material con mayor contenido en carbono (restos de poda, hojas secas, aserrín)

Figura 6: Tabla de parámetro de C/N óptimos

Fuente: FAO 2013.

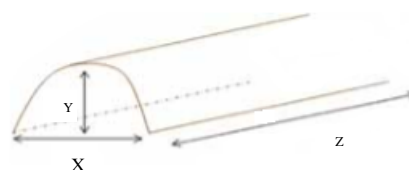
Tamaño de Partícula: dado que la actividad microbiana se desarrolla principalmente en la superficie de las partículas, cuanto mayor es la superficie del sustrato mayor será la rapidez del ataque microbiano. No obstante, El tamaño de las partículas no debe ser ni muy fina ni muy gruesa; un tamaño muy fino de partícula no es conveniente debido a los riesgos de compactación del sustrato, lo que dificultaría una aireación adecuada. Si las partículas son muy grandes, mayores de 3 cm, la fermentación aeróbica tendrá lugar solamente en la superficie. Ambos casos se producirían fermentaciones anaerobias con malos olores. Los tamaños de partículas considerados óptimos oscilan entre 1 y 3 cm (INTEC, Corporación de Investigación Tecnológica de Chile., 1999) tener en cuenta que el tamaño de partícula es directamente proporcional al tiempo de descomposición.

2.2.2.4. Técnicas de compostaje

El agitado y estático son los métodos más usados para transformar los residuos orgánicos.

Sistemas abiertos: Son los más generalizados constituyen la forma tradicional de compostaje, los sustratos a compostar se disponen en montones o pilas (agrupamiento de residuos en montones que generalmente adoptan forma triangular, con una altura recomendada menor de 2.7 m y sin una limitación en cuanto a su longitud) sin que se compriman excesivamente para permitir que el aire quede retenido;

pueden estar al aire libre o en naves. El tamaño y la forma de las pilas se diseñan para permitir la circulación del aire a lo largo de la pila, manteniendo las temperaturas en el rango apropiado (Lopez Wong, 2012). Los factores claves para decidir una técnica son el Tiempo de proceso, espacio, seguridad higiénica, material de partida y las condiciones climáticas del lugar para un sistema abierto. Cuando la cantidad de residuos orgánicos se encuentre sobre 1m^3 se recomienda el sistema de pilas. (Roman, y otros, 2013).



$$\text{Volumen de paralelepípedo} = X*Y*Z$$

Figura 7: Volumen teórico de la pila

Se debe considerar las dimensiones de la base, altura y el ancho de la pila para determinar la cantidad de masa a compostar la formula común a usar es: Calculado el volumen de la pila lo sucesivo es criterio del investigador dar la forma y espacio entre canchas de compostaje. En su publicación sobre Métodos de compostaje en la finca explica sobre los métodos de formación de pilas de Indore o el compostaje rural chino donde se tiene que conseguir una adecuada relación de C:N (30:1) y control de parámetros (Potencial de Hidrogeno, Temperatura y humedad), el detalle del método empieza desde la elección del área donde se debe de considerar las condiciones climáticas, zona segura o protegida, que se encuentre a más

de 50 metros de distancia de nacimiento de agua, tener una pendiente mínima de 4%. Seguido se amontona el material a compostar para ello se tiene que picar de forma manual o mecánica la partículas hasta obtener un diámetro de 10- 15cm antes de cumplir la primera semana de instalación de pila es importante en esta proceso realizar una adecuada mezcla de residuos y alcanzar una relación de C: N adecuada es recomendable usar la siguiente tabla y determinar la relación de C: N de algunos materiales (Roman, y otros, 2013).

Según la tabla el estiércol vacuno para encontrarse en equilibrio de C: N tiene que tener el valor de 25:1 al inicio del compostaje el cálculo de la proporción de los materiales a compostar es usar la media del Numerador y denominador para adicionar los restos según disponibilidad de carbono o nitrógeno de forma intercalada. El volteo de la pila tiene una frecuencia de 3 a 4 primeras semanas y luego a quincenal en relación a la humedad y temperatura.

Nivel alto de nitrógeno 1:1 – 24:1		C:N equilibrado 25:1 – 40:1		Nivel alto de carbono 41:1 – 1000:1	
Material	C:N	Material	C:N	Material	C:N
Purines frescos	5	Estiércol vacuno	25:1	Hierba recién cortada	43:1
Gallinaza pura	7:1	Hojas de frijol	27:1	Hojas de árbol	47:1
Estiércol porcino	10:1	Crotalaria	27:1	Paja de caña de azúcar	49:1
Desperdicios de cocina	14:1	Pulpa de café	29:1	Basura urbana fresca	61:1
Gallinaza camada	18:1	Estiércol ovino/caprino	32:1	Cascarilla de arroz	66:1
		Hojas de plátano	32:1	Paja de arroz	77:1
		Restos de hortalizas	37:1	Hierba seca (gramíneas)	81:1
		Hojas de café	38:1	Bagazo de caña de azúcar	104:1
		Restos de poda	44:1	Mazorca de maíz	117:1
				Paja de maíz	312:1
				Aserrín	638:1

Fuente: Adaptado de PNUD-INFAT (2002)

Figura 8: Niveles de C/N según concentración

Sistema Cerrado

En estos sistemas la fase inicial de fermentación se realiza en reactores o contenedores que pueden ser horizontales o verticales, aireados-agitados, túneles dinámicos y reactores de tambor rotativos, mientras que la fase final de maduración se hace al aire libre o en naves abiertas. En los sistemas de compostaje cerrados, la mayoría de los métodos emplea aireación forzada y algunos mecanismos de agitación. El entorno que rodea al compostaje está controlado. Los ejemplos de reactores incluyen contenedores de acero aireados, tubos amplios de polietileno, reactores cilíndricos o rectangulares orientados verticalmente y varias configuraciones de depósitos cerrados. Se requieren alrededor de 560 m³/Tn de materia orgánica por día. La ventaja de este método es que se pueden planificar cómo va a ocurrir el proceso, aunque siempre es deseable hacerlo al margen de la temperatura termófila para la eliminación de patógenos y por la aceleración del proceso a esas temperaturas (Lopez Wong, 2012).

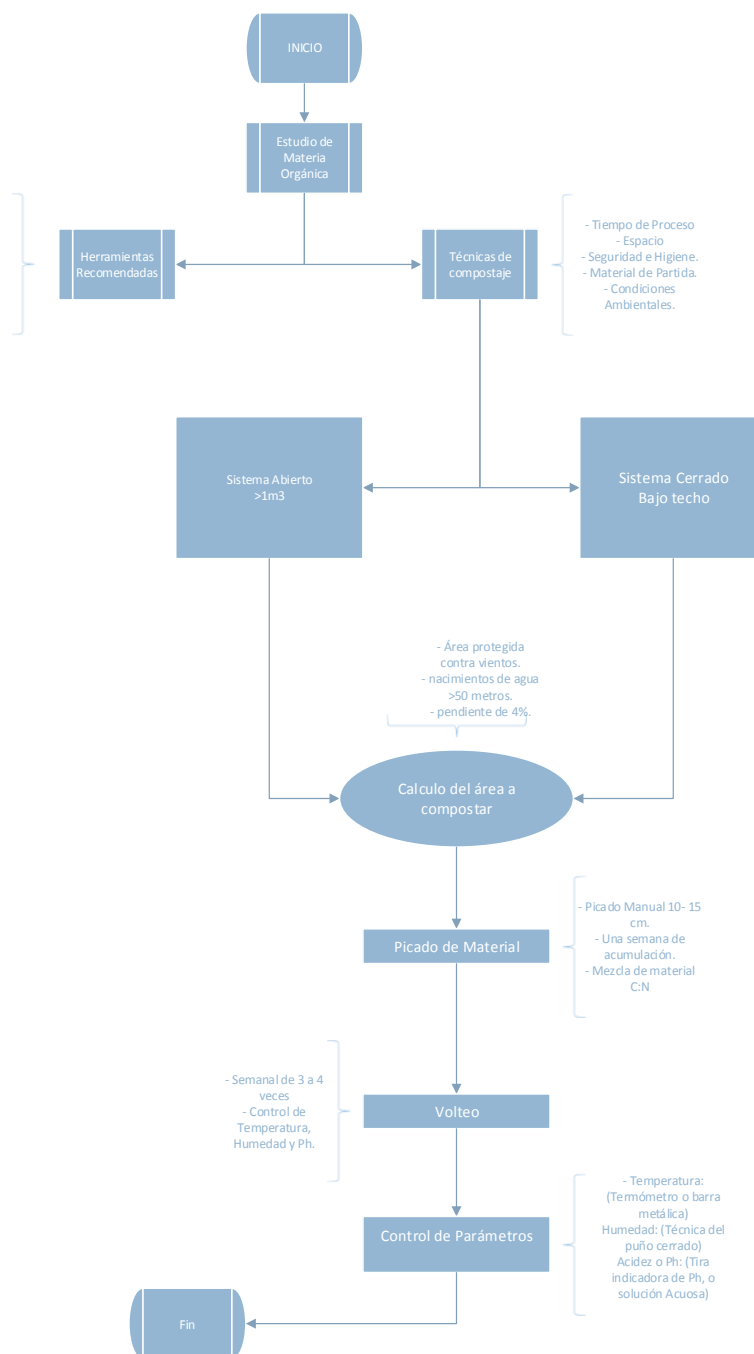


Figura 9: Flujograma del proceso de compostaje
Fuente: Propia

2.2.3. Determinación de la calidad de compostaje

La importancia del compostaje como un proceso productivo es la de mantenerse en un estándar claro, este rango debe de estar sujeto a los niveles meta

de los que habla la OMS respecto de ambiente y políticas de salud. Ante su cumplimiento, es fácil de observar el mantenimiento de estos estándares, mientras que, al salir de estos, se puede hablar de envenenamiento por metales pesados u otras formas de contaminación de este proceso (Mendoza Juarez, 2014).

Ante algún tipo de desequilibrio en el proceso de compostaje, esto debería quedar claramente descrito en algún tipo de modificación de los factores físico – químicos, que caracterizan al compost. A continuación, se presenta los parámetros más usados y el rango establecido:

Tabla 2:
Especificaciones referenciales de la calidad de compost

Parámetro	Rango permisible
Humedad (%)	40 – 60
Tamaño de partículas (mm)	5 - 10
Materia orgánica (%)	25 – 50
Carbono orgánico (%)	8 – 50
Nitrógeno total (%)	0,4 - 3,5
Fósforo como P ₂ O ₅ (%)	0,3 - 3,5
Potasio como K ₂ O (%)	0,5 - 1,8
Cenizas (%)	20 – 65
Calcio como CaO (%)	20 - 65
Relación C:N	25:1 - 30:1
pH	6,5 – 8

Fuente. OMS.

