



FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Ambiental

“INFLUENCIA DEL TIEMPO Y DEL ESTIÉRCOL DE GALLINA EN LA CONCENTRACIÓN DE NITRÓGENO DEL COMPOSTAJE OBTENIDO POR LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS DEL MERCADO HERMELINDA, TRUJILLO, 2017”

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERO AMBIENTAL

Autores:

Rodrigo Alonzo Orihuela Vigo
José Ignacio Camacho Távara

Asesor:

Mg. Sc. Ing. Augusto Rafael Rabanal Rubio

Trujillo - Perú

2019

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS

El asesor Mg. Sc. Ing. Augusto Rafael Rabanal Rubio, docente de la Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, Carrera profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL, ha realizado el seguimiento del proceso de formulación y desarrollo de la tesis de los estudiantes:

- Camacho Távara José Ignacio
- Orihuela Vigo Rodrigo Alonzo

Por cuanto, **CONSIDERA** que la tesis titulada: “Influencia del Tiempo y del Estiércol de gallina en la Concentración de Nitrógeno del Compostaje, obtenido por los Residuos Sólidos Orgánicos del mercado la Hermelinda, Trujillo, 2017”, para aspirar al título profesional de: Ingeniero Ambiental, otorgado por la Universidad Privada del Norte, quienes reúnen las condiciones adecuadas, por lo cual, AUTORIZA a los interesados para su presentación.

Mg. Sc. Ing. Augusto Rafael Rabanal Rubio
Asesor

ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS

Los miembros del jurado evaluador asignados han procedido a realizar la evaluación de la tesis de los estudiantes: Br. Camacho Távora José Ignacio y Br. Orihuela Vigo Rodrigo Orihuela, para aspirar al título profesional con la tesis denominada: “Influencia del Tiempo y del Estiércol de gallina en la Concentración de Nitrógeno del Compostaje, obtenido por los Residuos Sólidos Orgánicos del mercado la Hermelinda, Trujillo, 2017”,

Luego de la revisión del trabajo, en forma y contenido, los miembros del jurado concuerdan:

Aprobación por unanimidad

Aprobación por mayoría

Calificativo:

Calificativo:

Excelente [20 - 18]

Excelente [20 - 18]

Sobresaliente [17 - 15]

Sobresaliente [17 - 15]

Bueno [14 - 13]

Bueno [14 - 13]

Desaprobado

Firman en señal de conformidad:

Ing. Candy Vanessa Veneros Castro
Jurado
Presidente

Ing. Grant Ilich Llaque Fernández
Jurado

Mg. Sc. Ing. Cesia Boñon Silva
Jurado

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a Dios por darme la oportunidad de seguir con vida hasta este momento y por guiarme por el buen camino.

A mi Madre y Padre por brindarme su apoyo incondicional durante la elaboración de mi Tesis.

A mi Amigo y Asesor Ingeniero Augusto Rabanal por brindarnos su conocimiento para el normal desarrollo de la Tesis.

A mi Tía Roxana por darme un espacio en su casa para poder desarrollar el proyecto.

A los Docentes de la Universidad Privada del Norte, por su enseñanza y sus consejos de superación personal y profesional.

RODRIGO ORIHUELA VIGO

A nuestro padre celestial, por darme la vida y la oportunidad de realizar mis metas.

A mis Padres Ignacio y Karin, por darme la vida, los cuales representan el principal motivo de mi constante superación y apoyo incondicional a lo largo de mi carrera

A mi querido Amigo y Docente Ingeniero Augusto Rabanal por su apoyo incondicional al asesorarnos con su conocimiento al desarrollo de esta tesis.

A la señora Roxana por darme un espacio en su casa para poder desarrollar el proyecto.

JOSÉ IGNACIO CAMACHO TÁVARA

TABLA DE CONTENIDOS

ACTA DE AUTORIZACIÓN PARA SUSTENTACIÓN DE TESIS	2
ACTA DE APROBACIÓN DE LA TESIS.....	3
AGRADECIMIENTO	4
ÍNDICE DE TABLAS	7
ÍNDICE DE FIGURAS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	11
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA	11
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	38
1.3. OBJETIVOS	38
1.3.1. Objetivo General.....	38
1.3.2. Objetivos Específicos	38
1.4. HIPÓTESIS	38
1.4.1. Hipótesis general	38
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA	41
2.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	41
2.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	41
2.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	42
2.3.1. Población	42
2.3.2. Muestra	42
2.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN Y ANÁLISIS DE DATOS	43
2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección	43
2.4.2. Análisis de datos.....	43
2.4.3. Materiales	43
2.4.4. Instrumentos	43
2.5. PROCEDIMIENTO.....	44
2.5.1. Compra de Composteras.....	44

2.5.2. Recolección de Residuos Sólidos del mercado la Hermelinda.....	44
2.5.3. Armado de los 4 tratamientos	44
2.5.4. Determinación de parámetros para los tratamientos en estudio	45
CAPÍTULO III. RESULTADOS	47
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	53
4.1. DISCUSIÓN	53
4.2. CONCLUSIONES	56
REFERENCIAS	57
ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variable dependiente	39
Tabla 2 Operacionalización de variable independiente	40
Tabla 3 Población	42
Tabla 4. Prueba post hoc de comparaciones múltiples de Bonferroni para los bloques.....	47
Tabla 5. Resumen descriptivo de los tratamientos y bloques del experimento	48
Tabla 6. Análisis de varianza para bloques completamente al azar de los tratamientos	49
Tabla 7. Prueba pos t hoc de comparaciones múltiples de Bonferroni para los tratamientos con estiércol.....	50
Tabla 8. Correlación de factores físicos y químicos en la concentración de nitrógeno.	51
Tabla 9. Modelos de regresión	51
Tabla 10. Caracterización agroquímica de un estiércol de gallina o gallinaza.....	62
Tabla 11. Resultados de temperatura.....	70
Tabla 12. Resultados de humedad	70
Tabla 13. Resultados de pH.....	71
Tabla 14. Resultados de nitrógeno	72
Tabla 15. Resultados del análisis preliminar del estiércol.....	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Temperatura, oxígeno y pH en el proceso de compostaje	22
Figura 2. Parámetros de temperatura óptimos	24
Figura 3. Parámetros óptimos de humedad	25
Figura 4. Parámetros de pH óptimos	26
Figura 5. Control de aireación	27
Figura 6. Control de tamaño de partículas.....	28
Figura 7. Aspectos a tener en cuenta sobre el Nitrógeno	29
Figura 8. Características de los materiales	33
Figura 9. Comportamiento del nitrógeno durante el proceso de compostaje	52
Figura 10. Extracción de estiércol de gallinaza.	65
Figura 11. Recolección de residuo orgánico del Mercado la Hermelinda.....	65
Figura 12. Empaquetado y transporte de los residuos sólidos orgánicos.	65
Figura 13. Segregación de los residuos sólidos orgánicos.	65
Figura 14. Pesado de residuos sólido orgánico por cada compostera.	66
Figura 15. Agregado de estiércol de gallinaza según la compostera correspondiente.	66
Figura 16. Composteras armadas.....	66
Figura 17. Toma de temperatura de las composteras in situ.	67
Figura 18. Recolección de sustrato por cada compostera.....	67
Figura 19. Muestras para ser enviadas a Laboratorio de Suelo La Molina	67
Figura 20. Se pesó 5 gr de sustrato en una balanza analítica.....	68
Figura 21. Se agrega al sustrato 10 ml de agua destilada.	68
Figura 22. Medición de pH de las cuatro muestras.	68
Figura 23. Etiqueta de calibración del pH metro Hach multiparámetro.....	68
Figura 24. Pesado de sustrato por cada muestra.	69
Figura 25. Resultado de % Humedad poco después de calentamiento.	69
Figura 26. Etiqueta de calibración del Analizador de humedad MB45.....	69
Figura 27. Matriz de consistencia.....	73

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia del tiempo y la cantidad de estiércol de gallina en la concentración de nitrógeno del compost obtenido por los residuos sólidos orgánicos del mercado Hermelinda, Trujillo, 2017. El tipo de investigación fue aplicada, donde se empleó un diseño experimental puro, en el que se manipula la variable independiente (cantidad de estiércol de gallina) y un grupo control (sin estiércol de gallina). Como muestra se extrajo un 1kg de compost por cada compostera, por lo que, se recopiló un total de 12 kg para sus respectivos análisis físicos y químicos. En la investigación se obtiene como resultados que el tiempo aplicado para la toma de los datos no presentan una diferencia significativa, es decir, que el tiempo no es una variable significativa que influya de manera positiva en el rendimiento del nitrógeno, además se identificó que la temperatura, humedad, potencial hidrógeno y oxígeno son componentes físicos y químicos que tienen una influencia en la concentración de nitrógeno durante la elaboración del compostaje de residuos sólidos orgánicos y estiércol de gallina.

Palabras claves: residuo sólido, estiércol de gallina, compostaje, nitrógeno.

ABSTRACT

The objective of this research was to evaluate the influence of time and the amount of chicken manure on the nitrogen concentration of the compost obtained by organic solid waste from the Hermelinda, Trujillo, 2017 market. The type of research is applied where it was used a pure experimental design, in which the independent variable (quantity of chicken dung) and a control group (without chicken dung) are manipulated. As a sample, 1kg of compost was extracted for each compost, so a total of 12 kg was collected for specific analyzes. In the investigation, results are obtained that the time applied for the data collection does not present a significant difference, that is, that time is not a significant variable that has a positive influence on the nitrogen yield, it was also identified that the temperature, humidity, potential hydrogen and oxygen are physical and chemical components that have an influence on the concentration of nitrogen during the composting process of organic solid waste and chicken manure.

Keywords: solid waste, chicken manure, composting, nitrogen.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Realidad Problemática

Actualmente la cantidad de basura que se genera cada día es superior debido al avance en las presentaciones de los productos que consumimos. Este es uno de los problemas más grandes que enfrenta la sociedad moderna y que conllevan a la contaminación del medio ambiente y deterioro de los recursos naturales. Esta acumulación de basura, actualmente se le ha bautizado como residuos sólidos y con el transcurso del tiempo, el incremento de estos residuos sólidos ha generado y seguirá produciendo un fuerte impacto provocando desastres debido a factores naturales, del hombre o por la tecnología, terminando por dañar el entorno donde nos desarrollamos (Huerta, 2018, p. 1).

Según estadísticas del Banco Mundial indica que para el 2016 se registraron un total de 2010 millones de toneladas de residuos sólidos generados a nivel mundial provocado por el aumento rápido del crecimiento de la población y se proyecta que para los próximos 30 años esta cifra llegará a 3400 millones de toneladas. Así mismo, resalta que las naciones poseedoras de ingresos más elevados contienen al 16% de la población, los cuales terminan por generar el 34% de los desechos del mundo y al unir las regiones de Asia y el Pacífico generan el 23% del total anual. Dentro de tres décadas se espera que las zonas de África y de Asia, tripliquen y dupliquen sus porcentajes cada uno en relación con los residuos (Kaza, Yao, Bhada-Tata, & Van, 2018, p. 1).

En el Perú, en el año 2018, la generación promedio de residuos sólidos fue de 23 mil toneladas diarias, de las cuales, 8 mil corresponden solo a Lima (Redacción RPP, 2018). Además, las ciudades de la sierra generaron 2 736 t/día y las ciudades de la selva se generaron 1 314 t/día (MINAM, 2016). Respecto a la composición de residuos sólidos generados en el 2017 es importante resaltar que el 55% de los residuos sólidos son materia orgánica, el 29% son residuos aprovechables como el cartón y el plástico (Lira, 2017, p. 1).

En la provincia de Trujillo se generan aproximadamente 720 toneladas diarias de basura, lo cual genera impactos negativos al medio ambiente, como la contaminación de las calles y la saturación con desechos del principal botadero de Trujillo, ubicado en el entro poblado El Milagro (Lira 2014, p.1). De los diez puntos críticos de contaminación

ambiental con residuos sólidos que tiene el distrito de Trujillo, el más grave es el del mercado La Hermelinda, en el que actualmente se arrojan 150 toneladas de basura diariamente y solo se recogen 90 toneladas; el resto queda a la intemperie, convirtiéndose en fuente de trabajo de decenas de segregadores (El Comercio 2015, p.1). Los desechos son arrojados por comerciantes del mercado y pobladores que viven en los alrededores del centro de abastos y otros puntos de la ciudad. Además, entre los residuos sólidos que se encuentran en el mercado la Hermelinda se estima que un 89.32% son residuos orgánicos, 4.07% son residuos de papel y cartón, 5.16% plásticos y 1.45% otros residuos (Azabache et al., 2014, p. 7).

Así mismo, otro de los problemas que encontramos hoy en día se encuentra en la actividad de producción de alimentos, es decir, la agricultura, ya que con el tiempo este concepto ha cambiado enormemente al quedar demostrado que puede provocar graves daños en los suelos como en las plantas si se utilizan fertilizantes compuestos por químicos con fuertes concentraciones. Ante esta situación actualmente se están proponiendo la obtención y utilización del compostaje, elaborados con residuos orgánicos los cuales son más amigables y le brinda más propiedades y nutrientes que necesita para crecer a las plantas.

Es necesario tener en cuenta ciertos factores para una adecuada fermentación para que puedan desprenderse los nutrientes de cada insumo, estos elementos de gran importancia son el tiempo y el estiércol de algún animal (cuy, gallina, vaca, etc.), si los anteriores factores no se administran en las condiciones correctas es posible que el compostaje que se obtenga no brinde los nutrientes necesarios (Moreno, 2018, p. 1).

En tal sentido, la presente investigación se centrará en determinar la influencia que tiene la variación de estiércol de gallina y el tiempo, en la concentración de nitrógeno en el compostaje obtenido por los residuos sólidos orgánicos del mercado la Hermelinda de la ciudad de Trujillo, 2017.

La presente investigación se justifica:

De trascendencia social debido a que permitió a las partes interesadas conocer la influencia que poseen elementos como el tiempo y la gallinaza en los niveles de

concentración del nitrógeno, esto con el propósito de mejorar las prácticas actuales y obtener un compostaje óptimo de la correcta utilización de los residuos orgánicos.

Asimismo, teóricamente esta investigación se elaboró con la finalidad de contribuir y mejorar el conocimiento que existe, sobre la influencia que posee el tiempo y el estiércol de gallina en las concentraciones de nitrógeno producidas por el compostaje de residuos sólidos; además de que esta información sea administrada y la pongan en práctica para obtener resultados óptimos al realizar sus propias experimentaciones.

