



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Efecto de la Humedad en el Compostaje sin la Aplicación de
Agua para la Obtención de Compost – Distrito Moquegua**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Aduvire Vizcarra, Andy Eliseo (ORCID: 0000-0001-7958-5854)

ASESOR:

Mgr. Honores Balcazar, Cesar Francisco (ORCID: 0000-0003-3202-1327)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Tratamiento y Gestión de los Residuos

LIMA — PERÚ

2021

Dedicatoria

Dedico el trabajo presente a mis padres, por el inmenso aprecio y cariño que les tengo, por todos los buenos consejos que me dieron y por todo el apoyo incondicional que me brindaron.

Agradecimiento

Les doy las gracias a mis padres por todo el apoyo que me brindaron para hacer realidad este logro

A la Universidad Cesar Vallejo y a mi asesor que supo guiarme con su amplia experiencia y por todos los buenos consejos brindados.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas.....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	11
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	11
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo.....	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos.....	15
3.6. Método de análisis de datos.....	21
3.7. Aspectos éticos.....	21
IV. RESULTADOS.....	22
V. DISCUSIÓN.....	27
VI. CONCLUSIONES.....	30
VII. RECOMENDACIONES.....	31
REFERENCIAS.....	32
ANEXOS.....	35

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de Operacionalización.....	12
Tabla 2. Instrumentos de recolección de datos.	14
Tabla 3. Clasificación de residuos orgánicos de mercado.	22
Tabla 4. Clasificación de elementos intervinientes.	23

ÍNDICE DE GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1. Recolección de residuos orgánicos.....	15
Figura 2. Pesaje de residuos orgánicos recolectados.....	16
Figura 3. Clasificación de la composición de los residuos orgánicos.	16
Figura 4. Recolección de estiércol vacuno.....	17
Figura 5. Recolección y separación de residuos poda.....	17
Figura 6. Mezcla y picado de residuos orgánicos.	18
Figura 7. Armado de pila de compostaje.	18
Figura 8. Registro de la humedad durante el proceso de compostaje.	19
Figura 9. Registro de la temperatura durante el proceso de compostaje.	20
Figura 10. Registro de pH durante el proceso de compostaje.	20
Gráfico 1. Porcentajes de residuos orgánicos.....	22
Gráfico 2. Porcentajes de elementos intervinientes	23
Gráfico 3. Comportamiento de la humedad	24
Gráfico 4. Comportamiento de la temperatura	25
Gráfico 5. Comportamiento del pH.....	26

Resumen

La presente investigación tuvo por objetivo evaluar el efecto de la humedad en el compostaje sin la aplicación de agua para la obtención de compost en el Distrito de Moquegua. Se realizó la determinación de la cantidad y composición de los residuos orgánicos, así mismo se utilizó elementos intervinientes y se realizó el análisis de la variación de la humedad, temperatura y pH durante el proceso de compostaje. Como resultados se obtuvieron 84.6 kg de residuos de frutas, 36.8 kg de residuos de verduras, 64.5 kg de residuos de hortalizas y 12.1 kg de residuos de flores, en cuanto a los elementos intervinientes se obtuvieron, 18.5 kg de estiércol y 16 kg de residuos de poda, en cuanto a los parámetros evaluados se obtuvieron que la humedad final del compostaje fue de 42%, la temperatura final fue de 27.4°C y el pH final fue de 8.4. Se concluyó que los residuos orgánicos procedentes del mercado tienen un alto contenido de humedad, el cual permite desarrollar el compostaje, además es necesario utilizar elementos intervinientes que permitan controlar dicha humedad y el monitoreo de parámetros permite conocer el estado en el que se encuentra el proceso de compostaje.

Palabras clave: Compostaje, residuos orgánicos, humedad.

Abstract

The objective of this research was to evaluate the effect of humidity on composting without the application of water to obtain compost in the District of Moquegua. The determination of the quantity and composition of the organic residues was carried out, likewise, intervening elements were used and the analysis of the variation of humidity, temperature and pH during the composting process was carried out. As results, 84.6 kg of fruit waste, 36.8 kg of vegetable waste, 64.5 kg of vegetable waste and 12.1 kg of flower waste were obtained, as for the intervening elements, 18.5 kg of manure and 16 kg of waste were obtained. of pruning, in terms of the parameters evaluated, it was obtained that the final humidity of the composting was 42%, the final temperature was 27.4 ° C and the final pH was 8.4. It was concluded that organic waste from the market has a high moisture content, which allows composting to develop, it is also necessary to use intervening elements that allow controlling said humidity and the monitoring of parameters allows knowing the state in which the composting process is.