Tabla 3:
Parámetro ideal de compost

Parámetros	Rango Ideal
Humedad (%)	45-60
pH	4.5-8.5
Relación C/N	15:1-35:1

Fuente: FAO 2003

2.2.4. Indicadores físicos

2.2.4.1. Temperatura

Considerado un indicador de funcionamiento de microorganismos en la relación directa de la actividad biológica que genera el incremento de calor por la liberación de energía almacenada para ser transformada en otro inferior, en la primera etapa se evidencia la intensa actividad microbiana frente a los residuos significado de un buen desarrollo del proceso de compostaje por la higienización entre 35 y 40 °C y la máxima biodegradación entre 45 y 55°C. (Barrena, 2006).

2.2.4.2. Humedad

Indicador vital para verificar el funcionamiento del proceso por la presencia de microorganismos por la presencia de agua en material a descomponer, si la presencia de agua disminuye se observa el retroceso del proceso a descomponer por debajo de 20% no existe actividad generando malos olores, lixiviados y pérdida de nutrientes, la mezcla de los residuos de diferentes tipos ayuda a conseguir la textura y humedad adecuada estos materiales como vegetales, restos de poda, restos de jardín, astillas, virutas y restos de frutas y verduras. (Barrena, 2006).

2.2.5. Indicadores Químicos

2.2.5.1. Potencial de hidrogeno

En búsqueda de no matar microorganismos esenciales para el proceso de compost, debe de ser monitoreado el nivel de potencial de

hidrogeno, puesto que, si los valores están por encima de los establecidos en la Tabla 2, entonces se tiene mucho crecimiento o poco desarrollo de estos microorganismos esenciales. El proceso de compost genera un aumento de pH, así que se debe de mantener en el rango dependiendo de los demás factores que lo determinan.

2.2.5.2. Nitrógeno

De tenerse un buen proceso de compostaje, el nivel de nitrógeno total termina por disminuir, pues es absorbido por los microorganismos dentro del proceso, esto ante la volatilización del nitrógeno como parte del compuesto de amoníaco. Por esta razón es muy importante entender que en el proceso no haya mucho escape de nitrógeno toda vez que hay un proceso de “inhalación y exhalación” de nitrógeno.

2.2.5.3. Relación carbono /nitrógeno

Hay una clara dependencia de los microorganismos presentes en el compost respecto del nitrógeno y del carbono, mientras que el primero ayuda en el proceso de síntesis de proteínas, el carbono ayuda a generar procesos metabólicos de alto nivel, capaces de sustentar la energía de estos microorganismos. De esta manera, al tenerse un balance claro entre estos dos, se observa la preservación de estos microorganismos a corto y largo plazo. Tal como se nota en la Tabla 2, el nivel aceptado está entre una proporción de 20 a 30, mientras que para que el compost sea óptimo, se establece que niveles por debajo de 25 de proporción son insuficientes para

este fin, por ello se puede sugerir combinaciones para este proceso, como, por ejemplo, aumento de dosificadores o amplificadores de algún tipo como estiércol.

2.2.6. Residuos orgánicos agropecuarios.

Estiércol de animales de granja de aves, caballos, vacunos, ovejas o cerdos) y residuos de cosechas y desperdicios orgánicos domésticos. Durante el proceso de compostaje produce una disminución en peso de los residuos orgánicos tratados (Valderrama, 2013).

COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ESTIÉRCOL (O GUANO)							
ESPECIE ANIMAL	MATERIA SECA %	N %	P ² O ⁵ %	K ² O %	CaO %	MgO %	SO ⁴ %
Vacunos (f)	6	0,29	0,17	0,10	0,35	0,13	0,04
Vacunos (s)	16	0,58	0,01	0,49	0,01	0,04	0,13
Ovejas (f)	13	0,55	0,01	0,15	0,46	0,15	0,16
Ovejas (s)	35	1,95	0,31	1,26	1,16	0,34	0,34
Caballos (s)	24	1,55	0,35	1,50	0,45	0,24	0,06
Caballos (f)	10	0,55	0,01	0,35	0,15	0,12	0,02
Cerdos (s)	18	0,60	0,61	0,26	0,09	0,10	0,04
Camélidos (s)	37	3,6	1,12	1,20	s.i.	s.i.	s.i.
Cuyes (f)	14	0,60	0,03	0,18	0,55	0,18	0,10
Gallina (s)	47	6,11	5,21	3,20	s.i.	s.i.	s.i.(f)

(f) Fresco, (s) seco, (s.i.) sin información.
Fuente SEPAR, 2004. Boletín Estiércoles

Figura 10: Composición Química del estiércol
Fuente: FAO, 2013.

2.2.7. Definición de estiércol:

Mezcla de materias orgánicas descompuestas que se utiliza como abono para la tierra siendo es un abono natural muy rico en nitrógeno (Diccionario Español, 2005).

2.2.8. Importancia de uso de estiércol.

Importante para el uso productivo, los usos más comunes incluyen fertilizantes, abono, pajilla, reciclaje, retroalimentación, producción de biogás y combustible sólido. Mucho más del 95 % de todo el desperdicio animal es utilizado como fertilizante para la aplicación en el campo. Los nutrientes encontrados en el estiércol ayudan a construir y mantener la fertilidad del suelo, y su valor económico es calculado por la disponibilidad de Nitrógeno (N), Fósforo (P) y Potasio (K). El estiércol debe de ser aplicado en el campo cuidadosamente porque el exceso de desperdicio puede dañar el crecimiento de los cultivos, contaminar el suelo, ocasionar contaminación del agua superficial y subterránea, y desperdiciar nutrientes, los nutrientes son liberados al condicionarles una temperatura de 160 grados con oxigenación constante de los volteos al introducir oxígeno, es eficiente añadir materia orgánica para estimular la presencia de microorganismos que fertilizan la tierra (Ortiz Vargas, 2015).

2.2.9. Ventajas generales del uso de estiércol

- Abono más antiguo para fertilizar el suelo.
 - La transformación de estiércol es rica en flora microbiana con buenos beneficios para las plantas.
 - Contribuye con el ahorro ya que no requiere abonos químicos costosos.
 - Su descomposición elimina semillas como la mala hierba, virus y bacterias.
- (Ortiz Vargas, 2015).

2.2.9.1. Estiércol de ganado vacuno

El estiércol de vacuno es de los más populares en la forma tradicional del sector agro, puesto que se obtiene como residuo de la crianza de estos animales, además de sus propiedades para conservar la temperatura en periodos helados (Jardón, 2017). También Es un estiércol seco que se puede usar como combustible. De todos los tipos de estiércol, es el más relevante y el más producido en las explotaciones rurales. Es bueno para la mayoría de las plantas y se adecúa a todos los suelos. Le da consistencia a la tierra móvil y arenosa, ligereza a suelos barrosos y refresca los que son calizos o cálidos. Es el que más dura en el tiempo y su fuerza dependen de la alimentación que se les dé a los animales (Ortiz Vargas, 2015).en base a la información podemos afirmar que el estiércol de vacuno es una variable con beneficios para la obtención de compost de buena calidad.

2.2.9.2. Estiércol de cuy

El estiércol de cuy como un animal alimentado por forrajes verdes tiene un alto nivel de calidad. Por ende, la concentración de nutrientes en este es alto, haciendo que su uso para fines como el de compost sea óptimo por ser más rico en microorganismos y con poca volatilización de nutrientes (Jardón, 2017).

2.2.10. Residuos Orgánicos de la actividad agropecuaria.

En esta actividad, se generan una gran variedad de residuos de origen vegetal y animal. Los residuos vegetales están integrados por restos de cosechas y cultivos (tallos, fibras, cutículas, cáscaras, bagazos, rastrojos, restos de podas, frutas, etc.), procedentes de diversas especies cultivadas. El contenido de humedad de este tipo de residuos es relativo dependiendo de varios factores (Sztern, y otros, 1999).

Encontramos los siguientes Residuos comportables (Aliaga, 2016):

- Residuos de frutas y verduras
- Pañales y compresas
- Huesos
- Aserrín
- Residuos de infusiones de café
- Cascaras de huevos, frutos secos
- Restos de carne y pescado
- Restos de plantas y jardines

2.2.11. Distrito De San Jerónimo De Tunan

2.2.11.1. Localización

El terreno se encuentra ubicado dentro de la vivienda ubicado en la calle Lima N°841 San Jerónimo de Tunan – Huancayo – Junín, en la

margen izquierda del Valle del Mantaro a 5min de la Municipalidad Distrital de San Jerónimo de Tunan.

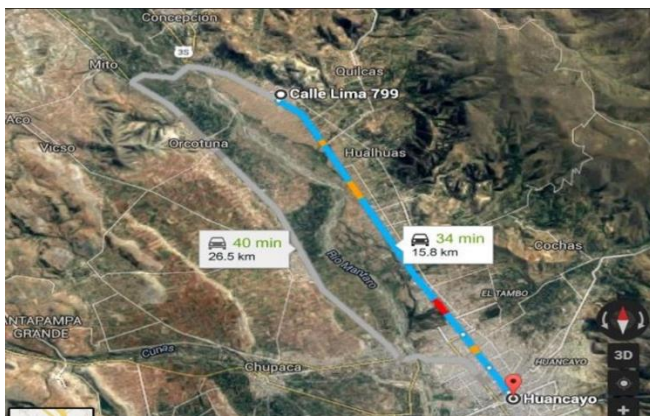


Figura 111: Distancia de Huancayo hacia el distrito de San Jerónimo de Tunan.



Figura 122: Distancia de la carretera central hacia la cancha de compostaje.

Fuente: Google Earth.

2.2.12. Condiciones del Distrito de San Jerónimo de Tunan

a) Ubicación Geográfica:

- Latitud Sur: 11° 56' 57"S
- Longitud Oeste: 75° 17' 04"O
- Altitud: 3274 m.s.n.m

b) Características Meteorológicas: extraído de data Climate.

- Temperatura media anual: 12.2 °C

- Precipitación media anual: 646mm.
- c) Clasificación Ecológica: según Leslie Holdridge (1907 -1999) - Bosque seco montano bajo tropical (BS-mbt).
- d) Clasificación del Clima: Según Köppen-Geiger (1900) es: -Cwb Templado con invierno seco (verano suave).

2.3. Marco legal

Marco legal que debe cumplir el presente trabajo de investigación. Las normas que se relacionan con la tesis se enumeran a continuación.

- Constitución Política del Perú: Artículo N° 2, Inc 22
- Señala que es deber primordial del mismo garantizar el derecho a toda persona a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida; siendo esto un derecho de todos.
- Ley General del Ambiente Ley N° 28611 y sus modificatorias. Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM.
- En su Artículo N° 119 hace mención a la gestión de los residuos sólidos y la competencia de las municipalidades. Asimismo, en su Art. N° 13 manifiesta que “la Gestión Ambiental es un proceso permanente continuo, constituido por el conjunto estructurado de principios, normas técnicas, procesos y actividades, orientado a administrar los intereses, expectativas y recursos relacionados con los objetivos de la política ambiental y alcanzar así, una mejor calidad de vida, desarrollo integral de la
- Código Penal Decreto Legislativo N° 635 Art. N° 307.