La metodología usada fue a base de análisis documental, permitiendo recoger la información necesaria, que permitirá a otras personas o investigadores replicarlo y utilizarlo como una guía que le permita el correcto desarrollo y fundamentación sus propias investigaciones académicas.

La investigación se justifica de forma práctica, debido a que buscó evaluar la influencia del tiempo y la cantidad de estiércol de gallina en la concentración de nitrógeno del compostaje a partir de los residuos sólidos orgánicos del Mercado Hermelinda de Trujillo. De igual manera, es importante que las personas cuenten con los conocimientos necesarios para contribuir con el medio ambiente.

Por otra parte, existen diversas investigaciones donde aplican diferentes compuestos para los tratamientos del compostaje de Residuos Sólidos Orgánicos.

Monsalve, Gutiérrez & Cardona (2017), en su tesis *“Factores que intervienen en el proceso de mineralización de nitrógeno cuando son aplicada enmiendas orgánicas al suelo”*, su objetivo fue realizar una revisión sobre los factores que influyen para la generación del nitrógeno en el compostaje orgánico que se aplica. Como instrumento utiliza una guía de revisión documentaria para obtener información de vital importancia para el presente proyecto. Los resultados fueron que al momento de aplicar el compostaje orgánico a los suelos dependerá mucho para su producción de nitrógeno las características físicas y químicas que posee, así como la fuente del compost, además resalta que la información sobre este tema es abundante y que permitirá a las personas conocer las mejores fuentes y los tiempos necesarios que se debe de utilizar para generar cultivos de buena calidad, de esta forma el productor utilizará de una forma más óptima sus recursos.

Arango (2017), en su tesis titulada “*Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos*”, tuvo como propósito poder determinar la importancia que poseen los abonos de origen orgánico para la conservación de los suelos y su fertilidad. La investigación es de tipo descriptiva, y utilizó como instrumento de recolección de datos una guía de análisis documental. El autor concluyó que las fuentes de abonos orgánicos son importantes debido a que permite el mejoramiento y la fertilidad de los suelos, además de brindarle los nutrientes necesarios y mejorar las propiedades biológicas de los suelos para una mejor producción. Además de brindarle elementos importantes como el nitrógeno que influye directamente sobre el suelo mejorando sus condiciones. Los abonos orgánicos permiten mejorar la productividad de la zona donde se aplica por lo que termina por mejorar las características y propiedad de los suelos al brindarle los nutrientes y elementos necesarios como el nitrógeno.

Velásquez & Velásquez (2016), en su tesis titulado “*Evaluación de la eficiencia del abono orgánico obtenido de los residuos vegetales de la plaza de mercado del municipio de San Gil en el cultivo de mandarina arrayana*”, cuyo objetivo consistió en determinar los niveles de eficiencia que posee el abono orgánico productos de los residuos del mercado San Gil en la producción de mandarina. La investigación es de tipo descriptiva utilizando como instrumentos guía de observación, además de guías para la clasificación de los residuos y el análisis del suelo. Los datos obtenidos fueron procesados utilizando el software estadístico Microsoft Excel en su versión 2013 para la elaboración de tablas y gráficos. Los resultados fue que el abono producido con estos desechos orgánicos aumentó y mejoraron la producción de mandarina arrayana esto debido a que aportaron una gran cantidad de minerales como nitrógeno, sodio, cobre, entre otros, provocado por factores como el tiempo utilizado.

Ruano & Trejo (2014), en su tesis “*Evaluación de abono orgánico de residuos agropecuarios en cultivos de *Pisum sativum* y *Solanum phureja**”, el objetivo fue evaluar y determinar los factores que tienen influencia en el abono orgánico para mejorar la producción de los cultivos de papa criolla y arveja. La investigación es de tipo descriptiva utilizando una guía de observación además de una guía de análisis documental, así como de elaboración del compostaje. La información recolectada

fue procesada en el paquete estadístico Microsoft Excel. El resultado respecto al elemento tiempo fue calculado tomando en cuenta la temperatura para poder tener una referencia de la estabilización del abono, así mismo en cuanto al rendimiento indica que mientras más estabilizado y seco se encuentre el compostaje adquirirá mejores características necesarias para la producción. Se concluyó que las variaciones del tiempo permiten una mejoría en la estabilización de compostaje. Así mismo esto tendría como resultado que al ser probados en campo presentaría un mejor rendimiento.

Garcés, Angulo & Alvarado (2017), en su tesis titulado *“Elaboración artesanal y caracterización de bioles a base de estiércol bovino y gallinaza en diferentes tiempos de fermentación”*, tuvo por objetivo la elaboración de dos tipos de bioles de forma artesanal, el primero de ellos realizado utilizando estiércol proveniente de bovinos y en el segundo biol se utilizó el estiércol de gallina; ambos realizados en dos tiempos de fermentación, 45 y 60 días. Los resultados obtenidos fue el pH analizado en ambas muestras tuvo diferencias importantes provocadas por el tipo de estiércol que se utilizó obteniendo así el de gallina 5.0 y el de bovino 4.0 de acidez producida por la fermentación de la melaza. En cuanto a los niveles de Nitrógeno en el tiempo de fermentación no mostraron diferencias importantes provocadas por la baja mineralización de los insumos vinculado a la temperatura en que se mantuvieron fermentándose. Los químicos relacionados al Magnesio, Zinc, Fósforo, entre otros tuvieron mejores resultados en los recipientes que contenían estiércol de gallina. Se concluyó que el estiércol de gallinaza que estuvo fermentado durante un mes y medio tiene mejores nutrientes y es más saludable para las plantas debido a que no tiene presencia de *Escherichia coli*.

Barreros (2017), en su tesis titulada *“Efecto de la relación carbono/nitrógeno en el tiempo de descomposición del abono de cuy (*Cavia porcellus*), enriquecido”*, el objetivo estuvo en determinar el efecto de la vinculación entre el carbono y el nitrógeno durante la descomposición del abono de cuy. La investigación es de tipo descriptiva y utiliza como instrumentos la guía de observación además de guía de análisis documental. Esta información recolectada fue procesada a través del programa estadístico Microsoft Excel 2016. Se llegó a concluir que la vinculación

entre el carbono y el nitrógeno no es un factor de importancia debido a que el abono que utilizó (estiércol de cuy) se encuentra totalmente descompuesto además de observarse materia orgánica debido al tiempo que utilizó para su fermentación, así mismo, mediante un análisis de laboratorio utilizado pudo observar macronutrientes y micronutrientes como nitrógeno, zinc, calcio, fósforo, entre otros; los que aún pueden ser absorbidos por los vegetales para su producción.

Torres, Sandoval, Peña & Vera (2016), en su tesis *“Aporte de nitrógeno proveniente de pollinaza al cultivo de brócoli (Brassica oleracea L.)”*, el objetivo fue la evaluación del aporte de nitrógeno que proviene de la pollinaza en el ciclo del desarrollo del cultivo de brócoli. La investigación es descriptiva experimental, utiliza como instrumentos la guía de observación y la guía de análisis documental. Esta información recolectada fue procesada a través del paquete estadístico Microsoft Excel v2016. Como resultados el autor resalta que, según sus experimentos, la producción de brócoli puede ser optimizada al utilizar pollinaza con propiedades adecuadas, al estar el tiempo necesario en fermentación permitiéndole madurar y tener los nutrientes que necesita al cultivar el brócoli.

Ospina (2016), en su tesis titulada *“Influencia de la aplicación del compost producido a partir de residuos de la caña de azúcar (Saccharum officinarum L.) en una Vertisol de Valle del Cauca”*, estableció como objetivo evaluar los efectos que posea la aplicación de compost producido a partir de los residuos de caña de azúcar teniendo en cuenta factores como temperatura y tiempo. La investigación es de tipo descriptiva y utiliza una guía de observación y una guía de análisis documental. La información posteriormente fue procesada a través del software Microsoft Excel. Los resultados el autor menciona que factores como el tiempo y la temperatura permiten al compost adquirir diversas propiedades en beneficio de las plantas y el suelo, es así como compost maduros permiten a los suelos amortiguar la acidez y compost no tan maduros se siguen fermentando o transformando en el campo reduciendo la materia orgánica del suelo. Existen factores, como el tiempo y la temperatura, que le permite al compostaje a utilizar, conseguir las propiedades idóneas para poder brindarle la alimentación necesaria a la planta y al suelo donde se ubica.

Mancha (2018), en su tesis *“Elaboración de compost con diferentes fuentes, proporciones y evaluación de la calidad en el distrito de San Jerónimo de Tuna”*, tuvo por objetivo poder determinar cuál es la influencia que tiene el estiércol en el compost, tomando en cuenta la fuente de donde proviene. La investigación posee un diseño experimental, utilizó como instrumentos la guía para la elaboración del compost, además de los correspondientes registros para los análisis físicos y químicos del proceso de producción del compost. Los resultados fueron que el compost realizado con estiércol vacuno posee una mejor calidad físico químico, mientras que el de cuy no tiene un buen desempeño según ese parámetro. Así mismo el compost de cuy no se desarrolló mejor en la evaluación de temperatura y humedad al no alcanzar los estándares requeridos por el autor. Por lo que concluye que el estiércol de ganado vacuno posee un mejor desempeño para obtener un compost de adecuada calidad.

Lescano (2015), en su tesis titulada *“Efectos de tres aceleradores de degradación en el tiempo de compostaje utilizando residuos sólidos orgánicos urbanos en Huanchaco, Trujillo”*, su objetivo constó en acelerar el proceso del compostaje de residuos sólidos orgánicos. La investigación es de tipo descriptiva y de diseño experimental. Hace uso de guías de observación para todo el proceso además de realizar el correspondiente análisis de varianza para poder comparar los tratamientos y el efecto del tiempo de cada compost. Se tuvo como conclusión que no hubo diferencias en el momento de aplicar el acelerador por lo que la calidad del compost no se vio modificada, donde sí se notó diferencia fue en la cantidad de nitrógeno, fosforo y la humedad. Al pasarlo por el acelerador de degradación el autor resalta que la calidad no sufrió variación alguna.

En nuestra investigación es importante resaltar algunas definiciones, las cuales se mencionadas a continuación.

Residuos Sólidos Orgánicos

Empezamos definiendo como residuo: “Es aquella sustancia u objeto que no resulta útil para su poseedor por la cual tenga la intención, o bien la obligación de desprenderse de ella”, también se puede definir como residuo a aquello que resulta de la descomposición o destrucción de algo (Elías, 2012, p. 25).

En tanto residuos sólidos orgánicos está definido como aquellos residuos que provienen de restos de productos de origen orgánico, la mayoría de ellos son biodegradables (se descomponen naturalmente). Los residuos sólidos se clasifican de dos maneras: orgánicos e inorgánicos. Los orgánicos están los desechos biodegradables que se descomponen muy rápido, en cuanto a los inorgánicos, se diferencian por sus características químicas y su descomposición es lenta por lo que requiere de tratamientos adecuados para su desintegración ya que generan una alta contaminación ambiental (Sánchez, 2018, p. 1).

Clasificación de los residuos

Los residuos sólidos se pueden clasificar en dos grupos, peligrosos y no peligrosos. Los peligrosos originan un daño para el ciudadano y para el medio ambiente debido a sus características tóxicas que poseen. Por otro lado, los residuos no peligrosos no causan ningún daño. Estos también se pueden subdividir en:

Ordinarios: Son generados durante la rutina diario de las diferentes actividades que se realizan en los hogares, escuelas, oficinas u hospitales, etc.

Biodegradables: Estos residuos se caracterizan por ser fáciles en desintegrarse o degradarse, convirtiéndose en materia orgánica.

Inertes: Los residuos que no se logra descomponer fácilmente en la naturaleza, si no demoran años en la degradación.

Reciclables: Aquel residuo que se puede someter a diferentes procesos y que permita ser usado otra vez, y permitir la reducción de la acumulación de los residuos sólidos (Sánchez, 2018, p. 1).

Efectos de la descomposición de residuos orgánicos

Se sostiene que si los desechos no son eliminados adecuadamente pueden causar problemas de salud y provocarían la acumulación o el esparcimiento en la comunidad, dando un aspecto desagradable y perjudicial para la salud. Esto se debe a que los desechos no se clasifican de manera correcta y más aún si desechos como baterías, pilas usadas y desechos médicos se mezclan con papel y restos de comida

causarían el aumento del problema y se vuelve difícil y peligroso de manejarlo (Conant & Fadem, 2011).

Dicha situación afecta fundamentalmente la salud humana y que más de tres millones de niños menores de cinco años en el mundo fallecen a casusa de estos problemas relacionadas con el medio ambiente. Esto significa que el 30% de las enfermedades infantiles se debe a los contaminantes ambientales y que el tercer factor de riesgo se ubica en los vertederos porque son focos infecciosos y causantes de una gran cantidad de enfermedades, dichas cifras se basan del reporte de la Organización Mundial de la Salud (OMS) (Plaza & Zapata, 2011).

Otra manera se debe a que los residuos orgánicos que se disponen atraen a un numeroso grupo de especies de insectos, aves y mamíferos que pueden transformarse en vectores de enfermedades peligrosas como la peste bubónica, tífus murino, salmonelosis, cólera, leishmaniasis, amebiasis, disentería, toxoplasmosis, dengue y fiebre amarilla, entre otras (Cortinas, 2006).

Sostenibilidad del compostaje

La sostenibilidad y el incremento de la fertilidad del suelo es aún un reto para la región, por lo que es necesario difundir tecnologías de mejoramiento de suelos en la agricultura urbana y periurbana y en la producción agrícola familiar. El compostaje es una práctica ampliamente aceptada como sostenible y utilizada en todos los sistemas asociados a la agricultura climáticamente inteligente. Ofrece un enorme potencial para todos los tamaños de fincas y sistemas agroecológicos y combina la protección del medio ambiente con una producción agrícola sostenible. (Román et al, 2013, p. 2 y 5)

El producto es usado como acondicionador de suelos debido a que nutrientes y materia orgánica pueden potencialmente retornar a ellos. Además, mejora la estructura del suelo y la fertilidad y el crecimiento de las plantas.(Oviedo, Marmolejo y Torres, 2012) de esta manera el fomento del manejo sostenible de los suelos puede contribuir a la salud de los suelos y, de este modo, a los esfuerzos de erradicación del hambre y la inseguridad alimentaria y a la estabilidad de los ecosistemas. (FAO, 2015).