KeyWords: Composting, organic waste, humidity.

I. INTRODUCCIÓN

El compostaje es una tecnología empleada que tiene costos significativamente bajos, la cual logra transformar los residuos orgánicos y los subproductos orgánicos en abonos para fertilizar los suelos, reduciendo significativamente los impactos generados al ambiente y mejorar la calidad de los suelos (Hanníbal et al., 2016)

Las tecnologías que se utilizan más para aprovechar los residuos orgánicos es el compostaje, sin embargo, debido a la escasa investigación para su aplicación, no ha sido muy efectiva la implementación en países en vías de desarrollo. Todos estos avances de investigación han mejorado significativamente las condiciones para higienizar el material, reducir los tiempos de duración del proceso, llegar a los estándares necesarios de la calidad del producto obtenido, así como realizar mejoras con los controles necesarios y el seguimiento de la estabilidad y madurez del producto final obtenido (Oviedo et al., 2017)

Para la elaboración de compost a partir de una propuesta piloto, que parte de residuos orgánicos que provienen del mantenimiento que se realiza a las áreas verdes de los lugares públicos, los resultados que se obtuvieron, señalaron que el producto final que se obtuvo estaría dentro de la clase B según la normal de Chile (NCh2880.Of2004). Además, se logró demostrar es viable la producción de compost de forma técnica y económica, así mismo con la producción de compost se evita que en el relleno sanitario se realice la disposición final de estos residuos orgánicos, lo cual permite ahorrar significativamente en términos de costos al implementar la propuesta de gestión (Cabrera y Rossi, 2016)

En el escenario de la crisis ambiental, la contaminación por residuos sólidos en particular, es uno de los problemas más importantes que hacen frente las personas en el mundo, principalmente las zonas urbanas que diariamente generan miles de millones de toneladas de basura. No obstante, aproximadamente el 44% a nivel mundial y entre 60-70% en países en desarrollo, de los residuos totales, son residuos orgánicos, es decir, son residuos que pueden ser aprovechados, a través de procesos de compostaje, lo cual no únicamente reduce la cantidad de residuos orgánicos que llegan los lugares de disposición final y por ende la contaminación, sino que permiten aprovechar el contenido nutricional de los residuos orgánicos,

generando subproductos que pueden tener un valor agregado económico, pero lo importante son los valores socio-ambientales, vinculados con las buenas prácticas de gestión de residuos (Arévalo, 2021).

La carencia de rellenos sanitarios en el Distrito de Moquegua, así como la generación diaria de residuos orgánicos que provienen de diferentes fuentes, así como las guías y normas tradicionales han logrado contribuir en la valorización de los residuos orgánicos en el sector. En la actualidad el distrito de Moquegua cuenta con una planta de valorización de residuos orgánicos, el cual desarrolla el compostaje con un método tradicional, por lo cual este trabajo de investigación busca proponer un método de compostaje sin la aplicación de agua y llevar el proceso compostaje con la misma humedad de los residuos orgánicos.

Al contar con método de compostaje tradicional, con la aplicación de agua para lograr el desarrollo de este proceso, cuya duración tiene tres meses a más aproximadamente, existe la necesidad de diseñar y proponer como una alternativa de solución al problema señalado, la propuesta de investigación presente por medio de un proceso de compostaje con la humedad misma de los residuos orgánicos, con un sistema de compostaje adecuado el cual permitirá reducir los tiempos de producción y eliminar la aplicación de agua, lo cual contribuirá en beneficio del ambiente.

De acuerdo a la realidad problemática señalada, se planteó la interrogante siguiente como problema general de la investigación: ¿Cuál es el efecto de la humedad en el compostaje sin la aplicación de agua para la obtención de compost–Distrito Moquegua?

Y como problemas específicos en la investigación se plantearon: ¿Cuál es la cantidad y composición de los residuos orgánicos que ingresarán al proceso de compostaje?, ¿Cuáles serán los elementos intervinientes para la obtención de compost? Y ¿Cuál será el análisis de las variaciones de la humedad, temperatura y pH?.