- El que deposita, comercializa o vierte desechos industriales o domésticos en lugares no autorizados o sin cumplir con las normas sanitarias y de protección del medio ambiente, será reprimido con pena privativa de libertad no mayor de dos años.
- Ley N° 27446. Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental y su modificatoria.
- La producción, generación, reciclaje, recolección, transporte y disposición de residuos domésticos o domiciliarios que por sus características constituyan un peligro sanitario a la población expuesta.
- Ley General de Residuos Sólidos Ley N° 27314.
- Señala que la gestión de los residuos sólidos en el país tiene como finalidad su manejo integral y sostenible, mediante la articulación, integración y compatibilización de las políticas, planes programas, estrategias y acciones de quienes intervienen en la gestión y el manejo de los residuos sólidos. En su Artículo 9. Municipalidades Provinciales, manifiesta que: “Las Municipalidades Provinciales son responsables por la gestión de los residuos sólidos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a éstos, en todo el ámbito de su jurisdicción.
- Reglamento de ley general de residuos sólidos D.S N° 057-2004-PCM
- Aprueba el Reglamento de la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos. Este documento establece criterios técnicos, ambientales y sanitarios a fin de lograr el manejo y gestión de los residuos sólidos.
- El reglamento de gestión y manejo de residuos D.S N° 003-2013- Vivienda.
- Son considerados infraestructuras de residuos:
 - Almacenes de residuos o zonas de almacenamiento.

- Plantas de tratamiento, reaprovechamiento, segregación o reciclaje.
- Escombreras para disposición final.
- Rellenos de seguridad para residuos peligrosos.
- Aprueban los procedimientos para el cumplimiento de metas y la asignación de los recursos del Programa de Incentivos a la Mejora de la Gestión Municipal del año 2016. Decreto Supremo. N° 400-2015
- Implementar un programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos domiciliarios en viviendas urbanas del distrito, según los porcentajes categorizados.

2.4. Definición de términos

- Aeróbico: Elaboración de composta a través del aire insertado.
- Calidad: Conjunto de propiedades inherentes a una cosa que permite caracterizarla y valorarla con respecto al cumplimiento legal (Changes in the chemical and physicochemical properties of the solid fraction of cattle slurry during composting using different aeration strategies., 2006).
- Contaminación: la presencia en el ambiente de algún tipo de agente físico, químico o biológico o la combinación de alguno de estos, la que producirá este desequilibrio del que hablábamos más arriba y que resulta ser ampliamente nocivo para la salud (Changes in the chemical and physicochemical properties of the solid fraction of cattle slurry during composting using different aeration strategies., 2006).
- Fuentes: En la investigación se refiere a las fuentes de estiércol de ganado vacuno o cuyes (Barrena, 2006).

- **Indicadores:** Que indica o que sirve para indicar algo en este caso un indicador es la presencia de hongos en el proceso de compostaje lo que indica adecuado desarrollo del compostaje (Aliaga, 2016).
- **Oxigenar u oxigenación** se refiere a la cantidad de oxígeno en un medio necesario para el proceso de compostaje aeróbico (Campbell, y otros, 1995).
- **Parámetro:** Elemento o dato importante que generalmente oscila dentro de un rango desde que se examina un tema (Aliaga, 2016).
- **Política:** Compromiso asumido por una entidad pública o privada (Roman, y otros, 2013).
- **Putrefacción:** Descomposición de una materia o una sustancia por la acción de diversos factores y de determinados microorganismos (Aliaga, 2016).
- **Proporciones:** En la investigación nos referimos a la igualdad de cantidad de residuos vegetales y cantidad de estiércol mezclados (Aliaga, 2016).
- **Rendimiento:** Fruto o utilidad de una cosa en relación con lo que cuesta, con lo que gasta, con lo que en ello se ha invertido (Barrena, 2006).
- **Tratamiento:** Es la condición que se adiciona a la prueba inicial o testigo para ver su cambio a través del tiempo (Campbell, y otros, 1995).
- **Volumen:** Espacio que ocupa un cuerpo en un determinado espacio (Puerta, 2004).

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Método y alcance de la investigación

3.1.1. Método

El método Específico de investigación del estudio fue experimental con fundamento científico, ya que se pretende generar nuevo conocimiento (Tchobanoglous, 1994), el cual permita, elaborar compost con diferentes fuentes, la finalidad de comprobar, demostrar o reproducir ciertos fenómenos hechos o principios en forma natural o artificial, de tal forma que permita establecer experiencias para formular hipótesis que permitan a través del proceso científico conducir a generalizaciones científicas, que puedan verificarse en hechos concretos en la vida diaria (Hernandez Sampieri, 2010).

3.1.2. Nivel de investigación

La investigación ha sido trabajada a nivel descriptivo, mencionándose así, las características del proceso de elaboración del compost, así como la evaluación de los principales componentes, del mismo, También conocida como la investigación estadística, se describen los datos y características de la población o fenómeno en estudio (Hernandez Sampieri, 2010). Asimismo, se hace uso de un tipo de investigación aplicado, puesto que se hace uso de información previa para el desarrollo de la presente investigación, detallados en el marco teórico y los antecedentes detallados en el marco teórico y los antecedentes, con la utilización de los conocimientos en la práctica, para aplicarlos, en la mayoría de los casos, en provecho de la sociedad (Hernandez Sampieri, 2010).

3.2. Diseño de la investigación

Respecto al diseño general de investigación es la experimental, es decir se ha tenido manipulación dentro de la población estudiada, así mismo la muestra ha sido tomada en diferentes periodos de tiempo, para ver la modificación de los componentes, como potencial de hidrogeno, temperatura, humedad, nitrógeno total, carbono total y relación C/N, por cumplir con un nivel de estudio explicativo y manipulación de diferentes grupos (Hernandez Sampieri, 2010).

El diseño Específico, se detalla descriptivo transversal analítico (Rathman, y otros, 1998) donde se observa el cambio al adicionar estiércol de diferentes fuentes y proporciones a restos vegetales para la obtención de compost.

En este sentido se procedió según el presente esquema:

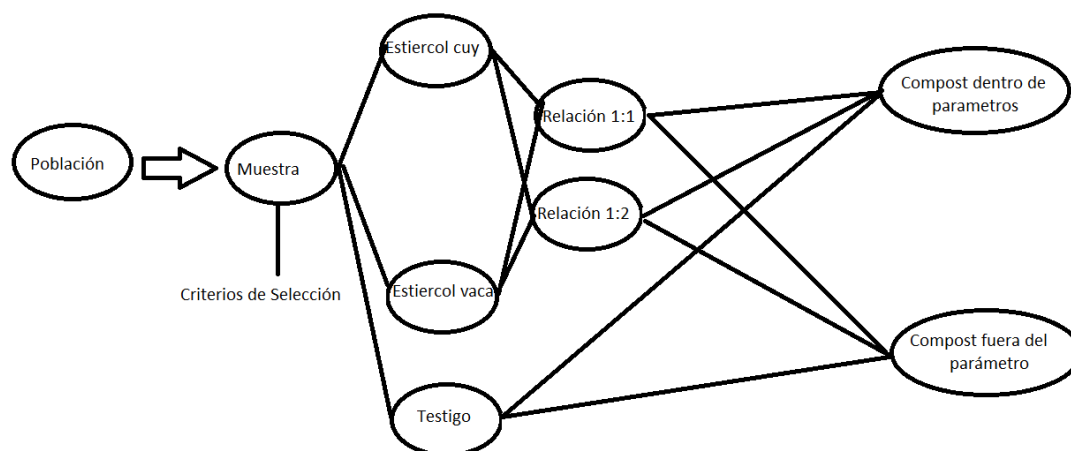


Figura 13: Diseño descriptivo Transversal Analítico.

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1. Diseño del experimento

El método de la investigación fue experimental para la implementación del compostaje aerobio se consideró tres pasos básicos i) procesamiento de residuos sólidos, ii) descomposición aerobia de la fracción orgánica, y iii) preparación del producto (Co-composting of coir pith and cow manure: initial C/N ratio vs physico-chemical changes., 2012). El método de compostaje en pilas estáticas es relativamente simple y es el sistema más económico y el más utilizado. Los materiales se acumulan sobre el suelo o pavimento, sin comprimirlos en exceso, siendo muy importante la forma y medida de la pila. Las medidas óptimas oscilan entre 1,2 - 2 m de altura, por 2-4 m de ancho, siendo la longitud variable. La sección tiende a ser trapezoidal, aunque en zonas muy lluviosas es semicircular para favorecer el drenaje del agua. Las pilas son ventiladas por convección natural y se voltean con una frecuencia que depende del tipo de material, de la humedad y de la rapidez con que se desea realizar el proceso, siendo habitual realizarlo cada 6 - 10 días (Tchobanoglous, 1994). Para la elaboración, control y monitoreo del

compost se utilizó el libro Gestión Integral de Residuos Sólidos (Tchobanoglous, 1994).

Tabla 4:
Composición de los residuos orgánicos

COMPOSICION DE LA COMPOSTERAS		
MEZCLA	DISTRIBUCIÓN	SIMBOLO
Restos de vegetal (verduras, Frutas, Hojarascas y flores).	20	Testigo
Restos de vegetal +Estiércol de vacuno.	15/15	T1
Restos de vegetal + estiércol de vacuno	10/20	T2
Restos de Vegetal + Estiércol de Cuy	15/15	T3
Restos de Vegetal +Estiércol de Cuy.	10/20	T4

*T representa a Tratamiento

3.2.1.1. Construcción de la cancha de compostaje (composteras)

Dimensiones que se usaron para las composteras son de 1,50m x 1,50m x 0.20m con un volumen total de 0.45m³. Las losas tuvieron una pendiente de 5% con una canaleta para la captura de lixiviados. Se instalaron 5 composteras para los 5 tratamientos. (Ver *Tabla 3: Parámetro ideal de compost*).

3.2.1.2. Diseño de trabajo pre – operacional

Recolección selectiva de residuos orgánico y traslado hacia las canchas de compostaje: se recolectó los residuos del mercado del Distrito de San Jerónimo de tunan y bazofia de animales (vacuno y cuy). Se procedió a retirar el material inerte como plástico, latas, trozos de papel y vidrio para facilitar el proceso de compostaje.

La Trituración y homogenización de la materia orgánica: se realizó haciendo uso de picota y cuchillo con un tamaño 5 cm para facilitar la descomposición.

3.2.1.3. Diseño operacional

a) Tratamiento

Una vez que se finalizó la cancha de compostaje y haber recopilado la cantidad necesaria de material a compostar se procede a construir las pilas de compost.

b) Procedimiento

- Se introdujo en la compostera de 1 m x 1 m los residuos triturados o picados unos 25 cm de altura dándole una forma cónica. Para este estudio se pusieron los residuos en proporciones de 50%-50% y 33%-67% (ver *Tabla 4: Composición de los residuos orgánicos*) para evaluar la calidad de compost de diferentes mezclas y proporciones.
- Se continuó agregando el residuo orgánico con la ayuda de palas, mezclar los residuos para homogenizar la mezcla dándole una forma piramidal hasta alcanzar 25cm de altura.
- Se rego la pila de compost para estabilizar la forma piramidal y favorecer la descomposición.
- Se repitió el procedimiento para todas las pilas de compostaje

Tabla 5:
Diseño de la mezcla de residuos orgánicos

	Restos de vegetal (verduras, Frutas, Hojarascas y flores)	Estiércol de Vacuno	Estiércol de Cuy	Masa Total
Testigo	20 Kg			20 Kg
Tratamiento N° 01	15 Kg	15 Kg		30 Kg
Tratamiento N° 02	10 Kg	20 Kg		30 Kg
Tratamiento N° 03	15 Kg		15 Kg	30 Kg
Tratamiento N° 04	10 Kg		20 g	30 Kg

c) Especificaciones de la pila compost

- Forma de la Pila: Rectangular Piramidal
- Distancia entre Pilas: 1.5m
- Altura de la Pila: 0.25m
- Ancho de la Pila: 1.35m
- Numero de Repeticiones por Pila:01
- Área de unidad experimental: 13.8m².