Compostaje de residuos orgánicos

El compostaje es la degradación de los materiales de desechos orgánicos realizada por microorganismos o microbio en un ambiente cálido, húmedo y aireado. Dicho producto sirve para mejorar las propiedades de retención de agua del suelo en las actividades agrícolas. En el proceso de compostaje, tanto en la descomposición de materia orgánica se desprende diferentes tipos de elementos químicos orgánicos, ya sea, Nitrógeno y Carbono que al mezclarse con oxígeno puede producir diferentes tipos de gases las cuales generan calor para un mejor resultado del compost. Se podría decir que el compostaje es un proceso tecnificado donde se degrada la materia orgánica. Es un compuesto orgánico producido a partir de residuos que preparado técnicamente es aplicado al suelo para poder mejorar sus propiedades químicas, físicas y microbiológicas, pues de ahí viene la denominación de abono orgánico (Rafael, 2015, p. 6).

Fases del Compostaje

Es posible interpretar el compostaje como el sumatorio de procesos metabólicos complejos realizados por parte de diferentes microorganismos, que, en presencia de oxígeno, aprovechan el nitrógeno (N) y el carbono (C) presentes para producir su propia biomasa. En este proceso, adicionalmente, los microorganismos generan calor y un sustrato sólido, con menos C y N, pero más estable, que es llamado compost. Al descomponer el C, el N y toda la materia orgánica inicial, los microorganismos desprenden calor medible a través de las variaciones de temperatura a lo largo del tiempo. Según la temperatura generada durante el proceso, se reconocen tres etapas principales en un compostaje, además de una etapa de maduración de duración variable (Román, Martínez & Pantoja 2013, p. 23).

Existen diferentes fases del compostaje donde se dividen según la temperatura, en:

Fase Mesófila

Esta fase dura entre dos a ocho días, la masa vegetal se encuentra en temperatura ambiente y los microorganismos mesófilos se multiplican rápidamente como consecuencia de la actividad metabólica, la temperatura se eleva a 45°C y se producen ácidos orgánicos que hace bajar el pH (hasta cerca de 4.0 a 4.5). Esto se debe a que los microorganismos utilizan fuentes de carbono y nitrógeno generando calor. La humedad y ventilación del compostador son esenciales para maximizar la actividad microbiana y por consiguiente el proceso en general. La primera se debe mantener siempre entorno 40-60%, ya que el agua distribuye los nutrientes por la masa (Román et al., 2013, p. 23).

Fase Termófila o de Higienización

Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal (*Escherichia coli* y *Salmonella* spp). La temperatura llega a más de los 55°C, eliminando los quistes, huevos de helminto, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas del material de partida, dando lugar a un producto higienizado. En esta fase los microorganismos mesófilos son reemplazados por los que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de carbono, como la celulosa y la lignina. A la vez, estos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube. En especial, a partir de los 60°C aparecen las bacterias que producen esporas y actino bacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores (Román et al., 2013, p. 23).

Fase de enfriamiento o Mesófila

La temperatura disminuye nuevamente hasta 40-45°C esto se debe a la ausencia de las fuentes de carbono y nitrógeno en el material del compostaje.

Pero sigue la degradación de polímeros como la celulosa apareciendo algunos hongos. Al bajar de 40°C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración. Por lo que concluimos que en esta fase hay una relación entre la temperatura con el proceso de degradación, es decir, si la temperatura es mayor de lo normal aparecen los hongos termófilos, por otro lado, si la temperatura esta sobre debajo hay un cambio en el pH desciende tanto leve (Román et al., 2013, p. 24).

En esta fase, los microorganismos mesófilos y algunos tipos de microfauna colonizan el compost que está parcialmente maduro. Además, se genera una intensa competición por el alimento, la formación de antibióticos y la aparición de antagonismos, para finalmente obtener un producto más o menos estable (Barrena, 2006).

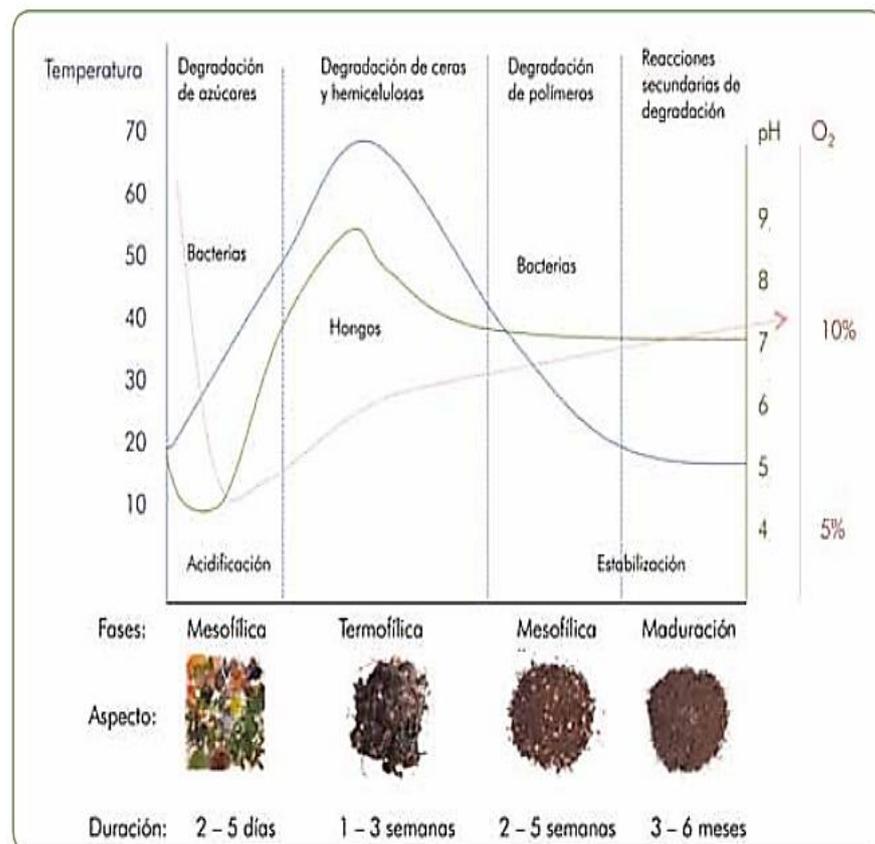


Figura 1. Temperatura, oxígeno y pH en el proceso de compostaje
 Fuente: Román et al. (2013)

Fase de maduración

Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos y fúlvicos. Esta es la fase final del proceso, donde el suministro de materia orgánica fácilmente disponible es limitante, esta fase se caracteriza por un lento proceso de mineralización y humificación. La duración de esta fase también depende de la composición inicial de la composta, del control de la temperatura y humedad que se haya tenido durante la fase termofílica y de las condiciones ambientales que prevalecen durante la maduración de la pila (Gómez et al., 2013 citado por López, Jacobo, Figueroa y Muñoz, 2015).

Factores que condicionan el proceso del compostaje

El compostaje tiene varios factores importantes a lo largo de su proceso. Tales como la temperatura, pH, humedad y el oxígeno cumplen un rol importante para la descomposición del material orgánico del compostaje. En la Figura N°1 se presenta un gráfico donde se expone los factores de temperatura, oxígeno y pH respecto a cada fase del compostaje, el aspecto de la fase y su duración. También explicando el desarrollo de cada fase del compostaje influyentes a la variación de los factores expuestos anteriormente.

Temperatura

El aumento de la temperatura en la fase del compostaje indica el desarrollo correcto del proceso ya que la presencia de materiales muy desagradables y unas condiciones de trabajo adecuadas. El compostaje se basa primordialmente de este factor por el crecimiento microbiológico es por eso por lo que el compostaje inicia a temperatura ambiente y puede subir hasta los 65°C sin necesidad de ninguna actividad antrópica (calentamiento externo), para llegar nuevamente durante la fase de maduración a una temperatura ambiente. Es deseable que la temperatura no decaiga demasiado rápido, ya que, a mayor temperatura y tiempo, mayor es la velocidad de

descomposición y mayor higienización. La temperatura tiene un amplio rango de variación en función de la fase del proceso (Román et al., 2013, p. 28).

Temperatura	Causas asociadas		Soluciones
Bajas temperaturas (T°. ambiente <35°C)	Humedad insuficiente	Falta de humedad, por lo que los microorganismos disminuyen la actividad metabólica y la temperatura baja.	Añadir material fresco (restos de fruta y verduras)
		Insuficiente material o forma de la pila inadecuada	Añadir más material a la pila compostera
	Déficit de nitrógeno o baja C: N	No tienen el nitrógeno suficiente	Añadir material con alto contenido en nitrógeno como el estiércol
Altas temperaturas (T ambiente > 70°C)	Temperatura demasiada alta		Volteo y verificación de la humedad.

Figura 2. Parámetros de temperatura óptimos

Fuente: Román et al. (2013)

Humedad

Otro de los factores es la humedad porque los microorganismos, como todos los seres vivos, usan el agua como medio de transporte de los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular. El agua es muy importante, porque los microorganismos utilizan moléculas orgánicas disueltas en agua. Esto favorece la migración y colonización microbiana (Román et al., 2013, p. 27).

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 también añadiendo material fresco con mayor cantidad de agua (restos de fruta y verduras, césped, purines 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 (serrines, paja u hojas secas).

Figura 3. Parámetros óptimos de humedad

Fuente: Román et al (2013)

Potencial de Hidrogeno (pH)

El pH es un parámetro que condiciona la presencia de microorganismos, por lo que se recomienda trabajar cercanos a 7 y así conseguir que al inicio del compostaje la población microbiana sea variable. No obstante, si el pH se encuentra fuera de los límites no es un impedimento para el proceso, pero si lo es para su cinética, dificultando la puesta en marcha, el tipo de reacciones y la velocidad, transcurrido el tiempo por causa del CO₂ y amoníaco aparece un tampón como residuo (Soliva, 2001 citado por Berrena, 2006).

El comportamiento del pH en primeras fases se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. Luego, sube y se alcaliniza el medio, en la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoniaco, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro (Román et al., 2013, p. 29).

pH	Causas asociadas		Soluciones
<4,5	Exceso de ácidos orgánicos	Restos de cocina, frutas	Agregar material rico en nitrógeno hasta
		son los responsables de liberar ácidos orgánicos	conseguir una adecuada relación C: N
4,5 – 8,5 Rango ideal			
>8,5	Exceso de nitrógeno	Humedad y altas temperaturas	Aplicar material seco con mayor contenido en carbono

Figura 4. Parámetros de pH óptimos

Fuente: Román et al (2013)

Oxígeno

Los diferentes porcentajes de oxígeno que debe tener una pila de compostaje, para un correcto desarrollo ya que los microorganismos que en él intervienen son aerobios. La parte más externa de la pila de compostaje contiene de 18 a 20% de oxígeno; hacia el interior el contenido de oxígeno va disminuyendo, mientras que el de dióxido de carbono va aumentando hasta el punto de que a una profundidad mayor de 60 cm el contenido de oxígeno puede estar entre 0,5 y 2% (Ekinci & Col, 2004 citado por Moreno y Moral, 2008).

Una aireación insuficiente provoca una sustitución de los microorganismos aerobios por anaerobios, por lo que causa un retardo en la descomposición, la aparición de sulfuro de hidrógeno y la producción de malos olores (Bidling-Maier, 1996 citado por Moreno y Moral, 2008). En el caso contrario, un exceso de aireación provocaría el descenso de temperatura

y una mayor pérdida de la humedad por evaporación, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua. Las células de los microorganismos se deshidratan, algunos producen esporas y se detiene la actividad enzimática encargada de la degradación de los diferentes compuestos (Román et al., 2013, p. 26).

El oxígeno es uno de los elementos importantísimos en un buen proceso de compostaje. Las bacterias aeróbicas necesitan de la presencia de oxígeno, que se encuentra en el aire, como combustible y fuente de energía para vivir y expulsan óxidos de carbono y agua (Alcantara & Rabanal, 2015, p. 35).

Del mismo modo es necesario tener en consideración que los microorganismos anaeróbicos no necesitan la presencia de oxígeno en su metabolismo ya que ellos producen gas metano, sulfuro, amoniaco. La putrefacción y las fermentaciones anaeróbicas dan origen a sustancias que al ser incorporados al suelo son tóxicas y puede impedir el crecimiento de algunas plantas (Palmero, 2010, p. 5).

Porcentaje de aireación		Problema	Soluciones
<5%	Baja aireación	Insuficiente evaporación del agua, causando exceso de humedad	Volteo de la mezcla y/o adicción de material que permita aireación
5% - 15% Rango ideal			
>15%	Exceso de aireación	Descenso de temperatura y evaporación del agua, haciendo que el proceso de descomposición se demore por falta de agua	Reducción de tamaño del material, regulación de la humedad, agregar restos de fruta y verduras, césped, etc.

Figura 5. Control de aireación

Fuente: Román et al. (2013).

Tamaño de partícula

Las actividades microbianas están relacionadas con el tamaño de las partículas, por eso si son más pequeñas hay una mayor facilidad de acceso al sustrato. El tamaño ideal para comenzar el compostaje es de 5 a 20 cm y conforme el proceso avance el tamaño disminuye. (Roman et al., 2013, p. 30).

Tamaño de las partículas (cm)	Problema	Soluciones
>30 cm	Exceso de aireación	Realizar un picado del material hasta obtener un tamaño de 10 – 20 cm.
5 – 30 cm rango ideal		
<5 cm	Compactación	Voltear y añadir residuos de mayor tamaño

Figura 6. Control de tamaño de partículas

Fuente: Román et al. (2013)

Nitrógeno

El nitrógeno se encuentra en las plantaciones tiernas de color verde, hierbas frescas, leguminosas, y estiércol de animales. El nitrógeno es elemento ambiental más importante en los procesos del compostaje y deben ser inspeccionadas para asegurar una fermentación adecuada. Si hay suficiente nitrógeno disponible en la materia orgánica, entonces es un rango adecuado para asegurar que los otros nutrientes estarán también disponibles en cantidades adecuadas (Palmero 2010, p. 3).

El nitrógeno es uno de los nutrientes sumamente importante en un compost, cuando analizamos u contenido total se refiere a la suma de sus formas inorgánicas como el amonio, nitrato y nitrito y orgánicas ánimo, ácidos, proteínas, ácidos nucleicos y compuestos que poseen nitrógeno en su estructura (Tortosa, 2014, p. 1).