La justificación ambiental de la investigación es debido a que en todos los sectores que habita el ser humano existe gran cantidad de generación de residuos sólidos inorgánicos y orgánicos, siendo los orgánicos objeto del presente estudio, debido a que existen métodos comunes y/o tradicionales para su tratamiento pero estos

métodos requieren de una cantidad de tiempo y recursos, los cuales es responsabilidad de todos el minimizar el uso de estos recursos, por esa causa es necesario plantear métodos que faciliten el tratamiento de estos residuos, para obtener el compost de manera más rápida y reduciendo los recursos como el agua.

La justificación social del estudio se centra en mejorar el tiempo de producción de compost, para así poder tratar la mayor cantidad de residuos orgánicos y reducir los impactos generados al medio ambiente.

La justificación teórica de este estudio se basa en que la humedad misma de los residuos orgánicos será la adecuada para desarrollar el proceso de compostaje debido a que contienen un alto contenido de humedad, además este tipo de residuos degradan en menor tiempo debido a sus características.

La justificación económica se basa en la reducción del uso del agua, por lo tanto, existirá menor producción de lixiviados, el cual reducirá significativamente su control, además el compost se obtendrá en menor tiempo y contribuirá a mejorar las áreas verdes de la ciudad.

Para la investigación cuenta como objetivo general: Evaluar el efecto de la humedad en el compostaje sin la aplicación de agua para la obtención de compost – Distrito Moquegua.

La investigación cuenta con los siguientes objetivos específicos: Determinar la cantidad y composición de los residuos orgánicos, utilizar elementos intervinientes para la obtención de compost y analizar la variación de la humedad, temperatura y pH durante el proceso de compostaje.

La hipótesis general de la investigación fue: El efecto de la humedad en el compostaje sin la aplicación de agua permite la obtención de compost.

Como hipótesis específicas se plantearon las siguientes: La determinación de la cantidad y composición de los residuos orgánicos permite la obtención de compost, el uso de elementos intervinientes permite la obtención de compost y el análisis de la variación de la humedad, temperatura y pH permite la obtención de compost.

II. MARCO TEÓRICO

Se realizó la revisión de ciertos estudios y antecedentes que tienen referencias a la presente investigación, se tuvo en cuenta a:

El compostaje es la degradación aeróbica de los residuos orgánicos, los cuales al alcanzar un momento determinado se convierten en un producto estabilizado, con una excelente calidad tanto biológica como química, este proceso es llevado por la intervención de microorganismos como hongos y bacterias, en este proceso intervienen diferentes factores como los químicos, físicos y biológicos, que ayudan a incrementar la velocidad de degradación de los residuos orgánicos. Durante el desarrollo de transformación de los residuos orgánicos en compost, existen algunos riesgos como la generación de lixiviados y ciertos gases, estos riesgos se deben reducir ya que existe la posibilidad de que reduzcan los nutrientes en el compost producto del proceso. (Bohórquez, 2019).

La generación de residuos orgánicos del ámbito municipal, son una excelente opción para la obtención de materia orgánica apta para introducirlas en los suelos. Sin embargo, el compostaje en su etapa inicial cuenta con un alto contenido de humedad la cual presenta deficiencias en su aplicación para el manejo de los residuos orgánicos (García et al., 2016).

Esta investigación se tuvo una duración de 16 semanas durante dos periodos, entre abril y julio el primer periodo y el segundo periodo durante agosto y noviembre, se incluyeron la digesta de animales y los residuos orgánicos, para el inicio de compost que tuvo 5 tratamientos mezclados en proporciones de 70%, 60%,50%,40%,30% de digesta y 30%,40%,50%,60% y 70% de residuos orgánicos. Se analizó utilizando el SAS. Los resultados que se obtuvieron indicaron que entre el primer y segundo periodo la temperatura en promedio es de 31,63°C, además la temperatura al inicio fue baja, durante la 4 y 5 semana fueron las máximas y en la semana 16 la temperatura fue disminuyendo, en cuanto al pH durante el primer periodo se obtuvo 8,85 y el segundo 7,20, indicando que en la primera semana fue mínimo el pH y en la semana 15 y 16 fue el máximo, y la humedad en el primer periodo fue de 44,58% y el segundo periodo fue 43,7%, se registró el máximo en la semana 1 y el mínimo en la semana 16 y la relación C/N en el primer periodo fue de 25,40 y el segundo periodo de 34,00, llegando a la conclusión de que el tiempo de armado del

compostaje influye en los parámetros como la temperatura, pH y humedad y la relación C/N fue óptima en el primer periodo (Romero, 2018).