3.2.1.4. Monitoreo de los parámetros físico- químicos

a) Temperatura

“Los sistemas de compostajes aeróbicos funciona bien en regiones de temperaturas hemofílicos de 30 a 38°C” (Roman, y otros, 2013), para el estudio se consideró el registro de temperatura de manera diaria al promediar 12:00:00 pm en cada punto con dos repeticiones para consideras el promedio. Con el uso del bulbo del termómetro a una altura de 15 cm.

b) Humedad

“El contenido óptimo para el compostaje aeróbico está en el rango de 50-60. La humedad puede ajustarse mediante la adición de agua” (Roman, y otros, 2013) el estudio se hizo un control de la humedad mediante el método emperico de la prueba del puño que consiste en coger una masa y cerrar el puño si gotea aproximadamente 10 gotas por minuto significa que la humedad se encuentra a 85-90% y si sucede lo contrario significa que la materia presenta <70% de humedad todo ello para decidir si regar o no.

c) Potencial de Hidrogeno

El control del pH es otro parámetro importante para evaluar el ambiente microbiano y estabilización del residuo y varia durante el proceso de compostaje en la etapa inicial la fracción orgánica se encuentra en los valores entre 5 y 7 (Roman, y otros, 2013), para el estudio se registró de manera periódica. Se llevó la muestra de cada tratamiento de compost al laboratorio de Biología y Química de la Universidad Continental. Se usó 5 gramos de cada muestra y 100ml de agua para determinar las variaciones.

d) Mezcla /Volteos

La mezcla inicial de los residuos orgánicos es esencial para incrementar o disminuir el contenido de humedad hasta un nivel óptimo. Se realizó la mezcla en cada volteo para conseguir una distribución uniforme de nutrientes y microorganismos. El volteo puede depender del contenido en humedad, de las características de

los residuos o las necesidades del aire, es imposible especificar una frecuencia mínima de volteo o número de vueltas en el estudio se realizó la primera vuelta al tercer día, desde entonces se realizó el volteo una vez a la semana (Roman, y otros, 2013).

e) Cosecha

Se realizó cuando la materia orgánica ha perdido su estructura inicial y obtiene un color marrón. La cosecha se obtuvo después de 91 días de haber instalado las pilas de compost.

3.3. Población y muestra de la investigación

3.3.1. Población

La investigación ha sido llevada a cabo en San Jerónimo de Tunan, donde se ha procedido a elaborar el compost a partir estiércol de vacuno y estiércol de cuy mezclados con residuos de vegetales, producidos por el investigador.

3.3.2. Muestra

Las muestras evaluadas en la presente investigación han sido requeridas para la determinación de sus principales características, han sido recabadas de forma dispersa, posteriormente, Ya que no se cuenta con la misma cantidad de observaciones de los factores físicos y químicos del compost. Así mismo, la muestra es la cantidad de residuos sólidos orgánicos captados del mercado de abastos del distrito de San Jerónimo de Tunan.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para recabar datos se ha procedido a tomar información de sus principales características, en el caso de la temperatura, la información ha sido recabada durante casi tres meses diariamente, referente a la humedad, la información ha sido recabada en 15 momentos diferentes, y finalmente la data sobre potencial de hidrogeno, temperatura, humedad, nitrógeno y carbono se recurrido necesariamente a pruebas o exámenes de laboratorio recabados durante un solo periodo de tiempo. El medio por el cual se obtienen la información estadística para poder realizar las contrastaciones de las hipótesis de la investigación se realizó mediante el software Excel 2013 y el software estadístico Infostat v 5.0.

3.4.1. Técnicas

La técnica utilizada en esta investigación fue basada en ensayos experimentales, siendo esta la del proceso de compostaje. Es decir, en la investigación se ha utilizado la técnica de análisis físico químico de los compost producidos en el distrito seleccionado, para así determinar los parámetros óptimos de C/N, pH, humedad y Temperatura. Con resultados confiables de Laboratorio certificado.

3.4.2. Instrumentos

Los instrumentos considerados para llevar a cabo el experimento fueron:

Guía de elaboración de compostaje formulado por el ministerio del ambiente sobre el manejo de residuos sólidos según la Ley N° 27314, la que será

aplicado directamente por el investigador en el distrito de San Jerónimo de Tunan para así obtener parámetros opimos en dicho lugar.

Registros de análisis físico químico del proceso de producción del compost, previa documentación con relación a la ley de residuos sólidos.

Consulta a expertos sobre ambas variables. Con el propósito de entender a profundidad la naturaleza e implicancia de cada una de ellas dentro del fenómeno investigado.

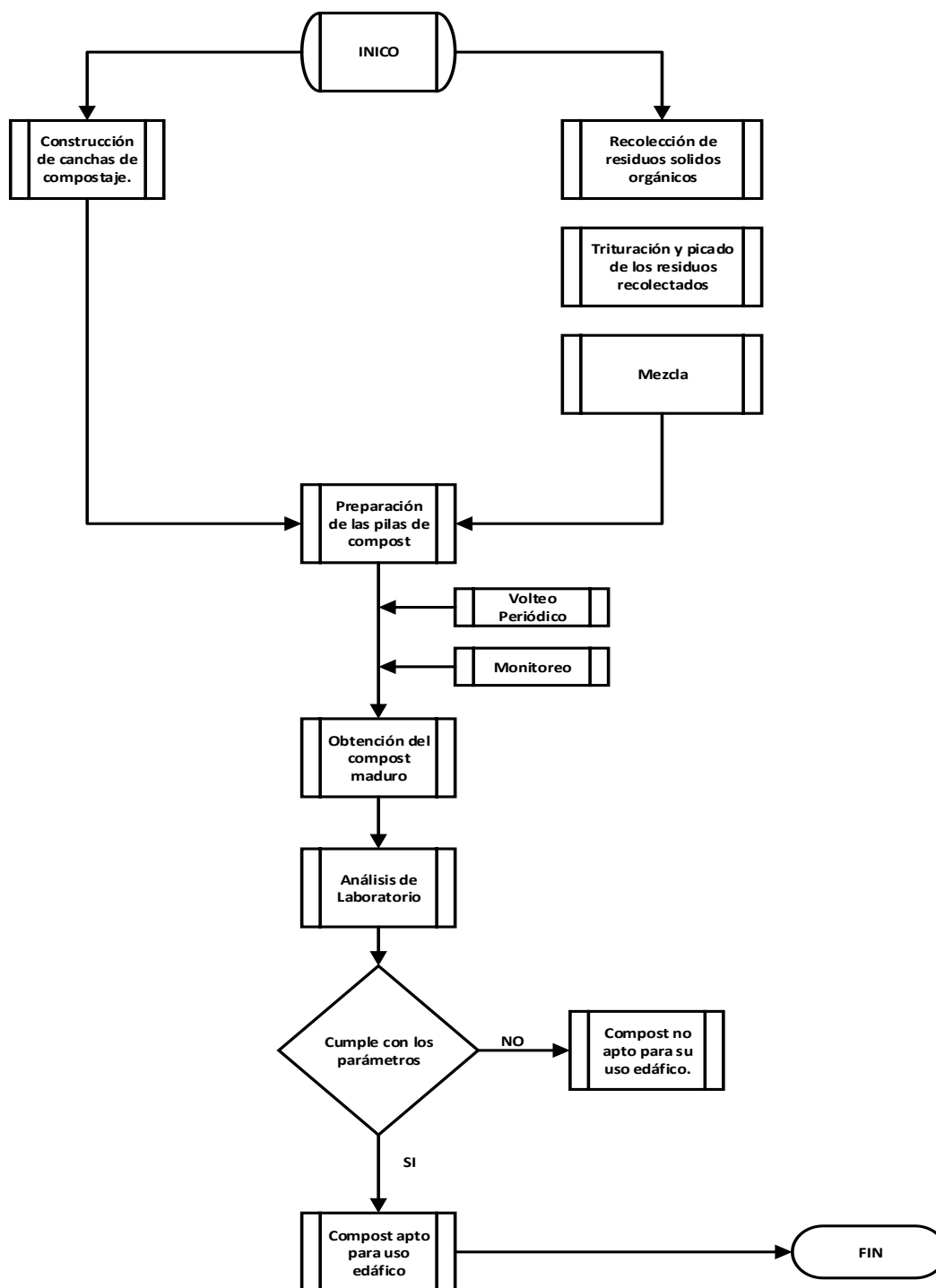


Figura 14: Flujograma de trabajo para la obtención de compost, San Jerónimo de Tunán 2017.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Resultados del tratamiento y análisis de la información.

La información se obtuvo del análisis físico químico de compost de la Universidad Nacional Agraria La Molina para luego hacer comparaciones con la normativa legal y determinar compost de calidad con parámetros como temperatura, humedad, potencial de hidrogeno, carbono y nitrógeno, de la misma manera se llegó a generar data del monitoreo diario, quincenal de la temperatura y humedad relativa para realizar comparaciones múltiples con el test de Duncan.

4.2. Compost con la fuente estiércol de vacuno en qué proporción se desempeña mejor en la evaluación de la calidad física: Humedad relativa y Temperatura en el distrito de San Jerónimo de Tunán.

4.2.1. Humedad

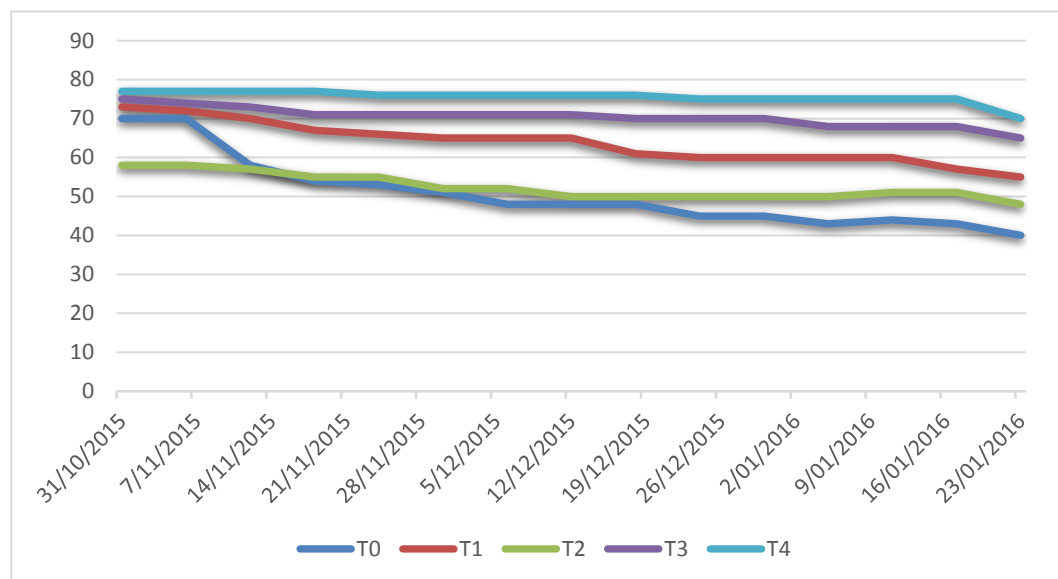


Figura 15: Niveles de Humedad.