La cantidad y las formas de nitrógenos en el compost varían de forma constante debido a los diferentes procesos. El ciclo de nitrógeno en el suelo se ve muy afectado por la mineralización, que consiste en la transformación del nitrógeno orgánico en materia del suelo y abono en nitrógeno inorgánico, lo que finalmente forma amonio por medio de las actividades de los hongos y bacterias. Las condiciones climáticas cálidas y húmedas incrementan los procesos de mineralización (Verhulst, François, Grahmann, Cox, & Govaerts, 2015, p. 2).

Causas asociadas	Soluciones
Exceso de nitrógeno	<p>Hay una mayor cantidad de material rico en nitrógeno, este proceso tiende a calentarse y puede generar malos olores por el amoniaco liberado.</p> <p>Aplicar material con mayor contenido de carbono (restos de poda, aserrín, hojas etc.)</p>

Figura 7. Aspectos para tener en cuenta sobre el Nitrógeno

Fuente: Román et al. (2013)

Material Compostable

No todos los residuos orgánicos son actos para realización del compostaje existen casos excepcionales con ciertos materiales. Propone una lista una extensa relación de materiales que se pueden compostar, entre ellos tenemos el estiércol, restos orgánicos en general como es el caso de las frutas y hortalizas, entre otros. De la misma manera recomienda no incluir materiales

inertes, tóxicos o nocivos como vidrio, metales, detergentes, restos de alimentos cocinados, carne, etc. (Román et al, 2013, p. 33 y 34).

Estiércol de gallina

Define que la gallinaza es el producto de la fermentación (microorganismos aerobios) de los excrementos de los pollos con ligno – celulósico (cama o yacija) y es utilizado como aserrín o viruta del pino o eucalipto, como paja troceada o mezcla de paja y aserrín. También sostiene que la gallinaza aumenta la estabilidad estructural del suelo, disminuye la densidad aparente, aumenta la retención de agua, aumenta la temperatura del suelo. Además, provoca un aumento general de la porosidad, y de la conductividad hidráulica, lo que favorece la infiltración y, por lo tanto, disminuye la escorrentía y el riesgo de erosión (Carballas, 1999 citado por Cordero 2010).

De las aves de donde se recolecta el estiércol más del 50% del nitrógeno se excreta como ácido úrico. Los procesos de producción en granja como a nivel industrial dan como resultado una buena cantidad de residuos y desechos, los cuales se utilizan correctamente. La gallinaza seca posee una mayor concentración de nutrientes como el nitrógeno (Roa, 2012, p. 1).

Durante el ciclo de producción, el estiércol acumulado se mezcla con la tierra y al final del ciclo se eliminan juntos. Además, indica que el estiércol avícola contiene concentraciones significativas de nitrógeno orgánico debido a la presencia de altos niveles de proteínas y aminoácidos. Del nitrógeno en estiércol fresco, el 60-80% está típicamente en forma orgánica, tal como urea y proteína (Camacho, Martínez, Ramírez, & Valenzuela, 2014).

La caracterización agroquímica de estiércol de gallina o gallinaza se indica en el Anexo 1, uno de los parámetros que se expone es la humedad (20,1%), pH (7,5) y la materia orgánica (80,5%) entre otros (Tortosa et al., 2012).

El estiércol que origina las gallinas es uno de los componentes de origen natural que tiene un mayor contenido de nutrientes, por lo que se considera

que el estiércol de las gallinas no debe ser expuestas al sol, si no estas deben ser secadas en un lugar bajo sombra. Existen varios productos químicos constituidos por microorganismos que se aplican a la gallinaza para que esto acelere en el proceso de transformación evitando el mal olor, pero esto hace más eficiente las propiedades que contiene la gallina. Se recomienda que, al utilizar el estiércol, este debe estar totalmente seco para ser colocados en las pilas composteras (Roa, 2012, p. 2).

Efectos de la aplicación del compost

El compost contiene elementos fertilizantes para las plantas, aunque en forma orgánica y en menor proporción que los fertilizantes minerales de síntesis. Una de las ventajas que tiene el compost gracias al aporte de materia orgánica es que existen nutrientes ricos, las cuales son útiles para la nutrición de las plantas.

Los nutrientes en el suelo se dividen en macro- y micro- nutrientes, en función de las cantidades que la planta necesite. Los macronutrientes primarios y los más importantes en el crecimiento de la planta son Nitrógeno, es el elemento primordial del crecimiento de la planta; Fósforo, es importante en la transferencia de energía por lo que es esencial en la eficiencia de la fotosíntesis y Potasio, juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas, y por ende en la estructura de la planta, mejorando el régimen hídrico de la planta y aumentando su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Los secundarios son Magnesio, Azufre y Calcio. Los micronutrientes son requeridos en cantidades muy pequeñas, pero generalmente son importantes para el metabolismo vegetal y animal. Estos son el hierro, el zinc, el manganeso, el boro, el cobre, el molibdeno y el cloro (Román et al, 2013, p. 35).

De los nutrientes mencionados anteriormente se recomienda, antes de hacer aplicaciones tanto de compost o materia orgánica, como de fertilizantes minerales, realizar un análisis de suelo para controlar los niveles de nutrientes y ajustar la fertilización en función de la liberación que se produzca y de las necesidades del cultivo.

El mismo autor refiere que el contenido en nutrientes del compost tiene una gran variabilidad ya que depende de los materiales de origen. El contenido del compost se basa en tres nutrientes principalmente en las cuales son el nitrógeno, fósforo y potasio. Siendo así que el porcentaje de nitrógeno en el compost se encuentra entre el 0,3% al 1,5% es decir, que en 3 g a 15 g por Kg de compost. Para la toma de decisiones a la hora de aplicar compost como fertilizante orgánico, así como para aplicarlo en nutrición integrada con fertilizantes minerales, se debe tener en cuenta las necesidades del cultivo en cuanto a fertilización (análisis de suelo y foliares); también acceso y disponibilidad de ambos fertilizantes localmente; además, costes de ambos fertilizantes; inclusive necesidad de materia orgánica del suelo. Finalmente, la cantidad específica de nutrientes que necesita cada cultivo, esto dependerá del rendimiento esperado del cultivo.

Elaboración del Compostaje

Las prácticas del compostaje se derivan posiblemente del tradicional cúmulo de residuos en el medio rural y urbano, que se genera en las actividades de limpieza de calles, mercados y viviendas. La producción de compost, además permite reciclar los residuos orgánicos, vegetales y animales que se generan, minimizando la contaminación ambiental y se utiliza el té de compostas, un extracto acuoso de compost, en el cual este es el principal ingrediente para dicha solución; sin embargo, algunos téos son simples extractos de plantas. Una buena alternativa para mejorar los procesos y manejos de las composteras es buscar microorganismos que tengan una capacidad de síntesis de enzimas hidrolíticas y que se adapte a diferentes rangos de pH y temperatura, estas permiten acelerar con mayor rapidez el proceso de descomposición de los residuos.

Cualquier material orgánico se puede descomponer, esto significa que de cualquier cuerpo que haya estado vivo, sus partes son susceptibles a descomponerse. Igualmente pasa con los productos obtenidos de la transformación o elaboración de tales materiales, como: papel, cartón, pelos, cueros, huesos, ramas, flores y similares; desechos orgánicos de cocina y basuras orgánicas domiciliarias y municipales (Rafael, 2015, p15).

A continuación, se detalla las características de los materiales que se utiliza para el compostaje:

Insumos	Moléculas	Elementos que aporta
Estiércol, vegetales verdes, plumas, contenido ruminal	Lípidos, celulosa, carbohidratos, aminoácidos, proteínas	C, H, O, N, S, P
Aserrín, pajas, tamos, bagazo	Celulosa, hemicelulosa, lignina	C
Melaza	Carbohidratos, minerales, fosfo-azucarares	C, H, O, K y P

Figura 8. Características de los materiales

Fuente: López (2006)

Propiedades del Compostaje en el Suelo

Mejora las propiedades físicas del suelo: Fija la estructura del suelo, reduce la densidad. Al aplicar compost al suelo estamos contribuyendo al aumento de la porosidad y permeabilidad por ende va a ver mayor detención de la humedad en el suelo. Además, ayuda a facilitar al buen manejo del suelo para las labores de arado o siembra y regula la temperatura del suelo.

Mejora las propiedades químicas del suelo: Favorece en el incrementa del contenido de micronutrientes y macronutrientes tales como el nitrógeno, fósforo y potasio. Elementos esenciales para que una planta pueda producir.

Mejora la actividad biológica en los suelos: Al aplicar compostaje al suelo ayuda de alimento a los microorganismos, estos viven del humus y ayudan a su mineralización. Un factor importante en el suelo es las poblaciones microbianas ya que son un indicador de fertilidad. (Palmero,2010, p.14).

Reconocimiento de un Buen Compost

Olor: Debe tener un olor agradable, a tierra de monte. Si al oler el compost obtiene un olor desagradable se trata de proceso incompleto o anaerobia, en todo caso si el compost no tiene olor o huele a tierra seca se estaría tratando de un compost viejo o descompuesto.

Textura: Un buen resultado de un compostaje se debe obtener un compost de textura suelta y granulosa.

Color y aspecto: Un buen compost tiene que presentar un color oscuro y parduzco. Es necesario tener en cuenta que si se muestran colores blanquecinos esto puede indicar que hay presencia de sequedad u hongos.

Prueba de la mano: Es una excelente técnica para detectar en qué estado se encuentra el compost. Consiste en coger un puñado de compost y observar si gotea o se disminuye. Cuando dicho sustrato no gotea ni se reduce, se puede decir que todos los procesos se desarrollaron de manera eficiente.

Prueba biológica: Es una prueba que consiste en la siembra de semillas de un vegetal de rápido crecimiento y valorar los estados de germinación de la semilla y el desarrollo de los brotes. Es necesario tener en cuenta el tiempo de germinación que lo normal es de 2 a 3 días (Palmero, 2010, p.14).

Problemas y Soluciones en el Compostaje: Según las investigaciones se recomienda tener en cuenta los siguientes problemas y soluciones que se le puede dar durante el desarrollo del compostaje:

Malos olores: Estos inconvenientes se pueden presentar cuando las pilas se encuentran en excesiva humedad, necesita más aire y exceso de materiales con alto contenido de nitrógeno. Para solucionar estos percances debemos de realizar lo siguiente: Agregar a la pila materiales secos como hojas, voltear la pila para incorporar más aire.

El proceso es muy lento: Las partículas de los residuos sólidos orgánicos son muy grandes y también se puede dar por falta de nitrógeno. Ante cualquier

problema que se pueda suceder es necesario realizar lo siguiente: Cortar los desechos de los residuos en partículas que no sean mayores de los 25 cm y preferible agregar residuos que contengan niveles de nitrógeno alto como grama verde o desechos de vegetales.

El centro de la pila está caliente: Estos problemas se pueden presentar por los escasos de agua, por lo que es necesario agregar agua al momento de voltear las pilas de compost (Román et al, 2013).

La presente investigación está respaldada con la siguiente normativa:

A. Constitución Política del Perú de 1993

En el artículo 195 los municipios suscitan el progreso y la estabilidad económica a nivel nacional y a la misma vez brinda el beneficio de los bienes públicos de su responsabilidad, en conformidad con políticas y planes en todo el territorio peruano. Además, en el inciso ocho mencionan sobre el desarrollo y servicios que el estado brinda en salud, educación, vivienda, medio ambiente y la sostenibilidad adecuada de los recursos naturales.

B. Ley N°.28611 Ley General Del Ambiente

Toda persona tiene el privilegio de vivir en un ambiente sano, adecuado y equilibrado para el desarrollo de su vida y tiene como deber ayudar a una calidad en la gestión ambiental. Además, en el artículo 31° mención sobre los estándares de calidad ambiental, que viene a ser la medida que instituye el rango de agrupación de compendios, sustancias o parámetros como biológicos, físicos o químicos, que están presentes en el suelo en su situación de organismo receptor y no genera ningún daño para el ambiente ni para el estilo de vida de las personas. En el artículo 91 se menciona al recurso suelo donde el estado es el único ente responsable de originar y regular el uso sostenible del recurso suelo, buscando siempre prevención y reducción de la pérdida y deterioro por erosión o contaminación (MINAM, 2016, p. 2).

C. Ley General de Residuos Sólidos N°. 27314

En el artículo 9 de la ley se menciona que el servicio y manejo de los residuos que realiza una persona debe ser sanitaria y amigable con el ambiente para prevenir los impactos nocivos a la naturaleza por la exhibición y mal manejo de los residuos. Es necesario tener en cuenta la disposición final de estos residuos ya que la mayoría de estos van a parar en botaderos informales, generando una fuerte expulsión de partículas nocivas para el estado de vida de las personas y del ambiente. Además, en el artículo 22 manifiesta que los residuos sólidos de origen municipal el ente responsable y que tiene toda la responsabilidad del buen manejo es el municipio desde el instante que las personas los entrega a los operarios o cuando dispone en los puntos determinados por dicha autoridad para su recolección (MINAM, 2017, p. 19).

D. Nueva Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos N°. 27314

La reutilización de los residuos ya que muchos de estos se pueden dar una segunda utilización, esto permitiría desistir de imaginarse que los residuos no tienen un valor agregado. Esta ley es una de las mejores y que sostiene tres importantes ejes que es reducir residuos como prioridad, la eficiencia en los usos de los materiales, los residuos generados por las personas son vistos como una alternativa de recurso útil y no como una amenaza para las personas y ambiente (MINAM, 2017).

E. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Suelo-Decreto Supremo N°. 011-2017-MINAM

En el artículo 2 indica sobre los estándares de calidad ambiental para suelo y la aplicación de cualquier instrumento de gestión ambiental para resolver cualquier impacto negativo en el suelo y que se pueden aplicar parámetros agrupados a las acciones productivas y de servicios. Así mismo esta ley define a los estándares de calidad ambiental como un rango que mide el nivel de calidad de las sustancias o parámetros químicos, físicos y biológicos presentes en el suelo (El Peruano, 2017).

F. Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM. - Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.

En el artículo 7 de la Ley N. 014-2017 señala que la minimización en la fuente de residuos sólidos está orientado al impulso de seguir con las diversas actividades de reducción y generación de residuos. Los seres humanos que generen residuos sólidos no municipales deben de aplicar un plan de minimización y administración de los residuos, estrategias orientadas a alcanzar la reducción en la fuente. La presente normatividad tiene como finalidad reglamentar el decreto legislativo de los residuos sólidos con la finalidad de asegurar su eficacia (MINAM, 2017).