Se realizó estudio con residuos de poda de césped y hojarasca para optimizar el compostaje, los cuales fueron estudiados para conocer la cantidad de nitrógeno, humedad y carbono, y poder establecer las proporciones de residuos orgánicos para el armado de las camas con diferentes niveles de C/N, se realizó el seguimiento de los parámetros como la humedad, temperatura y Ph, transcurridos 113 días, de las 3 camas de compostaje, solo la cama número dos obtuvo una adecuada degradación, donde se obtuvo compost. (Monroy, 2019).

En una investigación para evaluar el efecto de la temperatura sobre la calidad de compost, se evaluó el efecto de diferentes temperaturas de 60°C, 54°C Y 43°C utilizando 1,15 ml de dosis de microorganismos eficientes sobre la calidad de compost, los resultados fueron comparados según la NCH2880 y sobre cada parámetro evaluado, resultando como pH óptimo de 7,02 con una de temperatura de 43°C, 2,19 Ds/m de conductividad eléctrica y 45,87 % de humedad, en cuanto a la temperatura de 60°C y la mejor relación C/N fue de 10,36 para la temperatura de 54°C, ratificando en la hipótesis con la temperatura de 60°C se logra una mejor calidad de compost (Jurado, 2021).

En una investigación para determinar la influencia de los residuos agropecuarios para la producción de compost, al analizar los componentes físicos y químicos del compost según la NCH2880 se obtuvo un pH de 8,4 para lo cual la normativa chilena establece los rangos del pH óptimo del compost que se debe encontrar entre 5 a 7,5 por lo que finalizado el proceso de compostaje se obtuvo un pH de 8.4 el cual se encuentra en el rango establecido por la NCH2880, el cual es considerado un pH óptimo (Gómez y Amari, 2020).

En cierta investigación para determinar el tiempo y calidad de compost se utilizó dos métodos, uno tradicional mezclando restos de poda, estiércoles, agua y melaza y la otra con microorganismos eficientes, los datos registrados indican una humedad máxima de 60% en la segunda semana, la cual se encuentra dentro de rango de la norma chilena CHN2880, esto para el método con microorganismos eficientes, en cambio para el método tradicional se registraron variaciones

significativas siendo la máxima humedad de 64% en la semana 2, con una humedad de 58% en las primeras semanas, al finalizar la actividad microbiana la humedad disminuyó en ambos tratamientos hasta los 40% y 45% respectivamente (García, 2018).

Para la determinación del tiempo de descomposición de los residuos orgánicos se hicieron tres tratamientos, el primero con 100% de residuos orgánicos al 100% y 200ml de EM-COMPOST, el segundo con 50% de residuos orgánicos, 50 de estiércol y 200ml de EM-COMPOST y el tercero con 30% de residuos orgánicos, 30% de estiércol 30% de cañahua y 200 ml de EM-COMPOST, obteniendo como resultados, el primer tratamiento con 61 días, el segundo con 52 días y el tercero con 75 días (Pillco, 2020).

Esta investigación compara el método de compostaje por camas de volteo y el compostaje por tambor rotario, utilizando el proceso de compostaje de la parte orgánica de los restos de comida y restos de lodos depurados, dicha investigación se hizo en niveles de concentración diferentes. En este estudio se hizo el seguimiento de los parámetros químicos y parámetros biológicos en ambos métodos de compostaje. (Blandón, 2016).

Para la sistematización del proceso de compostaje para la obtención de compost, re realizó la clasificación de residuos de verduras y frutas, además de utilizar estiércol como un insumo extra, las cantidades que se utilizaron fueron de 72,8 kg y 290 kg respectivamente, los cuales forman una cama de compostaje. Además, se usó cal, chancaca y levadura para acelerar la degradación de los residuos. Se obtuvo 65°C de temperatura como punto máximo registrado, la cual descendió hasta los 29°C, respecto a la humedad en el proceso se registró entre 56.57% y 36,55% como punto máximo y mínimo respectivamente y en cuanto al pH se registró entre 5,8 y 7,5 en el desarrollo de la obtención de compost. Con este sistema, se obtuvo mejores nutrientes en el producto final. (Guerrero, 2018).