En la *Figura 15*, se puede notar pequeñas diferencias entre los niveles humedad del compost por las variaciones de estiércol de vacuno y cuy, mientras que, por otro lado, todas son superiores al nivel testigo a partir del término de la fase mesofílica. En ellas, se puede notar que no hay brechas en su conjunto, por lo que se establece a simple vista la forma lineal en las fases termofílicas, mesofílica parte II y enfriamiento del compost donde se tiene un mejor desempeño en el caso de los compost con el agregado de estiércol de vacuno y cuy, por lo que se procede a establecer el mejor desempeño en este proceso.

Tabla 6:
Análisis de la Varianza de la Humedad.

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	7117.15	4	1779.29	66.99	<0.0001
Error	1859.33	70	26.56		
Total	8976.48	74			

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos del registro de humedad del anexo 03 se realizó el Análisis de Varianza (ANOVA) los resultados se exponen en la *Tabla 6* para demostrar si existe o no, diferencia significativa dentro de los tratamientos analizados de materia orgánica en el Distrito de San Jerónimo de Tunan. Para el caso de la humedad, el nivel de significancia inferior a 0.05, indica que existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos.

Tabla 7:
Prueba de Duncan con respecto al nivel de Humedad

Orden de Merito	VARIEDAD	Medias	n	E.E.	
1	T0	50.67	15	1.33	A
2	T2	52.47	15	1.33	A
3	T1	63.73	15	1.33	B

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de Duncan al 5% de significación tubo evidencia estadística mostrada en la *Tabla 7*, se pudo afirmar que el promedio del nivel de humedad en los 2 tratamientos traen diferencia significativa debido a que la caracterización de la prueba (detallado en las letras) indica el tratamiento con mayor nivel de humedad que es el tratamientos 1 (letra B), mientras que el nivel testigo y el tratamiento 2 son los que tienen un nivel más bajo de humedad (letras A) en las muestras realizadas en el Distrito de San Jerónimo de Tunan.

4.2.2. Temperatura

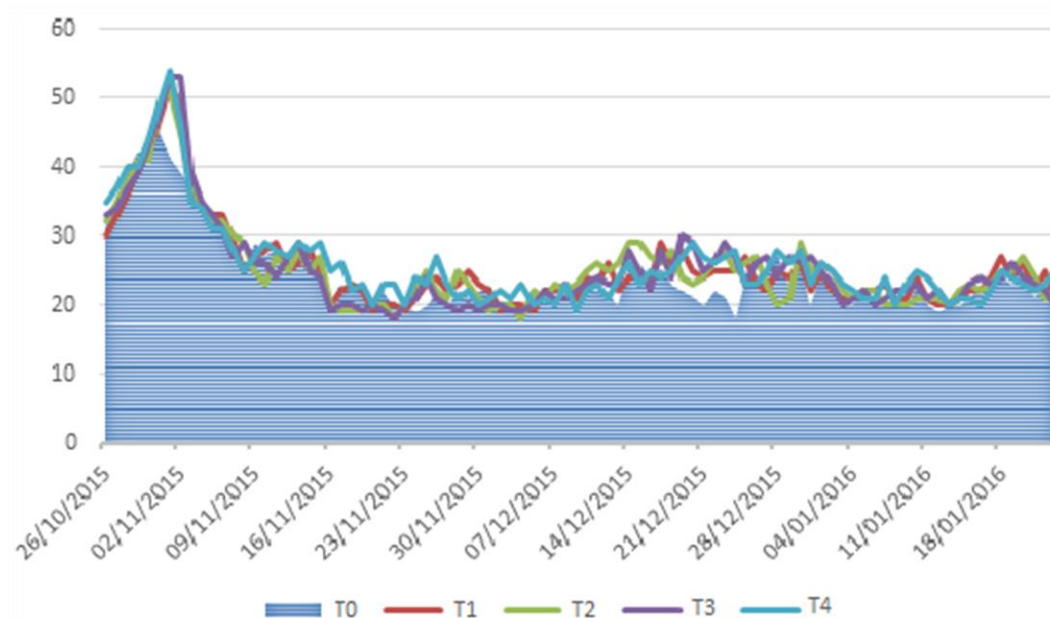


Figura 16: Niveles de temperatura.

En la *Figura 16*, se puede notar una diferencia sustancial entre los niveles de temperatura del compost, aunque se nota pequeñas diferencias entre los niveles de compost por las variaciones de estiércol de vacuno y cuy, mientras que, por otro lado, todas son superiores al nivel testigo, es decir, aquella formada por residuos sin algún tipo de estiércol. Ahí se puede dar en el caso en dos puntos específicos, uno en la fase termófila y la otra en la fase mesófila. En ellas, se puede notar que hay una ligera brecha en su conjunto, por lo que se establece a simple vista que en estas fases importantes para el compostaje se tiene un mejor desempeño en el caso de los compost con el agregado de estiércol de vacuno y cuy, por lo que se procede a establecer el mejor desempeño en este proceso.

Tabla 8:
Análisis de la Varianza del nivel de temperatura (°C).

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	2843.78	4	710.94	4.36	0.0018
Error	72481.33	445	162.88		
Total	75325.11	449			

Fuente: Elaboración propia.

Con los datos del registro de temperatura del anexo 02 se realizó el Análisis de Varianza (ANOVA) detallados en *Tabla 8* para demostrar si existe o no, diferencia significativa dentro de los tratamientos analizados de materia orgánica en el Distrito de San Jerónimo de Tunan. Para el caso de la temperatura, el nivel de significancia es inferior a 0.05, indica que existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos.

Tabla 9:
Prueba de Duncan con respecto al nivel de temperatura (°C)

Orden de Merito	TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
1	T0	26.61	90	1.35	A
2	T1	30.34	90	1.35	AB
3	T2	33.77	90	1.35	B

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de Duncan al 5% de significación tubo evidencia estadística mostrada en la tabla 09 se pudo afirmar que el nivel de temperatura, en el caso de los tratamientos 1 y 2 (letra AB y B), tiene diferenciación con los demás procesos. Habría que decir también que la prueba de Duncan demuestra que el tratamiento 2 (letra B) es el que tiene mayor diferencia a los demás, llegando a un nivel de temperatura más alto que en el caso de los demás tratamientos (que tienen letra A). Por esta razón, en la *Tabla 8*:

Análisis de la Varianza del nivel de temperatura (°C). se puede notar una alta significancia en el ANOVA presentado.

4.3. Compost con la fuente estiércol de vacuno y en qué proporción se desempeña mejor en la evaluación de la calidad química: pH, C y N en el distrito de San Jerónimo de Tunán.

4.3.1. Potencial de hidrogeno (pH)

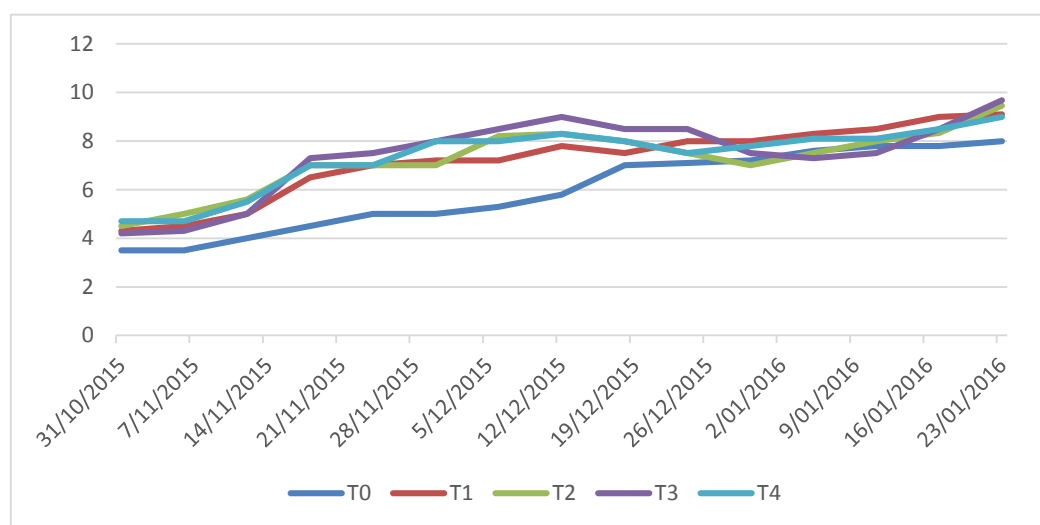


Figura 17 Niveles de potencial de hidrogeno.

En la *Figura 17*, se puede notar una diferencia sustancial entre los niveles de potencial de hidrogeno del compost, aunque se nota pequeñas diferencias entre los niveles de compost por las variaciones de estiércol de vacuno y cuy, mientras que, por otro lado, todas son superiores al nivel testigo excepto en la fase mesofílica parte II, es decir, aquella formada por residuos sin algún tipo de estiércol. En ellas, se puede notar que hay una ligera brecha en su conjunto, por lo que se establece a simple vista que en estas fases importantes para el compostaje se tiene un mejor

desempeño en el caso de los compost sin el agregado de estiércol de vacuno y cuy, por lo que se procede a establecer el mejor desempeño en este proceso.

Con los datos del registro de potencial de hidrogeno del anexo 04 se realizó el Análisis de Varianza (ANOVA) en la *Tabla 10* muestra si existe o no, diferencia significativa dentro de los tratamientos en el Distrito de San Jerónimo de Tunan. El nivel de significancia, superior al 0.05, indica que la diferencia entre tratamientos es inexistente.

Tabla 10:
Análisis de la Varianza del grado de pH

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
TRATAMIENTO	22.57	4	5.64	2.48	0.0517
Error	159.23	70	2.27		
Total	181.79	74			

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11:
Prueba de Duncan con respecto a grado de pH

Orden de Merito	TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
1	T0	5.94	15	0.39	A
2	T1	7.19	15	0.39	B
3	T2	7.23	15	0.39	B

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de Duncan al 95% de significación tubo evidencia estadística mostrado en la *Tabla 11* y se pudo afirmar que los promedios de grado de pH en los 2 tratamientos (T1 y T2) no traen diferencia significativa debido a que el grado de pH al que fueron descompuestos tuvieron similares características, pero si tienen diferencia sustancial con el nivel testigo (T0), es decir, que el compost

normal tiene un desempeño menor que cualquiera de los compost combinados que se prepararon.