G. Ordenanza Municipal que aprueba el Programa de Educación, Cultura y Ciudadanía Ambiental de la Municipalidad Provincial de Trujillo 2018-2022

El municipio de Trujillo como ente rector del cuidado y protección del ambiente requiere dotarse de un cuadro claro y específico en conocimientos en educación, cultura y ciudadanía ambiental que la regule, instituyendo lineamientos de política e instrumentos para la gestión ambiental, es por eso que se ha visto con la importancia de contener con una normativa que tenga como objetivo la incorporación de bases de educación ambiental orientada al buen manejo y desarrollo eficiente del territorio de Trujillo (SEGAT, 2018).

H. Ordenanza que aprueba el plan integral de gestión Ambiental de Residuos Sólidos – PIGARS en la Provincia de Trujillo.

Este plan de gestión ambiental incluye a todas las localidades de la provincia de Trujillo, es un mecanismo de gestión ambiental municipal que orienta al desarrollo de acciones y está conformada por tres partes relevantes: la primera está referida a aspectos generales, la segunda al diagnóstico de los residuos sólidos de la provincia y la tercera parte está referida al plan integral de gestión ambiental de los residuos sólidos (SEGAT, 2016).

1.2. Formulación del Problema

¿La variación de la cantidad de estiércol de gallina y el tiempo, influye en la concentración de nitrógeno en el compostaje obtenido por los residuos sólidos orgánicos del mercado Hermelinda de la ciudad de Trujillo, 2017?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Evaluar la influencia del tiempo y la cantidad de estiércol de gallina en la concentración de nitrógeno del compostaje obtenido por los residuos sólidos orgánicos del mercado Hermelinda, Trujillo, 2017.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Determinar la cantidad adecuada de estiércol de gallina para un óptimo compostaje.
- Identificar los factores físicos y químicos del compostaje influyentes en la concentración de nitrógeno.
- Analizar el comportamiento del nitrógeno durante el proceso de compostaje en los diferentes tratamientos de las composteras.

1.4. Hipótesis

1.4.1. Hipótesis general

H_0 : El tiempo y cantidad de estiércol de gallina no influyen significativamente en la concentración de nitrógeno durante el proceso de compostaje obtenido de los residuos sólidos orgánicos del mercado Hermelinda, Trujillo, 2017.

H_1 : El tiempo y cantidad de estiércol de gallina influyen significativamente en la concentración de nitrógeno durante el proceso de compostaje obtenido de los residuos sólidos orgánicos del mercado Hermelinda, Trujillo, 2017.

Tabla 1

Operacionalización de variable dependiente

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
VARIABLE DEPENDIENTE	Concentración de Nitrógeno del compostaje	Es la cantidad de nitrógeno Total que se encuentra en los diferentes estados de descomposición o transformación (Román, et al.,2013)	En un proceso de compostaje donde la concentración de Nitrógeno depende de factores físicos y químicos.	Factores Físicos del compostaje	Humedad	%
					Temperatura	°C
				Factor Químico del compostaje	Acidez y alcalinidad	pH
				Cantidad de estiércol de gallina	Peso	Kg
				Tiempo de contacto	Tiempo	N°. Días
				Concentración de Nitrógeno	Alto Medio Bajo	Mg/Kg

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 2

Operacionalización de variable independiente

TIPO DE VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
VARIABLE INDEPENDIENTE	Influencia del tiempo	La optimización del proceso en sí mismo debe consistir en realizarlo de forma adecuada y en el menor tiempo posible (Roa, 2017).	La influencia del tiempo va a depender de diferentes procesos y parámetros físicos y químicos durante el desarrollo del compostaje.	Periodo de descomposición	Tiempo	Nº. Días
	Cantidad de estiércol de gallina	Debido a su importante contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, la gallinaza o estiércol de gallina es considerado como uno de los fertilizantes más completos y que mejores nutrientes puede dar al suelo (FAO, 2013).	La cantidad del estiércol de gallina es un componente indispensable en el proceso del compostaje, este material es elemento compuesto de nitrógeno	Nivel de nitrógeno	Alto Medio Bajo	Mg/Kg

Fuente: Elaboración Propia

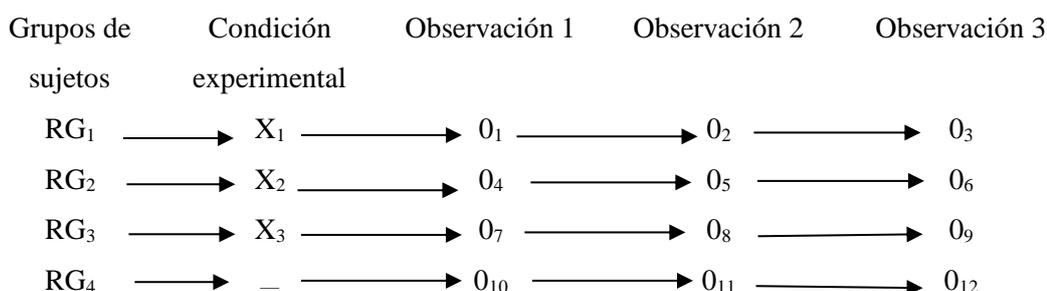
CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1. Tipo de investigación

De acuerdo con los objetivos y variables propuestos el tipo de investigación fue aplicada, porque busca la aplicación de los conocimientos científicos adquiridos para resolver problemas prácticos. Este tipo de estudios muestra un gran valor agregado por el manejo del conocimiento que procede de la investigación básica (Lozada, 2014).

2.2. Diseño de investigación

En el presente proyecto se aplicó el tipo de diseño experimental puro. De series cronológicas múltiples, en tal caso se aplicará la serie cronológica sin preprueba, con varias pospruebas y grupo de control, diseño simple donde se manipulará las variables independientes (Cantidad de estiércol de gallina) y un grupo de control, con el que se empleará un tratamiento neutral (Sin estiércol de gallina). Serie cronológica se aplica a cualquier diseño en el que se efectúe al paso del tiempo varias observaciones o mediciones sobre una o más variables, sea o no experimental, sólo que en este caso se les llama experimentales porque reúnen los requisitos para serlo. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014).



Donde:

En Grupos de sujetos RG_x; es el código asignado a cada compostera donde se realizará el trabajo.

RG₁: COMPOSTERA 1

RG₂: COMPOSTERA 2

RG₃: COMPOSTERA 3

RG₄: COMPOSTERA 4

Condición experimental: Es la cantidad de estiércol de gallina que se le aplicará a cada COMPOSTERA.

X₁: 20% de estiércol de gallina del total de RSO

X₂: 40% de estiércol de gallina del total de RSO

X₃: 60% de estiércol de gallina del total de RSO

—: 0% de estiércol de gallina del total de RSO (Piloto o grupo Control)

Observación 1: Análisis de concentraciones de Nitrógeno Total en el día 30.

Observación 2: Análisis de concentraciones de Nitrógeno Total en el día 60.

Observación 3: Análisis de concentraciones de Nitrógeno Total en el día 90.

2.3. Población y Muestra

2.3.1. Población

El presente estudio de investigación estuvo orientado a la recolección de residuos sólidos orgánicos del mercado Hermelinda, Trujillo; siendo constituida la población por cuatro composteras. Ver Anexo 2. Plano de dimensiones y distribución de las composteras.

Tabla 3

Población

Composteras	RG ₁ (Piloto)	RG ₂	RG ₃	RG ₄
		15 kg de RSO	15 kg de RSO	15 kg de RSO
		+20% de	+40% de	+60% de
CONTENIDO	15 kg de RSO	estiércol de gallina del total de RSO	estiércol de gallina del total de RSO.	estiércol de gallina del total de RSO

Nota: Población resultante a ser analizada a partir de los 30, 60 y 90 días

Fuente: Elaboración Propia

2.3.2. Muestra

Se extrajo una muestra de 1kg de compost por cada COMPOSTERA, por lo tanto, se recopiló 4kg de compost en el día 30, luego 4kg de compost en el día 60 y

finalmente 4kg de compost en el día 90, obteniéndose un total de 12 kg de compost como muestra para respectivos análisis específicos.

2.4. Técnicas e instrumentos de recolección y análisis de datos

2.4.1. Técnicas e instrumentos de recolección

La técnica empleada fue el análisis documental, con la que se recolectó la información necesaria para cumplir con los objetivos de la investigación. Esto se realizó durante los 3 meses de duración del desarrollo del proyecto de investigación, donde se utilizó como instrumento de investigación el formato cadena de custodia para la recolección de resultados de los análisis fisicoquímicos del compost.

2.4.2. Análisis de datos

Para analizar los datos obtenidos en la investigación se utilizó la estadística descriptiva e inferencial a través de un programa estadístico como el software Excel 2016 y SPSS versión 22, donde se tabuló los resultados en figuras y tablas, los cuales, derivan de la guía de análisis documental que expone un acervo de información acorde a la estructura de la cadena de custodia. Ver Anexo 3. Formato de cadena de custodia.

2.4.3. Materiales

- Recipiente de 0.1 m³
- Respirador de doble vía
- Guardapolvos blancos
- Guantes de PVC reforzado
- Palana angosta de aluminio
- Manguera para riego
- Bolsas de plástico
- Wincha metálica de 5 metros
- Residuos sólidos orgánicos
- Estiércol de gallina

2.4.4. Instrumentos

- Balanza digital comercial
- Cámara fotográfica

2.5. Procedimiento

2.5.1. Compra de Composteras

Se compró 4 composteras de acero anticorrosivo con una capacidad de 0.1 m³. Se recolectó estiércol de gallinaza de una avícola dedicada a la producción de huevos, localizado en la provincia de Chepén, con las coordenadas 7°16'03.1"S 79°28'47.4"W.

2.5.2. Recolección de Residuos Sólidos del mercado la Hermelinda

Se recolectó residuos sólidos orgánicos del mercado la Hermelinda y se llevó al lugar donde se implementó las composteras y se procedió a la segregación. Luego de la segregación de los residuos sólidos orgánicos, se procedió a homogenizar el sustrato para que el contenido en las 4 composteras tenga lo mismo.

2.5.3. Armado de los 4 tratamientos

Tratamiento 1

La muestra piloto: dicho recipiente, estuvo conformado por 15 kg de residuos sólidos orgánicos. Para que se fermente aeróbicamente fue necesario que el sustrato este fresco, se realizó el volteo del sustrato cada 3 días con la finalidad de mantener húmedo el sustrato, alternando con 1/2 litro de agua para evitar que el sustrato de caliente. Propiciando de esta forma la multiplicación de bacterias aeróbicas. Y pasando los 30 días (su etapa de pre-compostaje).

Tratamiento 2

Se conformó por 15 kg de residuos sólidos orgánicos + 20% de estiércol de gallina del total de los residuos sólidos orgánicos. Para que se fermente aeróbicamente fue necesario que el sustrato este fresco, se realizó el volteo del sustrato cada 3 días con la finalidad de mantener húmedo el sustrato, alternando con 1/2 litro de agua para evitar que el sustrato se caliente. Propiciando de esta forma la multiplicación de bacterias aeróbicas. Y pasando los 30 días (su etapa de pre-compostaje).

Tratamiento 3

Conformado por 15 kg de residuos sólidos orgánicos + 40% de estiércol de gallina del total de los residuos sólidos orgánicos. Para que se fermente aeróbicamente fue necesario que el sustrato este fresco, se realizó el volteo del sustrato cada 3 días con la finalidad de mantener húmedo el sustrato, alternando con 1/2 litro de agua para evitar que el sustrato de caliente. Propiciando de esta forma la multiplicación de bacterias aeróbicas. Y pasando los 30 días (su etapa de pre-compostaje).

Tratamiento 4

Conformado por 15 kg de residuos sólidos orgánicos + 60% de estiércol de gallina del total de los residuos sólidos orgánicos. Para que se fermente aeróbicamente fue necesario que el sustrato este fresco, se realizó el volteo del sustrato cada 3 días con la finalidad de mantener húmedo el sustrato, alternando con 1/2 litro de agua para evitar que el sustrato se caliente. Propiciando de esta forma la multiplicación de bacterias aeróbicas. Y pasando los 30 días (su etapa de pre-compostaje).

2.5.4. Determinación de parámetros para los tratamientos en estudio

a. Determinación de nitrógeno total

Para el método de nitrógeno total se realizó una toma de muestra de un 1kg por cada compostera, el cual fue analizado en el laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria la Molina. Las muestras se mandaron a analizar cada 30 días, el día 60 y el día 90.

b. Determinación pH en la muestra

Para la determinación de este parámetro se tomó muestras con una cantidad de 5 gramos por cada una de las 4 Composteras, las cuales fueron analizadas por el laboratorio de ambiental de la Universidad Privada del Norte. El método consiste en pesar en un vaso de precipitación 5 gramos de muestra en una balanza analítica y luego se agrega 20 ml de agua destilada, finalmente se pasa a medir con el pH metro HACH PACKET PRO Y PRO+, con número de producto 9532800. Estos datos serán tomados cada 7 días hasta llegar al día 91.

c. Análisis de caracterización de la gallinaza

Para el análisis de caracterización de la gallinaza se tomó una muestra con un contenido de 1 kg de gallinaza (estiércol de gallina), el cual se envió al laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria la Molina. En el cual se realizó diferentes tipos de análisis (pH, conductividad eléctrica, humedad, materia orgánica, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, sodio).

d. Análisis de impurezas de la gallinaza

Para este análisis se envió un 1kg de gallinaza (estiércol de gallina), al laboratorio de análisis de suelos, plantas, aguas y fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

e. Determinación de la temperatura en la muestra

La temperatura se midió en °C In situ, en cada una de las 4 Computeras, mediante un termómetro de suelos, el cual fue prestado por la Universidad Privada del Norte. Estos datos se tomaron cada 7 días hasta llegar al día 91 de la ejecución del proyecto.

f. Determinación de la humedad en la muestra

La Humedad se analizó en el laboratorio de Agroindustrial de la Universidad Privada del Norte. El método consistía en utilizar el analizador de humedad MB45 OHAUS, seguido de eso colocar la lata de aluminio y tarar hasta 0, colocar la muestra, en este caso 5 gramos de muestra de cada COMPOSTERA. Luego la maquina en un tiempo determinado arrojará el resultado en (%), cabe resaltar que la temperatura del instrumento se mantiene en 105 °C. Estos datos fueron tomados cada 7 días hasta llegar al día 91 de la ejecución del proyecto.