En un estudio realizado para la obtención de compost, se compararon tres tratamientos, 20% de cascara de arroz con 80% de feijoa para el tratamiento N°1, 40% de cascara de arroz y 60% de feijoa para el tratamiento N°2, finalmente 100% de feijoa como testigo, las dimensiones de las 9 camas de compostaje fueron de

1m de ancho, 1,2m de largo y 0,6m de altura, se tomó el centro de cada cama de compostaje para el muestreo. En este estudio se analizaron el tiempo de obtención de compost, la temperatura y la presencia de fusarium. Como resultados se obtuvieron que el tiempo de degradación de los residuos orgánicos utilizados fue desde los 60 días, la temperatura se mantuvo entre los 20°C y 39°C para los tres tratamientos. (Carvajal,2016).

En un estudio desarrollado para conocer las características benéficas para el compostaje se utilizaron tres aceleradores orgánicos. Se utilizaron 4 tratamientos, en el T. N°1 se usó EM-COMPOST, en el T. N°2 se utilizó bazofia proveniente de camal, para el T. N°3 se utilizó vísceras de pescado y el T. N°4 fue el testigo, el cual no fue agregado ningún acelerador orgánico. En el desarrollo del proceso se evaluaron la humedad, temperatura y pH. Los resultados indicaron que se alcanzó rápidamente la fase termofílica y se registraron temperaturas por encima de los 55°C durante 14 días, en cuanto al T. N°3 la temperatura fue mayor y también tuvo una mayor duración de días, para el tiempo de obtención de compost, se obtuvo que el T. N°3 su estabilización demoró más a comparación de los otros tratamientos. (Loayza, 2020).

Durante el desarrollo de una investigación para conocer el efecto de la utilización de residuos de mercados, hogares y jardinería en las características del compost, dicha investigación se desarrolló de un único factor, con 3 tratamientos, se seleccionó una muestra representativa de 23kg, 17kg y 12kg de residuos orgánicos procedentes de las fuentes antes mencionadas respectivamente. Para analizar y conocer el efecto de uso de estos tres tipos de residuos se evaluaron las variables como la temperatura y pH en el inicio, desarrollo y conclusión del proceso de obtención de compost, se concluyó que dichos residuos si influyen en gran escala en la eficiencia y calidad del compost. (Rodríguez, 2017).

Para la obtención de compost, en una investigación se buscó conocer el efecto del uso de microorganismos eficientes en el tiempo de obtención del producto final que es el compost. Para dicha investigación se desarrolló un método experimental el cual contiene 3 tratamientos, para los cuales se utilizó tres repeticiones para cada uno de los tratamientos antes mencionados, los resultados arrojaron que el uso de estos microorganismos eficientes a tan solo un 10% redujo el tiempo del proceso a

49 días y el uso a solo un 5% lo redujo a 56 días, finalmente se concluyó que el uso de estos microorganismos si reduce el tiempo de degradación. (Machaca,2017).

Con el objetivo de determinar la calidad del compost obtenido a partir del uso de residuos orgánicos provenientes de estiércol, vegetales y del camal, se utilizaron diferentes proporciones de dichos residuos, para los cuales se proyectaron cinco tratamientos con diferentes porcentajes los cuales fueron con 70%,60%,50%,40% y 0% con residuos provenientes de camal los cuales se complementaron con los residuos orgánicos de estiércol y vegetales, se utilizó un diseño al azar, finalmente los resultados indicaron que los proporciones de 60% y 40%, si están dentro de los parámetros para cumplir con los condiciones de calidad de compost para el pH, muy diferente son los resultados, cuando la proporción es al 70% de residuos de camal, ya que el rango de pH es mayor, excediendo de entre 6,5 a 8,5. (Bujaico,2018).

En el trabajo de investigación, para hallar la calidad de compost procedente de la degradación de los residuos de mercado, se realizaron tres tratamientos, más un testigo, en el caso del T. N°1 se usó levadura, en el T. N°2 se utilizó lactobacillus y en el T. N°3 se usó estiércol de cuy, para el desarrollo de la investigación se realizó la caracterización de residuos, los cuales determinaron el peso, densidad y volumen, para obtener resultados se usó la prueba estadística de Anova, se llegó a la conclusión de que, de los tres tratamientos probados para el estudio, el T. N°3 de estiércol de cuy, es el mejor tratamiento, conteniendo mayor cantidad de nutrientes y con mejores parámetros que los otros dos tratamientos (Damián, 2018).