4.3.2. Carbono

Nivel de carbono en las muestras con fuente vacuno y proporción de 50%-50% y 33%-67% utilizados, lo que resulta de ello es lo mostrado en la *Tabla 12*.

Tabla 12:
Prueba de laboratorio acerca del porcentaje de carbono

Orden de Merito		C(%)
1	T0	35.06
2	T1	27.22
3	T2	23.62

Fuente: Elaboración propia.

Los datos son presentados a partir de la prueba de laboratorio que se detalla en el anexo 01 de la presente investigación, en la cual tenemos que el nivel más alto de concentración de carbono es el tratamiento testigo (T0), mientras que aquel tratamiento que tiene un menor nivel de carbono es el tratamiento 2.

4.3.3. Nitrógeno

Se ha calculado el nivel de Nitrógeno en las muestras con fuente de estiércol vacuno en proporciones de 50%-50% y 33%-67% utilizados, lo que resulta de ello es lo presentado en la *Tabla 13*.

Tabla 13:
Prueba de laboratorio acerca del porcentaje de nitrógeno.

Orden de Merito		N (%)
1	T0	2.15
4	T1	1.61
5	T2	1.51

Fuente: Elaboración propia.

Los datos son presentados a partir de la prueba de laboratorio que se detalla en los anexos de la presente investigación, en la cual tenemos que el nivel más alto de concentración de Nitrógeno es el tratamiento testigo, mientras que aquel tratamiento que tiene un menor nivel de carbono es el tratamiento 2.

4.3.4. Carbono/Nitrógeno

El nivel de carbono/ Nitrógeno en las muestras con fuente de vacuno en proporciones de 50%-50% y 33%-67% utilizados, lo que resulta de ello es lo descrito en la *Tabla 14*.

Tabla 14:
Prueba de laboratorio acerca del porcentaje de carbono/nitrógeno

Orden de Merito		C/N
1	T1	16.9068323
2	T0	16.3069767
3	T2	15.6423841

Fuente: Elaboración propia.

Los datos son presentados a partir de la prueba de laboratorio que se detalla en los anexos de la presente investigación, en la cual tenemos que el nivel alto de concentración de carbono/ Nitrógeno es el tratamiento 0 y 1, mientras que aquel tratamiento que tiene un menor nivel de carbono/Nitrógeno es el tratamiento 2.

4.4. Compost con la fuente estiércol de cuy y en qué proporción se desempeña mejor en la evaluación de la calidad física: Temperatura y Humedad relativa en el distrito de San Jerónimo de Tunán.

Con los datos del registro de humedad del anexo 03 se realizó el Análisis de Varianza (ANOVA) datos procesados y expuestos en la *Tabla 6: Análisis de la Varianza de la Humedad.*, demostrando si existe o no, diferencia significativa

dentro de los tratamientos analizados de materia orgánica en el Distrito de San Jerónimo de Tunan. Para el caso de la humedad, el nivel de significancia inferior a 0.05, indica que existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos.

4.4.1. Humedad

Tabla 15:
Prueba de Duncan con respecto al nivel de Humedad

Orden de Merito	VARIEDAD	Medias	n	E.E.	
1	T0	50.67	15	1.33	A
4	T3	70.4	15	1.33	C
5	T4	75.53	15	1.33	D

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de Duncan al 5% de significación tubo evidencia estadística mostrada en la tabla .se pudo afirmar que el promedio del nivel de humedad en los 2 tratamientos traen diferencia significativa debido a que la caracterización de la prueba (detallado en las letras) indica que aquellos con mayor nivel de humedad son los tratamientos 3 y 4 (letra C y D respectivamente), mientras que el nivel testigo es el que tienen un nivel más bajo de humedad (letras A) en las muestras realizadas en el Distrito de San Jerónimo de Tunan.

4.4.2. Temperatura

Con los datos del registro de temperatura del anexo 02 se realizó el Análisis de Varianza (ANOVA) con estos resultados descritos en *Tabla 8: Análisis de la Varianza del nivel de temperatura (°C)*. se demuestra si existe o no, diferencia significativa dentro de los tratamientos analizados de materia orgánica en el Distrito de San Jerónimo de Tunan. Para el caso de la temperatura, el nivel

de significancia inferior a 0.05, indica que existe diferencia significativa entre los diferentes tratamientos.

Tabla 16:
Prueba de Duncan con respecto al nivel de temperatura (°C)

Orden de Merito	TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
1	T0	26.61	90	1.35	A
2	T4	27.8	90	1.35	A
3	T3	28.26	90	1.35	A

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de Duncan al 5% de significación no tubo evidencia estadística mostrada en la tabla 16 se pudo afirmar que el nivel de temperatura, en el caso de los tratamientos 0,3 y 4 (letra A), no tuvo diferenciación con los demás procesos. La prueba de Duncan demuestra que el tratamiento 3 (letra A) es el que tiene mayor diferencia a los demás, llegando a un nivel de temperatura alto que en el caso de los demás tratamientos (que tienen letra A).

4.5. Compost con la fuente estiércol de cuy y en qué proporción se desempeña mejor en la evaluación de la calidad química: pH, C y N en el distrito de San Jerónimo de Tunán.

4.5.1. Potencial de hidrogeno

Con los datos del registro de potencial de hidrogeno del anexo 04 se realizó el Análisis de Varianza (ANOVA) y la *Tabla 10: Análisis de la Varianza del grado de pH* demuestra si existe o no, diferencia significativa dentro de los tratamientos en el Distrito de San Jerónimo de Tunan. El nivel de significancia, superior al 0.05, indica que la diferencia entre tratamientos es inexistente.

Tabla 17:
Prueba de Duncan con respecto a grado de pH

Orden de Merito	TRATAMIENTO	Medias	n	E.E.	
1	T0	5.94	15	0.39	A
4	T4	7.35	15	0.39	B
5	T3	7.42	15	0.39	B

Fuente: Elaboración propia.

La prueba de Duncan al 95% de significación tubo evidencia estadística mostrada en la tabla 17 y se pudo afirmar que los promedios de grado de pH en los 2 tratamientos no traen diferencia significativa debido a que el grado de pH al que fueron descompuestos tuvieron similares características, pero si tienen diferencia sustancial con el nivel testigo (T0), es decir, que el compost normal tiene un desempeño menor que cualquiera de los compost combinados que se prepararon.

4.5.2. Carbono

Nivel de carbono en las muestras con fuente de Cuy y proporción de 50%-50% y 33%-67% utilizados, lo que resulta de ello es lo mostrado en la tabla 18.

Tabla 18:
Prueba de laboratorio acerca del porcentaje de carbono

Orden de Merito		C (%)
1	T0	35.06
2	T4	33.81
3	T3	32.73

Los datos son presentados a partir de la prueba de laboratorio que se detalla en los anexos de la presente investigación, en la cual tenemos que el nivel más alto de concentración de carbono es el tratamiento testigo (T0), mientras que aquel tratamiento que tiene un menor nivel de carbono es el tratamiento 3.

4.5.3. Nitrógeno

El nivel de Nitrógeno en las muestras con fuente de cuy y proporción 50%-50% y 33%-67% utilizados, lo que resulta de ello es lo presentado en la *Tabla 19*.

Tabla 19:
Prueba de laboratorio acerca del porcentaje de nitrógeno

Orden de Merito		N (%)
1	T0	2.15
2	T3	2.13
3	T4	1.71

Los datos son presentados a partir de la prueba de laboratorio que se detalla en los anexos de la presente investigación, en la cual tenemos que el nivel más alto de concentración de Nitrógeno es el tratamiento testigo (T0), mientras que aquel tratamiento que tiene un menor nivel de carbono es el tratamiento 4.

4.5.4. Carbono / Nitrógeno

El nivel de carbono/ Nitrógeno en las muestras con fuente de cuy en proporciones de 50%-50% y 33%-67% utilizados, lo que resulta de ello es lo presentado en la *Tabla 20*.

Tabla 20:
Prueba de laboratorio acerca del porcentaje de carbono/nitrógeno

Orden de Merito		C/N
1	T4	19.7719298
2	T0	16.3069767
3	T3	15.3661972

Los datos son presentados a partir de la prueba de laboratorio que se detalla en los anexos de la presente investigación, en la cual tenemos que el nivel más alto

de concentración de carbono/ Nitrógeno es el tratamiento 4, mientras que aquel tratamiento que tiene un menor nivel de carbono/Nitrógeno es el tratamiento 3.

4.6. Determinar qué tipo de compost de diferentes fuentes y proporciones se desempeñan mejor en la evaluación de la calidad físico – químicas en el distrito de San Jerónimo de Tunán.

Hay que mencionar además que, se realizó el comparativo con la norma chilena (NCH2880.Of2004), los resultados de los parámetros físicos, químicos y biológicos, obtenidos de las evaluaciones realizadas a los cinco tratamientos de compost (temperatura, humedad y pH y relación C:N) realizados en el laboratorio de la Universidad Nacional Agraria la Molina con resultados mostrados en el los *anexos 01 y 06*.

Por otro lado, se verifico que de acuerdo a las características los diferentes tratamientos se tipifican como compost de clase B en cumplimiento con los parámetros agrícolas. Estos tratamientos (T3 y T4), tienen mayor contenido de humedad (Hd%) que el sugerido de la norma chilena. Por otra parte, el compost elaborado puede ser mejorado durante el proceso de compostaje con una mayor aireación en caso se desee obtener compost de una mejor calidad para fines comerciales.

Ahora puedo decir que después de realizar el comparativo podemos denotar según el orden de mérito nominado por el resultado de análisis de test de Duncan estableciendo los indicadores para evidenciar la calidad del compost al tratamiento 2.

4.7. Prueba de hipótesis

La evaluación de la calidad del compost de diferentes fuentes y proporciones en el distrito de San Jerónimo de Tunán. Queda contrastada puesto que los niveles promedio

encontrados en los diferentes tipos de tratamientos como el tratamiento dos con una humedad ($T2 = 52.47$ promedio) y temperatura ($T2 = 33.77$) con rango ideal establecido por la FAO. En este sentido se contrasta con lo detallado en la hipótesis específica 1 “El compost con la fuente estiércol de vacuno y en la proporción 33%-67% se desempeña mejor en la evaluación de la calidad física: Temperatura y Humedad relativa en el distrito de San Jerónimo de Tunán”.

El Potencial de Hidrogeno, Carbono y Nitrógeno en la evaluación de la calidad del compost de diferentes fuentes y proporciones en el distrito de San Jerónimo de Tunán. Queda contrastada puesto que los niveles promedio encontrados en los diferentes tipos de tratamientos como Potencial de Hidrogeno ($T1 = 7.19$ promedio) el sobresaliente, Carbono ($T1 = 25.47$ promedio; $T2 = 21.87$ promedio) siendo el sobresaliente $T1$ y en Nitrógeno ($T1 = 1.49$ promedio; $T2 = 1.74$ promedio) siendo el sobresalientes $T2$, los cuales están en el rango establecido por la FAO. De modo que, se comprueba la hipótesis específica 2: “El compost con la fuente estiércol de vacuno y en la proporción 33%-67% se desempeña mejor en la evaluación de la calidad química: pH, C y N en el distrito de San Jerónimo de Tunán”.