CAPÍTULO III. RESULTADOS

Objetivo 1: Evaluar la influencia del tiempo y la cantidad de estiércol de gallina en la concentración de nitrógeno del compostaje obtenido por los residuos sólidos orgánicos del mercado Hermelinda, Trujillo, 2017.

Tabla 4.

Prueba post hoc de comparaciones múltiples de Bonferroni para los bloques

(I) Bloque		Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
30 días	60 días	0.0700	0.12878	1.000	-0.3533	0.4933
	90 días	0.2800	0.12878	0.218	-0.1433	0.7033
60 días	30 días	-0.0700	0.12878	1.000	-0.4933	0.3533
	90 días	0.2100	0.12878	0.462	-0.2133	0.6333
90 días	30 días	-0.2800	0.12878	0.218	-0.7033	0.1433
	60 días	-0.2100	0.12878	0.462	-0.6333	0.2133

Nota: Significancia de tratamientos según bloques de 30 días

De los datos presentados en la tabla 4, se muestra las comparaciones múltiples del factor tiempo (30, 60 y 90 días) para la toma de los datos; tal como se mencionó en los resultados de la tabla 6, el bloque o factor tiempo no fue significativa dado que se obtuvo un sig. igual a 0.157, lo que quiere decir que los periodos de tiempo no muestran un valor diferenciado e influyente para el rendimiento del nitrógeno. Los valores de significancia presentados en la tabla 4, muestran que ninguno de ellos es estadísticamente significativo, dado que estos obtuvieron un sig. mayor al 0.05 establecido.

Objetivo 2: Determinar la cantidad adecuada de estiércol de gallina para un óptimo compostaje.

Tabla 5.

Resumen descriptivo de los tratamientos y bloques del experimento

Factores Inter sujetos			
		Etiqueta de valor	N
Tratamiento	T1	0% estiércol	3
	T2	20% estiércol	3
	T3	40% estiércol	3
	T4	60% estiércol	3
Bloque	B1	30 días	4
	B2	60 días	4
	B3	90 días	4

Nota: Cantidad de estiércol y días

En la tabla 5 se muestra el resumen de la composición de los datos experimentales, en el cual se detalla que el experimento consistió en la aplicación de 4 tratamientos respecto a porcentajes de estiércol, cada tratamiento está compuesto por tres repeticiones o datos experimentales obtenidos siendo un total de 12; así mismo se especifica como bloques a los tres periodos de tiempo (30, 60 y 90 días) considerados para la toma de los rendimientos de nitrógeno.

Tabla 6.

Análisis de varianza para bloques completamente al azar de los tratamientos

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	1,050 ^a	5	0.210	6.334	0.022
Intersección	44.853	1	44.853	1352.362	0.000
Bloque	0.170	2	0.085	2.561	0.157
Tratamiento	0.881	3	0.294	8.850	0.013
Error	0.199	6	0.033		
Total	46.103	12			
Total, corregido	1.249	11			

Nota: significancia del tratamiento

De la tabla 6, se muestran los resultados correspondientes al análisis de varianza aplicado a los datos experimentales, para la toma de decisión se tendrá en consideración un nivel de significación igual 5%, siendo este valor referencial para el rechazo de la hipótesis estadística de influencia. Para el caso del valor de sig. de los tratamientos o porcentajes de estiércol, se identificó que este es estadísticamente significativo dado que 0.013 es menor al nivel de significación del 5% o 0.05, lo que muestra que los rendimientos de nitrógeno para cada tratamiento aplicado son diferentes en al menos uno de ellos, y por tanto si tienen un efecto positivo.

Para el caso de los bloques, o los tiempos empleados para la obtención de las muestras en los rendimientos de nitrógeno, muestran un sig. igual a 0.157, lo que quiere decir que los tiempos aplicados para la toma de los datos no presentan una diferencia significativa, es decir, que el tiempo no es una variable significativa que influya de forma positiva en el mejor rendimiento del nitrógeno.

Tabla 7.

Prueba post hoc de comparaciones múltiples de Bonferroni para los tratamientos con estiércol.

(I) Tratamiento	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
				Límite inferior	Límite superior	
0% estiércol	20% estiércol	,7100*	0.14870	0.018	0.1356	1.2844
	40% estiércol	0.4600	0.14870	0.128	-0.1144	1.0344
	60% estiércol	,6033*	0.14870	0.040	0.0289	1.1778
20% estiércol	0% estiércol	-,7100*	0.14870	0.018	-1.2844	-0.1356
	40% estiércol	-0.2500	0.14870	0.862	-0.8244	0.3244
	60% estiércol	-0.1067	0.14870	1.000	-0.6811	0.4678
40% estiércol	0% estiércol	-0.4600	0.14870	0.128	-1.0344	0.1144
	20% estiércol	0.2500	0.14870	0.862	-0.3244	0.8244
	60% estiércol	0.1433	0.14870	1.000	-0.4311	0.7178
60% estiércol	0% estiércol	-,6033*	0.14870	0.040	-1.1778	-0.0289
	20% estiércol	0.1067	0.14870	1.000	-0.4678	0.6811
	40% estiércol	-0.1433	0.14870	1.000	-0.7178	0.4311

Notas: Significancia de los tratamientos
Primer tratamiento es el adecuado

En la tabla 7, se muestran los resultados de las comparaciones múltiples de los rendimientos del nitrógeno, entre las diferentes concentraciones de estiércol aplicados, como se mencionó anteriormente en la tabla 6, la existencia de al menos una diferencia significativa en los rendimientos de los tratamientos, en este caso existen 2 comparaciones a resaltar, el cual es el caso de los rendimientos entre T1 y T2 (0% de concentración estiércol y 20% de concentración de estiércol) y entre T1 y T4 (0% de concentración estiércol y 60% de concentración de estiércol), en donde se obtuvo valores de sig. igual a 0.018 y 0.040 respectivamente. Esto muestra que los rendimientos para cada pareja de tratamientos son estadísticamente diferentes bajo un nivel de significancia del 5%, y siendo el mejor de todos, el tratamiento 1 en donde se considera 0% de concentración de estiércol, la comparación entre el T2 y T4, no presentan diferencia estadísticamente significativa (sig.=1.00).

Objetivo 3: Identificar los factores físicos y químicos del compostaje influyentes en la concentración de nitrógeno.

Tabla 8.

Correlación de factores físicos y químicos en la concentración de nitrógeno.

		Nitrógeno	Temperatura	PH	Humedad
Nitrógeno	Correlación de Pearson	1	-0,759	-0,027	0,901
	Sig. (bilateral)		0,241	0,973	0,099
Temperatura	Correlación de Pearson		1	-0,044	-0,926
	Sig. (bilateral)			0,956	0,074
PH	Correlación de Pearson			1	-0,210
	Sig. (bilateral)				0,790
Humedad	Correlación de Pearson				1
	Sig. (bilateral)				

Nota: Correlación de parámetros fisicoquímicos

De los resultados presentados en la tabla 8, se muestra el comportamiento conjunto de las variables, identificando su relación mediante el coeficiente de correlación de Pearson; los resultados muestran la existencia de una correlación negativa entre el nitrógeno y la temperatura siendo su correlación igual a -0.759, para el caso del nitrógeno y la humedad, se tiene una relación positiva y muy fuerte siendo el coeficiente obtenido igual a 0.901, sin embargo para el caso de la relación que existe entre el nitrógeno y el pH, existe una correlación negativa y muy baja siendo su correlación igual a -0.027.

Tabla 9.

Modelos de regresión

Modelo	Coeficientes			Sig.	I.C AL 95%	
	B	Error estándar	t		Límite inferior	Límite superior
(Constante)	-27,829	0,000		0.000	-27,829	-27,829
Temperatura	0,279	0,000		0.000	0,279	0,279
PH	1,374	0,000		0.000	1,374	1,374
Humedad	0,168	0,000		0.000	0,168	0,168

Nota: Factores influyentes en el proceso de compost. Todos son significativos

En base a los resultados de la tabla 9, se procedió con el modelamiento mediante regresión lineal; de la tabla 8 se muestran que las tres variables predictoras (temperatura, PH y Humedad) son estadísticamente significativos, e influyen en el comportamiento de variabilidad en el rendimiento del nitrógeno.

Objetivo 4: Analizar el comportamiento del nitrógeno durante el proceso de compostaje en los diferentes tratamientos de las composteras.

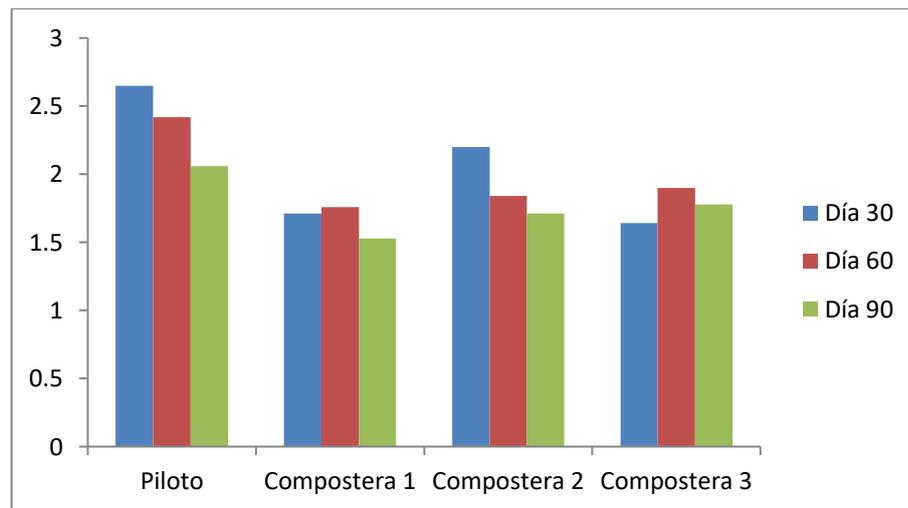


Figura 9. Comportamiento del nitrógeno durante el proceso de compostaje

De la figura 9, se muestra el comportamiento del rendimiento de nitrógeno en cada uno de los periodos experimentales y junto a cada tratamiento asignado a cada compostera. En primer lugar, se analiza el primer tratamiento T1 en el cual se considera 0% de estiércol; en él se puede observar que con el pasar del tiempo, el nitrógeno tiende a disminuir lentamente; para el caso del segundo tratamiento T2 (20% estiércol) se muestra que en el día 60 el nitrógeno tiende a aumentar, pero al siguiente periodo de 90 días, sufre una disminución. Para el rendimiento de la compostera en el tercer tratamiento T3 (40% estiércol) presenta el mismo comportamiento presenciado en el T1 y finalmente en el cuarto tratamiento T4 (60% de estiércol) presenta subida y bajada en el rendimiento del nitrógeno. En cuanto a la comparación general de los rendimientos de nitrógeno en cada uno de los escenarios, se evidencia que el primer tratamiento T1 considerado como muestra es quien presenta mejores resultados, y eso se evidenció en el procedimiento analítico de comparaciones presentado en la tabla 6 y 7 .

CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

4.1. Discusión

En la investigación elaborada se identificó que los tiempos empleados para la obtención de las muestras, en los rendimientos de nitrógeno no presentan una diferencia significativa, es decir, que el tiempo no es una variable significativa que influya de forma positiva en el mejor rendimiento del nitrógeno. Para conseguir resultados eficientes tanto en el proceso del compostaje como en la etapa final, es necesario que se realice un proceso aeróbico ya que esto facilita el periodo de descomposición.

Pero en estudios de Ruano & Trejo (2014), manifiesta que, si existen diferencias significativas en el tiempo de estabilización entre los tratamientos evaluados, con un nivel de confianza del 95%. Esto demuestra que la clase de estiércol utilizado en cada tratamiento influye en el tiempo de estabilización. El tratamiento 1 en donde no se considera estiércol presenta un nitrógeno alto en comparación con los demás. Sin embargo, estudios de Lescano (2015) menciona que no hubo diferencias en cuanto al acelerador por lo que el compost no sufrió variación en su calidad.

La cantidad y las formas de nitrógenos en el compost varían de forma constante debido a los diferentes procesos ya que el ciclo de nitrógeno en el suelo se ve muy afectado por la mineralización, que consiste en la transformación del nitrógeno orgánico en materia del suelo y abono en nitrógeno inorgánico, lo que finalmente forma amonio por medio de las actividades de los hongos y bacterias. Las condiciones climáticas cálidas y húmedas incrementan los procesos de mineralización (Verhulst et., 2015).

La cantidad de estiércol utilizado para las 4 composteras con sus respectivas observaciones (30, 60 y 90 días), es en el primer tratamiento T1, no se utiliza ningún porcentaje de estiércol, el segundo T2 está constituido por 20% de estiércol, el tercer T3, está conformado por 40% de estiércol y el cuarto T4, se le colocó 60% de estiércol con sus respectivos 15 kg de residuos sólidos orgánicos donde la influencia del tiempo y la cantidad de estiércol de gallina no influye significativamente.

En estudios de Garcés, Angulo & Alvarado (2017), utilizó el estiércol de gallina, pero en dos tiempos de fermentación, el primero fue a los 45 y el segundo a los 60 días, donde

se mezclaron los ingredientes como 2 litros de sangre bovina, 12 kilos de rumen, 3 kilos de alfalfa, 60 gramos de levadura, 2 litros de melaza y 30 litros de agua de río donde demostró que existen diferencias significativas entre el tiempo y la cantidad de estiércol, además de los parámetros fisicoquímicos.

Los factores físicos y químicos que influyen en la realización de los proyectos de compostaje son el pH, temperatura y humedad ya que intervienen en el comportamiento de variabilidad en el rendimiento del nitrógeno, es por tal razón que se debe de medir constantemente estos factores con la finalidad de obtener un compost de calidad. En el caso que exista una humedad fuera del límite permitido es recomendable realizar el volteo de las pilas de compost.

En cambio, investigaciones de Mancha (2018) señala los factores como la temperatura y humedad de los tratamientos no presenta diferencia significativa debido a que la caracterización de la prueba y el grado de pH en los 2 tratamientos que fueron descompuestos tuvo similares características. Así mismo, en estudios de Garcés, Angulo & Alvarado (2017), reporta que en el comportamiento del pH existe diferencias significativas para las variables relacionadas al estiércol. El otro parámetro registrado fue la temperatura, las cuales oscilaron entre 26,1-26,9°C. Con diferencias estadísticamente en cuanto al tiempo para las variables relacionadas con el mismo estiércol. A los 45 días la temperatura promedió un valor de 26,9 y a los 60 días fue de 26,1.