Para una investigación cuyo propósito fue hallar el tiempo de obtención de compost y su calidad, para dicha investigación se utilizaron tres dosis de diferentes concentraciones de microorganismos eficientes, para el desarrollo de la investigación se usaron 4 tratamientos cada uno de ellos con 3 repeticiones, las camas de compostaje que se armaron fueron de 1m x 1m x 0,3m, en el proceso se realizó el análisis físico, para la evaluación de las concentraciones se usó la prueba de Tukey, los resultados que se obtuvieron indicaron que el compost final se obtuvo después de 43 días, según la norma chilena los 4 tratamientos utilizados están dentro de los estándares de la norma, a excepción de la conductividad eléctrica. (Soriano, 2016).

Se realizó la caracterización a una escala microbiológica y fisicoquímica de un mercado donde se generan residuos orgánicos, esto con el fin de buscar soluciones con biotecnología para el aprovechamiento de estos residuos. Se realizó la recolección de los residuos orgánicos de este mercado donde se desarrolló la clasificación en seis diferentes clases de residuos orgánicos. Se analizó el balance de bacterias totales para la escala microbiológica y para la escala fisicoquímica se precisó el porcentaje de humedad, proteínas y nitrógeno. Finalmente se determinó que existe entre 64,12% y 89,30% de humedad en los residuos orgánicos del mercado, 0,60% a 1,48% en proteínas y 0,09% a 0,23% en proteínas. En cuanto al balance de bacterias totales se determinó en $3,7 \times 10^8$ UFC/g. (Carbajal, 2021).

Para transformar residuos pecuarios y agrícolas en compost, uno de los objetivos fue controlar y evaluar los parámetros fisicoquímicos, humedad, temperatura, pH y aireación del compost. Donde como resultados se obtuvo que la humedad del compost maduro de las tres mezclas fue entre 30% y 40%, los valores que se obtuvieron en el pH fueron entre 4 a 9,53 y en cuanto a la temperatura los valores fueron alrededor de 25°C para las tres mezclas. Al finalizar se pudo encontrar que, de las tres mezclas, solo la primera fue la que logró la mayor descomposición de los residuos y mayores características óptimas, debido a que esta contenía dos tipos de estiércol. (Bolaños Y Botero, 2017).

En un trabajo de investigación se realizó la comparación de dos tipos de compostaje: a cielo abierto y pacas digestoras, donde se realizó la recolección de residuos orgánicos del mismo Centro Educativo, se realizó el armado de la cama de compostaje donde posteriormente se hizo el monitoreo del proceso, se evaluó la humedad, temperatura y pH, se obtuvieron resultados donde la humedad llegó a valores de 40% y el pH estuvo debajo de 7, los resultados de las pacas digestoras arrojaron mejores datos para los parámetros evaluados (Arenas, 2017).

La norma NCH2880 para la clasificación y requisitos del compost producido en las plantas de compostaje indica que la humedad del compost debe estar entre el 30% y 45%, para la temperatura indica que debe estar por encima de los 55°C durante tres días seguidos, además de llevar un registro de las temperaturas durante el proceso e indica que el pH del compost debe estar entre 5 y 8.5 (Instituto Nacional de Normalización de Chile, 2005).

En la evaluación de diferentes técnicas de compostaje, se realizó la revisión sistemática de diversos artículos de fuentes confiables, donde se obtuvo como resultado que la técnica más utilizada para el compostaje es el armado de pilas o camas de compostaje con volteo, además los residuos con mayor uso fueron los residuos orgánicos agrícolas, donde se llega a la conclusión que de acuerdo a la técnica y el tipo de residuo orgánico utilizados están relacionados en la mejora de los parámetros y en la eficiencia para el desarrollo y producción de compost (Alcalde, 2021).

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación: La investigación es aplicada, debido a que está encaminada a solucionar dificultades en procesos de distribución, producción, consumo de bienes y servicios o actividades humanas. (Esteban, 2018).

Diseño de investigación: El diseño de investigación es experimental debido a que la variable independiente es manipulada con el fin de calcular su efecto sobre la variable dependiente. (Mousalli, 2015).