La evaluación de la calidad del compost de diferentes fuentes y proporciones en el distrito de San Jerónimo de Tunán. Queda contrastada puesto que los niveles promedio encontrados en los diferentes tipos de tratamientos como el tratamiento tres con una humedad ($T3 = 70.4$ promedio) y temperatura ($T3 = 28.26$) al no encontrarse en el rango ideal establecido por la FAO. En este sentido no se contrasta lo detallado en la hipótesis específica 3 “El compost con la fuente estiércol de cuy y en la proporción 50%-50% se

desempeña mejor en la evaluación de la calidad física: Temperatura y Humedad relativa en el distrito de San Jerónimo de Tunán”.

El Potencial de Hidrogeno, Carbono y Nitrógeno en la evaluación de la calidad del compost de diferentes fuentes y proporciones en el distrito de San Jerónimo de Tunán. Queda contrastada puesto que los niveles promedio encontrados en los diferentes tipos de tratamientos como Potencial de Hidrogeno (T4 = 7.35 promedio) el sobresaliente, Carbono (T3 = 33.72 promedio; T4 = 33.30 promedio) siendo el sobresaliente T3 en Nitrógeno (T3 = 2.34 promedio; T4 = 1.65 promedio) siendo el sobresaliente T3, los cuales están en el rango establecido por la FAO. Es así que no se comprueba la hipótesis específica 4: “El compost con la fuente estiércol de cuy y en la proporción 33%-67% se desempeña mejor en la evaluación de la calidad química: pH, C y N en el distrito de San Jerónimo de Tunán”.

La hipótesis general, se especifica de la siguiente manera: “El compost con fuente de estiércol vacuno y en relación 33%-67% se desempeñan mejor en la evaluación de la calidad físico – químico en el distrito de San Jerónimo de Tunán.”, lo cual ha sido contrastado mediante la observación de los rangos determinados en los parámetros de calidad en cada una de las características observadas en el compost dictados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), además se ha notado que el tratamiento 2, el cual es intensivo en estiércol de ganado vacuno, es el que tiene mejor desempeño de calidad según las características físico – químicas.

4.8. Discusión de resultados

Los resultados de la investigación muestran que los compost con diferentes fuentes y proporciones han podido establecerse dentro de los parámetros exigidos por la FAO, y

por ende ser catalogados como compost de calidad. PETERSEN, et al. (Recycling of livestock manure in a whole-farm perspective. *Livestock science*, 2007) ha terminado por establecer que los compost que contienen estiércol de vacuno como principal detalle se desempeñan mejor, muy cercano a lo encontrado en esta investigación, de la misma manera que TRIPETCHKUL, S., et al. (Co-composting of coir pith and cow manure: initial C/N ratio vs physico-chemical changes., 2012), Quien trabaja con estiércol de vacuno y medulas de coco. Mientras que VUORINEN y SAHARINEN (Evolution of microbiological and chemical parameters during manure and straw co-composting in a drum composting system., 1997) también encuentra una relación de disminución de microorganismos patógenos en el proceso de compostaje mediante estiércol de ganado. También (Jaramillo Henao, y otros, 2008) hace uso de éstas técnicas bajo el cumplimiento de la normatividad en su afán de reducir los residuos sólidos de su localidad y en el caso de (Padilla Sotil, 2010) también se obtuvieron resultados eficientes en el proceso de compostaje gracias al estiércol de vacuno.

CONCLUSIONES

1. Se determinó el compost con estiércol de vacuno en una proporción de 33%-67% se desempeña mejor en la evaluación de la calidad físico química en el distrito de San Jerónimo de Tunan cumpliendo con los rangos determinados en los parámetros de calidad en cada una de las características observados y dictados por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO).
2. El compost con estiércol de vacuno y en proporción de 33%-67% se desempeña mejor en la evaluación de la calidad física como Temperatura y humedad relativa, (Tratamiento 1 y 2) el más sobresaliente T2 y encontrándose dentro del rango establecido por la FAO.
3. El compost con estiércol de vacuno y en proporción de 33%-67% se desempeña mejor en la evaluación de la calidad Química: Nitrógeno con el tratamiento 2 y seguido del Carbono con el tratamiento 1 y con Potencial de Hidrogeno el tratamiento 1 con un ligeramente básico.
4. El compost con la fuente estiércol de cuy y en proporciones de 50%-50% no tiende a desempeñarse mejor en la evaluación de la calidad física. Temperatura y Humedad relativa en el distrito de San Jerónimo de Tunan por no encontrarse en el rango ideal establecido por la FAO.
5. El compost con fuente de estiércol de cuy con proporción de 50%-50% se desempeña mejor en la evaluación de la calidad Química. Nitrógeno el tratamiento 3, Carbono con el tratamiento 3 y Potencial de Hidrogeno el tratamiento 3 al encontrarse en el rango establecido por la FAO en el distrito de San Jerónimo de Tunan.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. *Actividad microbiana en el proceso de compostaje aerobio de residuos sólidos orgánicos.* **SALAZAR ARCE, T. 2016.** 2, s.l. : Revista de Investigación Universitaria, 2016, Vol. vol. 3.
2. **AGUILAR WOSNITZA, T. M. y GUERRERO BARRANTES, J. 2006.** *Utilization of seaweed *Ulva sp.* in Paracas Bay (Peru):.* Paracas : s.n., 2006.
3. **Aliaga, Quispe Luz. 2016.** *Plan Integral de Gestion Ambiental de Residuos Solidos - PIGARS HUANCAYO.* Huancayo : s.n., 2016.
4. **BAPTISTA, Pilar, FERNÁNDEZ, Carlos y HERNÁNDEZ, Roberto. 2010..** *Metodología de la investigación.* México : The McGraw-Hill, 2010.
5. **Barrena, R. 2006.** *Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso.* Barcelona : s.n., 2006.
6. **Campbell, Donald y Stanley, Julian. 1995.** *Diseños experimentales y cuasiexperimentales en ciencias sociales.* Amorrortu Buenos Aires : s.n., 1995.
7. **Cavieres, A. Conaf. 2003.** Corporación Nacional Forestal. [En línea] 2003.
8. *Changes in the chemical and physicochemical properties of the solid fraction of cattle slurry during composting using different aeration strategies.* **Caceres, R., Flotats, X y Marfa, O. 2006.** s.l. : Waste Management, 2006, Vol. 26.
9. *Co-composting of coir pith and cow manure: initial C/N ratio vs physico-chemical changes.* **Tripetchkul, S. 2012.** s.l. : International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture, 2012, Vol. 1.
10. **Diccionario Español. 2005.** Word reference. *Word reference.* [En línea] Calpe, 2005. <http://www.wordreference.com/sinonimos/esti%C3%A9rcol>.
11. **EGMASA, Consejería de Medio Ambiente. 200.** *El compost o la composta es un producto obtenido a partir de diferentes materiales de origen orgánico (lodos de depuración, estiércol, fracción orgánica de residuos sólidos, residuos agropecuarios y otros), los cuales son sometidos a un proceso biológico.* EGMASA. Cadiz : Fonds feder, 200. pág. 1.

12. **El Comercio. 2016.** *El 70% de comunas provinciales no trata los residuos que recoge.* Lima : s.n., 2016.
13. *Evolution of microbiological and chemical parameters during manure and straw co-composting in a drum composting system.* **Vuorinen, A. H y Saharinen, M. H. 1997.** s.l. : Agriculture ecosystems & environment, 1997, Vol. 66.
14. **Hernandez Sampieri, Roberto. 2010.** *Metodología de la Investigación.* Mexico : s.n., 2010.
15. **Howard, A. y Howard, G.L.C. 1907.** *Note on immune wheats. The Journal of Agricultural Science.* 1907.
16. *Influence of bovine manure as fertilizer on the bacteriological quality of organic Iceberg lettuce.* **JOHANNESSEN, G. S. 2004.** s.l. : Journal of applied microbiology, 2004, Vol. vol. 96.
17. **INTEC Corporación de Investigación Tecnológica de Chile. 1999.** *Manual de compostaje.* Chile : s.n., 1999.
18. **Jaramillo Henao, G. y Zapata Marquez, L. M. 2008.** *Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en Colombia.* Colombia : Universidad De Antioquia Facultad De Ingeniería Posgrado De Ambiental Especialización En Gestión Ambiental, 2008.
19. **Jardón, T. 2017.** La huertina de toni. *Obtenido de Estiercoles y ventajas.* [En línea] 2017. <http://www.lahuertinadetoni.es/diferentes-estiercoles-y-sus-ventajas/>.
20. **Labrador, J. 1996.** *La materia orgánica en los agrosistemas.* Madrid: : MundiPrensa, 1996.
21. **Lopez Wong, W. 2012.** *Estudio del uso de residuos industriales no peligrosos a través del proceso de compostaje y su aplicación para el cultivo de maíz y frijol.* 2012.
22. **Mendoza Juarez, M. A. 2014.** *Propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en la Universidad de Piura.* Piura : s.n., 2014.
23. **MOPT, (Ministerio de Obras Publicas y Transporte). 1992.** *Edafología.* Madrid : Centro Nacional de Información Geografica, 1992.
24. **Mortier, H, Makaly Biey, E y Verstraete, W. 2006..** *Nitrogen transfer from grey municipal solid waste to high quality compost.* *Bioresource Technology.* 2006.

25. **Ortiz Vargas, Maria Isabel. 2015.** *"Determinación de la influencia de la aplicación de diferentes dosis de estiércol de ganado vacuno en la producción de compost a partir de cáscara de "cacao" (Theobroma cacao L.)"*. Tarapoto : s.n., 2015.
26. **Padilla Sotil, D. A. 2010.** *Evaluación de técnicas para acelerar el compostaje de rastrojo vegetal y estiércol de vacuno en el Centro Modelo de Tratamiento de Residuos de la Universidad Nacional Agraria La Molina (CEMTRAR)*. Lima : s.n., 2010.
27. **2009.** Plan de Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos. Ministerio de agricultura MINAGRI – Perú. *PLANRES*. [En línea] 2009. <http://redrrss.minam.gob.pe/material/20090128201451.pdf>.
28. **Poggi-Varaldo, H.M, y otros. 1999.** *Quality of anaerobic compost from paper mill and municipal solid wastes for soil amendment. Water Science and Technology*. 1999.
29. **Puerta, S. 2004.** *Los residuos sólidos municipales como acondicionadores de suelos*. Colombia : Corporación Universitaria Lasallista, 2004. Vol. 1.
30. **Rathman, k J y Greenland, s. 1998.** *Modern Epidemiology*. New York : 2nd ed., 1998.
31. *Recycling of livestock manure in a whole-farm perspective. Livestock science.*, **Petersen, S. O. 2007.** 180-191, 2007, Vol. vol. 112.
32. **Roman, Pilar, Martinez, Maria y Pantoja, Alberto. 2013.** *Manual de compostaje agricultor*. Santiago de Chile : s.n., 2013.
33. **SPDA; Actualidad Ambiental. 2014.** Noticias. *Junín: OEFA denuncia a municipios de Huancayo y El Tambo por inadecuada disposición de residuos sólidos*. 2014.
34. **Sztern, Daniel y Pravia, Miguel. 1999.** *Manual para la Elaboración de compost bases conceptuales y procedimientos*. 1999.
35. **Sztern, Daniel; Pravia, Miguel A. . 1999.** *Manual para la elaboración de compost: Bases conceptuales y procedimientos*. s.l. : Organización Panamericana de la Salud, 1999.
36. **Tchobanoglous, George. 1994.** *Gestión Integral de Residuos Sólidos*. España : Mc Graw Hill, 1994.
37. **Valderrama. 2013.** *Biodegradación de residuos sólidos agropecuarios y uso del bioabono como acondicionador del suelo*. Colombia : s.n., 2013.