En estudios de Román et al. (2013), menciona que los factores físicos y químicos que intervienen o influyen en la concentración de nitrógeno durante el desarrollo y descomposición de los residuos orgánicos son la temperatura, humedad y pH. Se debe tener en cuenta las condiciones ambientales como la temperatura en el proceso de fermentación ya que el nitrógeno se mineraliza y esto hace que se transforme en nitrito y amoníaco.

El comportamiento del rendimiento de nitrógeno obtenido en cada uno de los tratamientos experimentales es que, para el primer tratamiento con el transcurso del tiempo, el nitrógeno viene a disminuir, el segundo se muestra que en el día 60 el nitrógeno tiende a aumentar, pero el día 90 sufre una disminución y para el tercer tratamiento presenta el mismo comportamiento presenciado en el tratamiento T1 y finalmente en el

tratamiento T4, presenta aumentos y reducciones de nitrógeno. Los rendimientos de nitrógeno en cada uno de los escenarios, se evidencia que el primer tratamiento T1, es quien presenta mejores resultados.

Pero en estudios de Garcés, Angulo & Alvarado (2017) demuestran que los promedios de nitrógeno frente al tiempo de fermentación no presentaron ningún tipo de diferencia estadística, lo cual posiblemente se debe a la baja tasa de mineralización de este elemento el cual hace que se comporta de manera ascendente, dependiendo mucho la temperatura en la etapa de fermentación y del tipo de suelo. Además, comprobaron que la mineralización del nitrógeno está relacionada con las condiciones ambientales.

Tortosa (2014), menciona que el nitrógeno es uno de los nutrientes más importantes en un compost, esto permite brindar una mejor calidad en su contextura, es por eso al momento de realizar los procesos de compostaje se debe asegurar una fermentación adecuada ya que el nitrógeno se evapora debido a los factores ambientales que está expuesto.

4.2. Conclusiones

Se determinó que la influencia del tiempo y la cantidad de estiércol de gallina no influyen en la concentración de nitrógeno durante los procesos de compostaje ya que no presentan diferencias significativas entre los tratamientos.

Se concluyó que la cantidad adecuada de estiércol de gallina para la elaboración en el compostaje debe ser el 20 % del total de residuos sólidos orgánicos recolectados del mercado Hermelinda, Trujillo. Según los resultados obtenidos es que cuando menos estiércol se utiliza la calidad del nitrógeno va a aumentar.

Se identificó que la temperatura, humedad, potencial hidrógeno y oxígeno son componentes físicos y químicos que tiene una influencia en la concentración de nitrógeno durante la elaboración del compostaje de residuos sólidos orgánicos y estiércol de gallina.

El rendimiento de nitrógeno no presentó diferencias significativas durante el desarrollo del compostaje. Se presenta el comportamiento del nitrógeno en cada uno de los tratamientos, donde en el primer tratamiento no se utilizó estiércol; el cual durante el transcurso del tiempo el nivel de nitrógeno va reduciendo, para el segundo tratamiento se utiliza (20% estiércol) y en el día 60 el nitrógeno tiende a aumentar, pero al día 90 sufre una disminución, en el tercer tratamiento (40% estiércol) exhibe un comportamiento igual que el T1 y en el tratamiento 4 (60% de estiércol) hay momentos en que sube pero luego reduce el nivel de nitrógeno.

REFERENCIAS

- Alcantara, E., & Rabanal, J. (2015). *Elaboración de un plan de segregación de residuos orgánicos para la producción de compost en el distrito de chancay – San Marcos – Cajamarca* 2015. Cajamarca. Obtenido de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/11186/alcantara_le.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arango, M. (2017). *Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos*. Caldas: Corporación Universitaria Lasallista. Obtenido de http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/2036/1/Abonos_organicos_alternativa_conservacion_mejoramiento_suelo.pdf
- Azabache, L., Chinchayhuara, G., Correa, G., Cruz, S., Dongo, P., Franco, P.,... Villena, H (2014). *Estudio de caracterización de los residuos sólidos en el mercado la Hermelinda*. Trujillo: Universidad Alas Peruanas.
- Barreros, E. (2017). *Efecto de la relación carbono/nitrógeno en el tiempo de descomposición del abono de cuy (Cavia porcellus), enriquecido*. Cevallos: Universidad Técnica de Ambato. Obtenido de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/25395>
- Braga, P., Conde, R., Francisco, A., Gamboa, R., Gimeno, M., Giral, C., & Ibáñez, R. (2012). *Gestión de enfermería*. Obtenido de http://www.unizar.es/proactividad/trabajos_alumnos/11-12/Enfermeria_Enfermeria_Laboral.pdf
- Camacho, A., Martinez, L., Ramirez, H., & Valenzuela, R. (2014). *Effect of inoculating white-rot fungus during different phases on the compost maturity of agricultural wastes*. *Proc. Biochem.* 44: 396-400.
- Redacción RPP. (05 de septiembre de 2018). *Perú produce 23 mil toneladas diarias de basura: la alarmante gestión de residuos sólidos*. RPP Noticias. Obtenido de <https://rpp.pe/politica/elecciones/peru-produce-23-mil-toneladas-diarias-de-basura-la-alarmante-gestion-de-residuos-solidos-noticia-1147951>

- El comercio (2015). *El mercado La Hermelinda es el punto más crítico de contaminación en Trujillo*. Obtenido de http://www.actualidadambiental.pe/wp-content/uploads/2015/01/elcomercio_2015-01-29_p10b.pdf
- El Peruano. (2017). Normas Legales. Obtenido de <http://eca-suelo.com.pe/wp-content/uploads/2017/12/aprueban-estandares-de-calidad-ambiental-eca-para-suelo-decreto-supremo-n-011-2017-minam-1593392-5.pdf>
- FAO (2015). El suelo es un recurso no renovable. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i4373s.pdf>
- Garcés , L., Angulo, A., & Alvarado, S. (2017). *Elaboración artesanal y caracterización de bioles a base de estiércol bovino y gallinaza en diferentes tiempos de fermentación*. Guayas: Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana. Obtenido de <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/bioles-estiércol-bovino.html>
- Hernández, R., Fernadez, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México. Obtenido de <http://observatorio.epacartagena.gov.co/wp-content/uploads/2017/08/metodologia-de-la-investigacion-sexta-edicion.compressed.pdf>
- Huerta, E. (2018). *Basura en las calles del Perú | ¿Cómo podemos combatir este grave problema?* Lima: Diario El Comercio. Obtenido de <https://elcomercio.pe/tecnologia/actualidad/basura-peru-contaminacion-problema-lima-soluciones-noticia-588581>
- Kaza, S., Yao, L., Bhada-Tata, P., & Van, F. (2018). *A global snapshot of solid waste management to 2050*. Washington DC: World Bank Group. Obtenido de <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/30317>
- Lescano, C. (2015). *Efactor de tres aceleradores de degradación en el tiempo de compostaje utilizando residuos sólidos orgánicos urbanos en Huanchaco, Trujillo*. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo. Obtenido de <http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/7643/LESCANO%20BOCA%20NEGRA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Lira, J. (10 de junio de 2014). *OEFA interviene en inadecuada disposición de residuos sólidos en botadero en Trujillo*. Obtenido de <https://gestion.pe/economia/oefa-interviene-inadecuada-disposicion-residuos-solidos-botadero-trujillo-62622>
- Lira, J. (10 de septiembre de 2017). *Perú solo recicla el 15% de la basura que genera diariamente*. Obtenido <https://gestion.pe/economia/empresas/peru-recicla-15-basura-genera-diariamente-143243>
- Lozada, J. (2014). *Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria*. Ecuador: CIENCIAMÉRICA. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6163749.pdf>
- Mancha, M. (2018). *Elaboración de compost con diferentes fuentes, proporciones y evaluación de la calidad en el distrito de San Jerónimo de Tuna*. Huancayo: Universidad Continental. Obtenido de https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/continental/4693/1/IV_FIN_107_TE_Mancha_Mulato_2018.pdf
- MINAM. (2016) *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024*. Lima. Obtenido de <http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/59910>
- MINAM. (2016). *Compendio de la Legislación Peruana*. Lima. Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/310642/RM-N_-044-2016-MINAM.pdf
- MINAM. (2017). *Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM*. Peru. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/60275>
- MINAM. (2017). *Nueva Ley De Residuos Sólidos*. Lima. Obtenido de <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/nueva-ley-de-residuos-solidos/>
- Monsalve, Ó., Gutiérrez, J., & Cardona, W. (2017). *Factores que intervienen en el proceso de mineralización de nitrógeno cuando son aplicadas enmiendas orgánicas al suelo. Una revisión*. Bogotá: Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas. Obtenido de https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ciencias_hortícolas/article/download/5663/pdf/

- Moreno, I. (2018). *Los fertilizantes orgánicos y naturales, una nueva tendencia para el cultivo sostenible*. Cádiz: La voz de Cádiz Digital. Obtenido de https://www.lavozdigital.es/cadiz/provincia/lvdi-fertilizantes-organicos-y-naturales-nueva-tendencia-para-cultivo-sostenible-201802270748_noticia.html
- Morocho, B. (2016). *Influencia del lodo seco PTAR Covicorti-Trujillo en estiércol bovino para la obtención de humus orgánico, usando lombriz Roja Californiana*. Trujillo. Obtenido de http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/UCV/6599/bacilio_ml.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Oviedo, R., Marmolejo, L., y Torres P (2012) Perspectivas de aplicación del compostaje de biorresiduos provenientes de residuos sólidos municipales. un enfoque desde lo global a lo local. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 11(20), 67-76
- Palmero, R. (2010). *Elaboración de compost con restos vegetales con el sistema Tradicional en pilas o Montones*. Lima. Obtenido de <http://www.ecohabitar.org/wp-content/uploads/2013/10/elaboracion-de-compost-con-restos-vegetales-1.pdf>
- Peruano, E. (2017). Normas Legales. Obtenido de <http://eca-suelo.com.pe/wp-content/uploads/2017/12/aprueban-estandares-de-calidad-ambiental-eca-para-suelo-decreto-supremo-n-011-2017-minam-1593392-5.pdf>
- Rafael, V. (2015). *Proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos, Sapallanga – Huancayo*. Huanacayo. Obtenido de <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCPC/3511/Rafael%20Avila.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Roa, Y. (2012). *El Compost De Gallinaza Como El Perfecto Abono Orgánico. Ventajas Y Desventajas*. Peru. Obtenido de <https://agronomaster.com/gallinaza-como-abono/>
- Roman, P., Martinez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor*. Chile. Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>

- Ruano, D., & Trejo, Á. (2014). *Evaluación de abono orgánico de residuos agropecuarios en cultivos de Pisum sativum y Solanum phureja*. Bogotá: Revista Agronomía. Obtenido de [http://200.21.104.25/agronomia/downloads/Agronomia22\(1\)_5.pdf](http://200.21.104.25/agronomia/downloads/Agronomia22(1)_5.pdf)
- Sánchez, J. (2018). Qué son los residuos sólidos y cómo se clasifican. *Ecología verde*. Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/que-son-los-residuos-solidos-y-como-se-clasifican-1537.html>
- SEGAT. (Julio de 2016). Obtenido de <http://sial.segat.gob.pe/download/file/fid/60958>
- SEGAT. (Mayo de 2018). Obtenido de <http://sial.segat.gob.pe/normas/ordenanza-que-aprueba-programa-educacion-cultura-ciudadania-ambiental>
- Torres, D., Sandoval, E., Peña, J., & Vera, J. (2016). *Aporte de nitrógeno proveniente de pollinaza al cultivo de brócoli (Brassica oleracea L.)*. Puebla: Revista FCA UNCUYO. Obtenido de http://revista.fca.uncu.edu.ar/images/stories/pdfs/2017-02/Cp08_Vera_Nuez.pdf
- Tortosa, G. (16 de Julio de 2014). *Contenido de nitrógeno en un compost*. Obtenido de <http://www.compostandociencia.com/2014/07/determinacion-del-contenido-total-de-nitrogeno-en-un-compost/>
- Velasquez, M., & Velásque, M. (2016). *Evaluación de la eficiencia del abono orgánico obtenido de los residuos vegetales de la plaza de mercado del municipio de San Gil en el cultivo de mandarina arrayana*. Caldas: Universidad de Manizales. Obtenido de <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/6789/2926/TRABAJO%20TESIS%20FINAL.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Verhulst, N., François, I., Grahmann, K., Cox, R., & Govaerts, B. (2015). *Eficiencia del uso de nitrógeno y optimización de la fertilización nitrogenada en la agricultura de conservación*. México. Obtenido de http://conservacion.cimmyt.org/en/component/docman/doc_view/1502-eficiencia-del-uso-de-nitrogeno

ANEXOS

ANEXO 1

Tabla 10.