La investigación es de enfoque cuantitativo debido a que la información recolectada durante la investigación es convertida a escalas numéricas, además la información para contestar las preguntas son números. (Cárdenas, 2018).

3.2. Variables y operacionalización

Las variables en una investigación integran todo aquello que es medible, los datos y la información obtenidas con el fin de contestar las preguntas de un estudio plasmados en los objetivos específicos (Villasís Y Miranda, 2016). En la investigación las variables de estudio son las siguientes:

Variable independiente (X): El investigador puede manipular dicha variable, con el objetivo de describir o explicar el objetivo de la investigación durante el desarrollo (Espinoza, 2018). En la investigación la variable independiente es: Humedad de compostaje

Variable dependiente (Y): Son aquellas que cambian en función de la variable independiente, cuyos valores son los resultados de una investigación (Espinoza, 2018). En la investigación la variable dependiente es: Obtención de compost.

Tabla 1. Matriz de Operacionalización.

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN						
VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	Humedad de compostaje	La humedad en el compostaje se define como el contenido de agua que existe en el compostador respecto a toda la materia que hay en el interior	Se seleccionará la composición de los residuos orgánicos que ingresaran a la pila de compostaje, así como la incorporación de elementos.	Composición de residuos	Frutas	Kg
					Verduras	Kg
					Hortalizas	Kg
					Flores	Kg
				Elementos intervinientes	Estiércol	Kg
					Residuos de poda	Kg
DEPENDIENTE	Obtención de compost	El tiempo de obtención de compost es el momento en el que los residuos orgánicos alcanzarán su etapa de maduración debido al cese de la actividad microbiana, este tiempo varía mucho dependiendo del clima, la cantidad y tipo de residuos orgánicos.	Se registrarán datos de los parámetros fisicoquímicos desde el inicio de armado de la pila de compostaje hasta finalizar el proceso.	Características fisicoquímicas	Humedad	%
					Temperatura	°C
					Ph	Intervalo
					Tiempo	Días

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Es una agrupación de casos, los cuales están definidos, limitados y son accesibles para conformar lo concerniente para la selección de la muestra (Arias et al., 2016).

La población de la investigación está conformada por los residuos sólidos orgánicos que se recolectaron del mercado central de abastos del distrito de Moquegua, los cuales fueron seleccionados para el proceso de compostaje.

Muestra:

Se trata de la cantidad numérica de los partícipes dentro de la investigación, cuando el cálculo es adecuado se puede lograr conformar conclusiones con base estadística y se podrá lograr una planificación para optimizar tiempo y costos (Rendón y Villasís, 2017).

La determinación del tamaño de la muestra fue no probabilística por conveniencia, optando por 198 kg de residuos orgánicos que servirán para la elaboración de compost, además se utilizaron insumos como 18.5 kg de estiércol y 16 kg de residuos de poda, los cuales forman parte de la muestra, sumando un total de muestra de 232.5 kg.

Muestreo:

En las técnicas de muestreo no probabilísticas, el investigador realiza la selección de sujetos del estudio de acuerdo a algunos criterios que el considere en el momento (Otzen y Manterola, 2017).

En la investigación el muestreo fue no probabilístico, el cual comprende los residuos que fueron valorizados, los cuales proceden de la recolección de los residuos orgánicos del mercado central de abastos del Distrito de Moquegua. La cantidad de muestra fue de 232.5 kg, en donde durante el proceso de compostaje se registraron los parámetros fisicoquímicos (humedad, temperatura y pH) para conocer el estado en el que se encuentra el proceso de compostaje y la culminación de dicho proceso.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos se refieren a formas, maneras de acción concreta y propia de recolectar información ligada a la metodología de la investigación (Mendoza, 2020).

Para obtener información se puede utilizar el método de la observación, ya que es una técnica que permite examinar el desarrollo de un proceso deseado (Caro, 2019). La técnica que se empleó en la investigación fue la observación, la cual permitió el análisis desde el inicio, durante y culminación del proceso de compostaje

La observación será primordial en la investigación, la cual nos permitirá obtener información acerca de cambios en el proceso o algún cambio no esperado, lo cual nos permitirá actuar de forma apropiada, además una vez obtenida la información se podrá registrarla y analizarla

Una vez armada la pila de compostaje se observará directamente la transformación de los residuos orgánicos hasta la culminación de dicho proceso, en donde se conocerán y registrarán los parámetros fisicoquímicos, los cuales determinarán la estabilidad del compost y el tiempo de obtención del mismo.