ANEXOS

ANEXO 01:

Informe de Análisis de Materia Orgánica



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA
LABORATORIO DE ANALISIS DE SUELOS, PLANTAS, AGUAS Y FERTILIZANTES



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : MAGALY MANCHA MULATO
PROCEDENCIA : JUNÍN/ HUANCAYO/ SAN JERÓNIMO DE TUNAN
REFERENCIA : H.R. 53006
FECHA : 11/02/16

N° LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
088	Muestra 0	8.10	15.80	60.55	2.15	0.13	0.37
089	Muestra 1	9.35	18.30	47.85	1.61	0.15	0.36
090	Muestra 2	9.55	23.50	45.88	1.51	0.14	0.46
091	Muestra 3	9.62	23.60	58.43	2.13	0.17	0.51
092	Muestra 4	9.42	17.50	58.51	1.71	0.16	0.43

N° LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %	C %
088	Muestra 0	0.47	0.13	43.62	0.05	35.06
089	Muestra 1	0.42	0.13	57.32	0.04	27.22
090	Muestra 2	0.33	0.12	50.49	0.04	23.62
091	Muestra 3	0.66	0.14	65.36	0.07	32.73
092	Muestra 4	0.43	0.14	74.64	0.06	33.81



Dr. Sady García Bendezu
Jefe de Laboratorio

ANEXO 02:

Registro de la temperatura de los tratamientos en el proceso de compostaje en el distrito de San Jerónimo.

TEMPERATURA °C						
DIA	FECHA	M0	M1	M2	M3	M4
1	26/10/2015	20	22	25	20	20
2	27/10/2015	25	25	27	28	22
3	28/10/2015	30	33	35	31	25
4	29/10/2015	35	39	41	40	28
5	30/10/2015	40	42	43	43	35
6	31/10/2015	45	42	45	45	40
7	01/11/2015	48	44	46	45	45
8	02/11/2015	47	48	46	50	48
9	03/11/2015	50	50	46	55	59
10	04/11/2015	52	50	48	60	60
11	05/11/2015	55	55	50	65	63
12	06/11/2015	60	58	58	70	63
13	07/11/2015	58	56	55	65	62
14	08/11/2015	55	56	55	60	62
15	09/11/2015	55	55	52	55	60
16	10/11/2015	53	54	52	50	55
17	11/11/2015	50	54	50	47	50
18	12/11/2015	50	52	48	47	50
19	13/11/2015	48	50	48	45	48
20	14/11/2015	48	50	48	45	48
21	15/11/2015	48	50	48	44	45
22	16/11/2015	47	48	48	43	40
23	17/11/2015	45	43	48	42	39
24	18/11/2015	45	40	48	42	37
25	19/11/2015	45	38	45	40	35
26	20/11/2015	43	38	45	40	35
27	21/11/2015	43	38	40	38	35
28	22/11/2015	40	37	38	35	32
29	23/11/2015	35	37	38	34	32
30	24/11/2015	35	35	37	32	30
31	25/11/2015	25	35	37	29	30

32	26/11/2015	25	30	35	27	25
33	27/11/2015	18	30	35	25	20
34	28/11/2015	18	29	35	23	20
35	29/11/2015	18	28	35	23	20
36	30/11/2015	18	27	35	23	20
37	01/12/2015	18	26	35	23	20
38	02/12/2015	18	29	35	23	20
39	03/12/2015	18	28	37	23	21
40	04/12/2015	18	28	36	23	21
41	05/12/2015	18	28	35	23	21
42	06/12/2015	18	28	34	21	21
43	07/12/2015	18	28	34	21	21
44	08/12/2015	18	27	34	21	21
45	09/12/2015	18	27	34	21	21
46	10/12/2015	16	27	34	21	21
47	11/12/2015	16	27	34	21	21
48	12/12/2015	16	26	34	21	21
49	13/12/2015	16	26	30	21	20
50	14/12/2015	16	26	30	20	20
51	15/12/2015	16	26	30	20	20
52	16/12/2015	16	24	30	20	20
53	17/12/2015	16	24	29	20	20
54	18/12/2015	16	24	29	20	20
55	19/12/2015	16	24	29	20	20
56	20/12/2015	16	20	29	20	20
57	21/12/2015	17	20	27	20	20
58	22/12/2015	17	20	27	19	20
59	23/12/2015	17	20	27	19	20
60	24/12/2015	17	19	27	19	20
61	25/12/2015	17	19	27	19	18
62	26/12/2015	17	19	25	19	18
63	27/12/2015	17	19	25	19	18
64	28/12/2015	17	19	25	19	20
65	29/12/2015	17	20	25	19	20
66	30/12/2015	17	21	25	19	20
67	31/12/2015	17	20	24	18	20
68	01/01/2016	17	20	25	18	20
69	02/01/2016	17	20	24	18	20

70	03/01/2016	17	20	24	18	20
71	04/01/2016	17	20	24	18	19
72	05/01/2016	17	20	24	18	19
73	06/01/2016	17	20	24	18	19
74	07/01/2016	17	20	24	18	19
75	08/01/2016	17	20	24	18	19
76	09/01/2016	17	20	23	18	19
77	10/01/2016	17	21	23	18	19
78	11/01/2016	17	21	23	18	19
79	12/01/2016	17	21	23	18	19
80	13/01/2016	17	21	23	18	19
81	14/01/2016	17	21	23	18	19
82	15/01/2016	17	21	23	17	19
83	16/01/2016	17	21	23	17	19
84	17/01/2016	18	21	23	17	19
85	18/01/2016	18	21	23	17	19
86	19/01/2016	18	21	23	17	19
87	20/01/2016	18	21	23	17	19
88	21/01/2016	18	21	23	17	19
89	22/01/2016	18	21	23	17	19
90	23/01/2016	18	21	23	17	19

ANEXO 03

Registro de Humedad de los tratamientos en el proceso de compostaje en el distrito de San Jerónimo.

HUMEDAD RELATIVA						
FECHA	T0	T1	T2	T3	T4	N°DIA
31/10/2015	70	73	58	75	77	1
06/11/2015	70	72	58	74	77	2
12/11/2015	58	70	57	73	77	3
18/11/2015	54	67	55	71	77	4
24/11/2015	53	66	55	71	76	5
30/11/2015	51	65	52	71	76	6
06/12/2015	48	65	52	71	76	7
12/12/2015	48	65	50	71	76	8
18/12/2015	48	61	50	70	76	9
24/12/2015	45	60	50	70	75	10
30/12/2015	45	60	50	70	75	11
05/01/2016	43	60	50	68	75	12
11/01/2016	44	60	51	68	75	13
17/01/2016	43	57	51	68	75	14
23/01/2016	40	55	48	65	70	15

ANEXO 04

Registro de Potencial de Hidrogeno de los tratamientos en el proceso de compostaje en el distrito de San Jerónimo.

POTENCIAL DE HIDROGENO						
FECHA	T0	T1	T2	T3	T4	N°DIA
31/10/2015	3.5	4.3	4.5	4.2	4.7	1
06/11/2015	3.5	4.5	5	4.3	4.7	2
12/11/2015	4	5	5.6	5	5.5	3
18/11/2015	4.5	6.5	7	7.3	7	4
24/11/2015	5	7	7	7.5	7	5
30/11/2015	5	7.2	7	8	8	6
06/12/2015	5.3	7.2	8.2	8.5	8	7
12/12/2015	5.8	7.8	8.3	9	8.3	8
18/12/2015	7	7.5	8	8.5	8	9
24/12/2015	7.1	8	7.5	8.5	7.5	10
30/12/2015	7.2	8	7	7.5	7.8	11
05/01/2016	7.6	8.3	7.5	7.3	8.1	12
11/01/2016	7.8	8.5	8	7.5	8.1	13
17/01/2016	7.8	9	8.34	8.5	8.5	14
23/01/2016	8	9.1	9.45	9.68	9	15

ANEXO 05.

Norma de calidad de compost –según OMS

Propiedades	Rango normal
Contenido de humedad (%)	30 - 50
Materia inerte (%)	30 - 70
Contenido orgánico (%)	10 - 30
PH	6 - 9
Tamaño máximo de las partículas (mm)	2 - 10

Fuente: OMS (1985).

Parámetro	Porcentaje en Peso %
Materia orgánica	25 - 50
Carbono	8 - 50
Nitrógeno, como N _i	0,4 - 3,5
Fósforo como P _i O _i	0,3 - 3,5
Potasio como K _i O	0,5 - 1, 8
Cenizas	20 - 65
Calcio	1,5 - 7,0

ANEXO 06


Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación FAO

ANEXO 08 Organización de las naciones unidas para la agricultura y la alimentación – FAO.

Resumen

Parametro	Rango aceptable	Rango ideal	Compost final
Relación C:N	20:1 – 40:1	25:1 – 30:1	10:1-15:1
Humedad	40 – 60%	50 – 60%	30%-40%*
Conc de O ₂	> 5%	~ 10%	
Tamaño partícula	variable	< 250 mm	<16mm
pH	5.5 – 9.0	6.5 – 8.0	5-8.5
Temperatura	45 -66 C	55 – 60 C	
Densidad	250 – 600 kg/m ³	~ 400kg/m ³	< 700 kg/m ³
Materia Orgánica	-	-	> 20%

*Si el compost va a ser empaquetado, la humedad debe ser menor al 35%



Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

ANEXO 07

Registros Fotográficos

FOTOGRAFÍA



DESCRIPCIÓN

La cancha de compostaje producto de las siguientes actividades:

- Limpieza de terreno habilitado en San Jerónimo de Tunan.
- medición, preparación vaciado de concreto y secado de la cancha de compostaje.

RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS UTILIZADOS PARA REALIZAR LA MEZCLAS A COMPOSTAR.



- Restos de residuos orgánicos (verduras y frutos) captados del mercado de abastos del distrito de San Jerónimo de Tunan.
- Estiércol de cuyes y vacuno.
- Picado y selección de residuos sólidos.
- Mezcla de residuos Orgánicos con el estiércol.



Pesaje de los residuos del mercado de abastos.



Aplicación del estiércol de cuy hacia la loza de compostaje.



Aplicación de estiércol de vacuno hacia la loza de compostaje.



Mezclado de estiércol y restos
vegetales.

PILAS DE COMPOST INSTALADOS



- Pila de compostaje instalado



- Pilas de compostaje concluido.