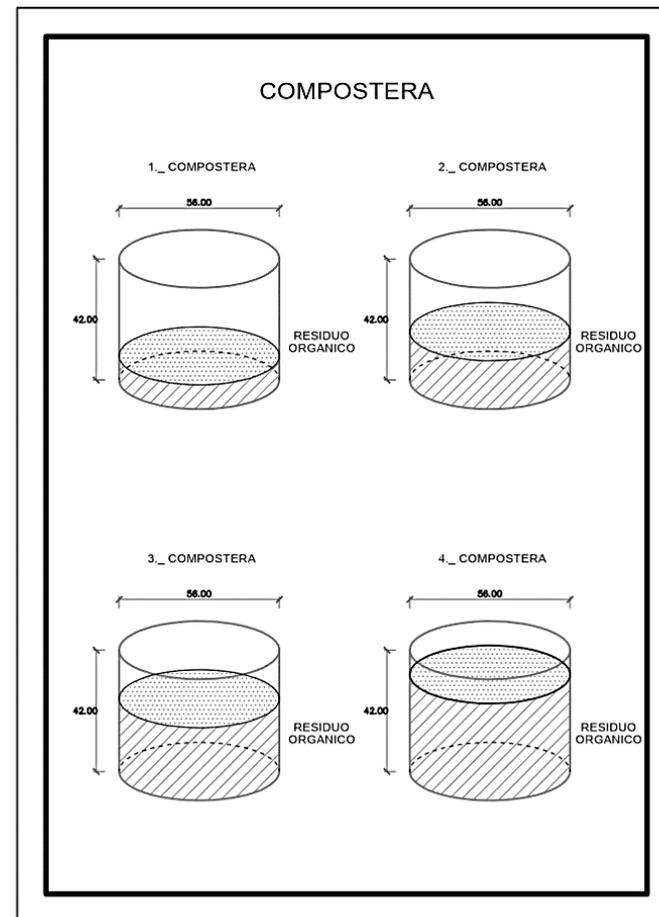
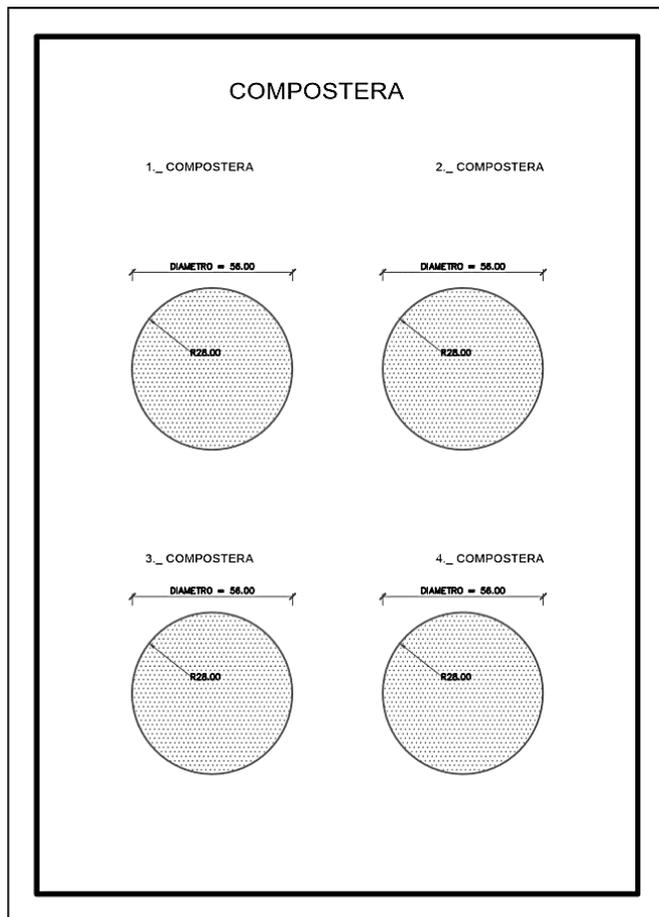
Caracterización agroquímica de un estiércol de gallina o gallinaza

Parámetros	Estiércol de Gallina (Gallinaza)
Humedad (%)	20,1
pH	7,50
Conductividad eléctrica (dS m-1)	8,47
Materia orgánica (%)	80,5
Lignina (%)	13,0
Celulosa (%)	15,0
Hemicelulosa (%)	30,7
Carbono orgánico total (COT, %)	39,8
Nitrógeno total (NT, mg kg-1)	32,3
Amonio (NH ₄ ⁺ , mg kg-1)	5915
Nitrato (NO ₃ ⁻ , mg kg-1)	19
Nitrito (NO ₂ ⁻ , mg kg-1)	nd
Relación C/N	12,3
Contenido graso (%)	1,5
Carbohidratos hidrosolubles (%)	2,1
Polifenoles hidrosolubles (%)	0,9
Carbono hidrosoluble (COH, %)	6,8
Fósforo (P, g kg-1)	2,2
Potasio (K, g kg-1)	13,5
Calcio (Ca, g kg-1)	47,5
Magnesio (Mg, g kg-1)	5,5
Sodio (Na, g kg-1)	4,1
Azufre (S, g kg-1)	4,0
Hierro (Fe, mg kg-1)	1929
Cobre (Cu, mg kg-1)	29

Nota: Datos expresados sobre materia seca, el pH y CE en un extracto acuoso 1:10, nd: no detectado

Fuente: Tortosa, G et al., (2012). The production of commercial organic amendments and fertilisers by composting of two-phase olive mill waste ("alperujo")

ANEXO 2. Plano de dimensiones y distribución de las composteras



Fuente: Elaboración Propia

ANEXO 4. Galería fotográfica

Procedimiento



Figura 10. Extracción de estiércol de gallinaza.



Figura 11. Recolección de residuo orgánico del Mercado la Hermelinda.



Figura 12. Empaquetado y transporte de los residuos sólidos orgánicos.



Figura 13. Segregación de los residuos sólidos orgánicos.



Figura 14. Pesado de residuos sólido orgánico por cada compostera.



Figura 15. Agregado de estiércol de gallinaza según la compostera correspondiente.



Figura 16. Composteras armadas.

Determinación de factores de condicionamiento de las composteras.

Determinación de Temperatura (IN SITU)



Figura 17. Toma de temperatura de las composteras in situ.

(EX SITU)



Figura 18. Recolección de sustrato por cada compostera.



Figura 19. Muestras para ser enviadas a Laboratorio de Suelo La Molina

Determinación de pH



Figura 20. Se pesó 5 gr de sustrato en una balanza analítica.



Figura 21. Se agrega al sustrato 10 ml de agua destilada.



Figura 22. Medición de pH de las cuatro muestras.



Figura 23. Etiqueta de calibración del pH metro Hach multiparámetro.

ANEXO 5. Base de datos

Tabla 11.

Resultados de temperatura

Análisis	Temperatura (°C)												
	Día 7 - 14/11/17	Día 14 - 21/11/17	Día 21 - 28/11/17	Día 28 - 5/12/17	Día 35 - 12/12/18	Día 42 - 19/12/18	Día 49 - 26/12/18	Día 56 - 2/01/18	Día 63 - 9/01/18	Día 70 - 16/01/18	Día 77 - 23/01/18	Día 84 - 30/01/18	Día 91 - 06/02/18
Piloto	22.4	24.8	22.4	28.5	26.6	25.2	24.9	26.1	30.4	24	29.1	27.1	34.9
Compostera 1	33.3	23.4	24.2	27.2	27.6	26.3	27	27.9	30.9	24.2	27.7	32.3	37.4
Compostera 2	47.2	21.8	23.6	27.6	29.2	24.5	24.3	24.7	32.9	25.8	30.1	30.2	38.9
Compostera 3	49.5	27.3	25.2	29.7	30.3	25.8	25.7	25.6	31.2	27.1	31.7	29.8	35.7

Tabla 12.

Resultados de humedad

Muestra	Humedad (%)												
	Día 7 - 14/11/17	Día 14 - 21/11/17	Día 21 - 28/11/17	Día 28 - 5/12/17	Día 35 - 12/12/18	Día 42 - 19/12/18	Día 49 - 26/12/18	Día 56 - 2/01/18	Día 63 - 9/01/18	Día 70 - 16/01/18	Día 77 - 23/01/18	Día 84 - 30/01/18	Día 91 - 06/02/18
Piloto	65.3	64.8	75.23	68.75	74.39	69.72	69.69	67.58	63.13	57.43	50.57	61.85	51.51
Compostera 1	68.42	69.53	60.07	60.83	59.74	63.71	64.32	51.39	52.45	56.55	49.81	40.11	44.7
Compostera 2	63.46	64.47	61.99	54.39	65.33	63.92	62.51	52.44	62.41	55.29	45.27	40.28	34.5
Compostera 3	67.97	68.72	68.05	52.24	60.61	63.51	64.72	48.67	49.13	50.67	45.62	43.48	38.25

Tabla 13.

Resultados de pH

Muestra	pH												
	Día 7 - 14/11/17	Día 14 - 21/11/17	Día 21 - 28/11/17	Día 28 - 5/12/17	Día 35 - 12/12/18	Día 42 - 19/12/18	Día 49 - 26/12/18	Día 56 - 2/01/18	Día 63 - 9/01/18	Día 70 - 16/01/18	Día 77 - 23/01/18	Día 84 - 30/01/18	Día 91 - 06/02/18
Piloto	6.33	7.8	8.57	9.38	8.44	8.21	8.32	8.68	9.01	9.01	9.5	9.73	9.73
Compostera 1	6.27	8.01	8.44	8.71	8.7	8.67	8.47	8.85	9.17	8.89	9.57	9.9	9.77
Compostera 2	6.54	8.41	7.89	9.35	8.19	8.11	8.51	9.2	9.29	9.25	10.09	10.22	10.29
Compostera 3	6.04	8.47	7.91	7.65	7.5	8.51	8.54	8.64	9.27	9.29	9.62	10.03	10.18

Tabla 14.

Resultados de nitrógeno

Muestra	Nitrógeno Total		
	Análisis 1 Día 30	Análisis Día 60	Análisis Día 90
Piloto	2.65	2.42	2.06
Compostera 1	1.71	1.76	1.53
Compostera 2	2.2	1.84	1.71
Compostera 3	1.64	1.9	1.78

Tabla 15.

Resultados del análisis preliminar del estiércol

Parámetros	pH	Materia Orgánica	Nitrógeno	Impurezas	Humedad
Estiércol de Gallina	7.82	71.38	1.77	2.06	13.93

ANEXO 6. Matriz de consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis	Variables	Metodología
¿La variación de estiércol de gallina y el tiempo, influye en la concentración de nitrógeno en el compostaje obtenido por los residuos sólidos orgánicos del mercado Hermelinda de la ciudad de Trujillo, 2017?	Evaluar la influencia del tiempo y la cantidad de estiércol de gallina en la concentración de nitrógeno del compostaje obtenido por los residuos sólidos orgánicos del mercado Hermelinda, Trujillo, 2017.	Ho: La influencia del tiempo y cantidad de estiércol de gallina no influyen significativamente en la concentración de nitrógeno durante el proceso de compostaje obtenido de los residuos sólidos orgánicos del mercado Hermelinda, Trujillo, 2017.	V. Independiente (X): Influencia del tiempo Periodo de descomposición	Tipo de investigación Aplicada
	Objetivos Específicos		Cantidad de estiércol de gallina Nivel de nitrógeno	Diseño de investigación Experimental puro
	Determinar la cantidad adecuada de estiércol de gallina para un óptimo compostaje.	H1: La influencia del tiempo y cantidad de estiércol de gallina influyen significativamente en la concentración de nitrógeno durante el proceso de compostaje obtenido de los residuos sólidos orgánicos del mercado Hermelinda, Trujillo, 2017.	V. Dependiente (Y): Concentración de nitrógeno del compostaje	Población y Muestra Recolección de residuos sólidos orgánicos del mercado Hermelinda, Trujillo; siendo constituida la población por cuatro composteras. Muestra: 12 kg de compost
	Identificar los factores físicos y químicos del compostaje influyentes en la concentración de nitrógeno.		Dimensiones: Factores Físicos del compostaje Factor Químico del compostaje Cantidad de estiércol de gallina	Muestreo No probabilístico por conveniencia
	Analizar el comportamiento del nitrógeno durante el proceso de compostaje en los diferentes tratamientos de las composteras.		Tiempo de contacto Concentración de Nitrógeno	

Figura 27. Matriz de consistencia

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 7. Informes de análisis de laboratorio - UNALM



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



INFORME DE ANALISIS DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : RODRIGO ALONZO ORIHUELA VIGO
 PROCEDENCIA : LA LIBERTAD/ TRUJILLO
 MUESTRA DE : ESTIERCOL DE GALLINA
 REFERENCIA : H.R. 61588
 BOLETA : 1078
 FECHA : 06/12/17

Nº LAB	CLAVES	pH	C.E. dS/m	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %
933		7.82	9.46	71.38	1.77	3.71	2.43

Nº LAB	CLAVES	CaO %	MgO %	Hd %	Na %	Impurezas %
933		7.91	1.09	13.93	0.64	2.06

Metodologías empleadas:

- pH: Potenciometría.
- Conductividad eléctrica: medición indirecta del contenido de sales solubles en el extracto acuoso obtenido de la pasta saturada.
- Materia orgánica: Método de Walkley y Black.
- Nitrógeno: Método de Kjeldahl.
- Fósforo: Método del azul de molibdeno
- Potasio: Espectrofotometría de absorción atómica.
- Calcio: Espectrofotometría de absorción atómica
- Magnesio: Espectrofotometría de absorción atómica
- Humedad: Diferencia de peso, gravimetría.
- Sodio: Espectrofotometría de absorción atómica.
- inertes o Impurezas: Calcinación o acenización a 500°C y luego lavado con una solución de HCl para remover los óxidos presentes hasta que deje de efervesecer. Finalmente, lavado con agua y secado para determinar la masa gravimétricamente.



Dr. Sady García Bendezi
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
 Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
 e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



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



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : ORIHUELA VIGO RODRIGO ALONZO
PROCEDENCIA : LA LIBERTAD/ TRUJILLO
MUESTRA DE : COMPOST
REFERENCIA : H.R. 61837
BOLETA : 1154
FECHA : 19/12/17

Nº LAB	CLAVES	N %
964	T1	2.65
965	T2	1.71
966	T3	2.20
967	T4	1.64

Metodologías empleadas:

- Nitrógeno: Método de Kjeldahl.



Dr. Sady García Bendejú
Jefe de Laboratorio

Av. La Molina s/n Campus UNALM
Telf.: 614-7800 Anexo 222 Teléfono Directo: 349-5622
e-mail: labsuelo@lamolina.edu.pe



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

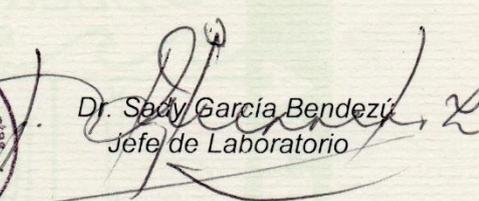


INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : RODRIGO ORIHUELA VIGO
PROCEDENCIA : LA LIBERTAD
MUESTRA DE : COMPOSTAJE
REFERENCIA : H.R. 62113
FECHA : 19/01/18

Nº LAB	CLAVES	N %
014	Tratamiento 01	2.42
015	Tratamiento 02	1.76
016	Tratamiento 03	1.84
017	Tratamiento 04	1.90




Dr. Sedy García Bendezi
Jefe de Laboratorio



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



INFORME DE ANALISIS ESPECIAL DE MATERIA ORGANICA

SOLICITANTE : JOSE IGNACIO CAMACHO TAVARA
PROCEDENCIA : LA LIBERTAD
MUESTRA DE : COMPOSTAJE
REFERENCIA : H.R. 62471
BOLETA : 1300
FECHA : 20/02/18

Nº LAB	CLAVES	N %
107	Tratamiento 1	2.06
108	Tratamiento 2	1.53
109	Tratamiento 3	1.71
110	Tratamiento 4	1.78




Dr. Sara García Bendezi
Jefe de Laboratorio