Instrumentos de recolección de datos

La investigación cuenta con dos instrumentos técnicos de recopilación de datos, los cuales se encuentran en los anexos 2 y 3 respectivamente.

Tabla 2. Instrumentos de recolección de datos.

N° DE FICHA	NOMBRE	DESCRIPCIÓN
Fiche N° 01	Ficha de composición de residuos y elementos	Esta ficha detalla la composición de los residuos orgánicos, así como los elementos intervinientes utilizados
Fiche N° 02	Ficha de monitoreo de parámetros.	Esta ficha registra los datos de los parámetros del proceso de compostaje.

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Procedimientos

De acuerdo a los objetivos específicos planteados y a las necesidades que se requieren, se realizaron los procedimientos que se detallan a continuación:

A. Determinar de la cantidad y composición de los residuos orgánicos

Para determinar la cantidad y composición de los residuos orgánicos recolectados, así mismo, para determinar la cantidad y composición de los residuos orgánicos que serán valorizados (que formarán parte del estudio), se realizó el proceso que se describe a continuación:

- Se realizó la recolección de los residuos orgánicos provenientes del mercado central de abastos del distrito de Moquegua. (Figura 1.)



Figura 1. Recolección de residuos orgánicos.

- Se realizó el pesaje de los residuos orgánicos recolectados del mercado central de abastos del distrito de Moquegua. (Figura 2.)



Figura 2. Pesaje de residuos orgánicos recolectados.

- Se realizó la separación de los residuos orgánicos recolectados, con el fin de conocer los residuos de descarte que no ingresarán a las pilas de compostaje, además se realizó la clasificación de la composición de los residuos que ingresarán al armado de pilas de compostaje. (figura 3.)



Figura 3. Clasificación de la composición de los residuos orgánicos.

B. Utilizar elementos intervinientes para la obtención de compost

Para la obtención de compost fue necesario el uso de elementos intervinientes, los cuales fueron estiércol vacuno y residuos de poda procedente del mantenimiento de áreas verdes, estos elementos fueron separados y pesados para formar parte del armado de las pilas de compostaje, para lo cual se siguió el proceso que se describe a continuación:

- Recolección, separación y pesaje de estiércol y residuos de poda que formarán parte del armado de pilas como insumos intervinientes para llevar un adecuado proceso de compostaje. (Figura 4 y 5.)



Figura 4. Recolección de estiércol vacuno.



Figura 5. Recolección y separación de residuos poda.

- Una vez obtenidos los pesos de los residuos de mercados y los elementos intervinientes (Estiércol y residuos), que ingresarán al armado de pilas de compostaje, dichos residuos fueron mezclados en su totalidad, además de haber sido reducidos el tamaño a través del picado de residuos. (figura 6.)



Figura 6. Mezcla y picado de residuos orgánicos.

- Se realizó el armado de la pila de compostaje, el cual contiene las cantidades deseadas de los residuos orgánicos recolectados junto con el estiércol y residuos de poda, la pila fue cubierta con una malla antiafida con el fin de garantizar la aireación y evitar la presencia de mosquitos y otros organismos no deseados. (figura 7.)



Figura 7. Armado de pila de compostaje.

C. Analizar la variación de la temperatura, humedad y pH

Para analizar la variación de los parámetros establecidos (Humedad, temperatura y pH en este objetivo específico, se utilizaron instrumentos de medición en campo, además se hizo un registro de los datos desde el primer día de armado de la pila de compostaje, durante el proceso de degradación y hasta la culminación de dicho proceso donde ya no se registra actividad microbiana, para el análisis se siguieron los procedimientos que se detallan a continuación:

- Para el registro de la humedad, el instrumento que se utilizó fue un higrómetro digital, el cual sirvió para medir la humedad durante el tiempo que duró el proceso de compostaje, hasta que la humedad alcanzó rangos donde ya no existían variaciones significativas. (Figura 8.)



Figura 8. Registro de la humedad durante el proceso de compostaje.

- Para el registro de la temperatura, se utilizó un termómetro digital, con el cual se hizo el registro diario de la temperatura, hasta que la misma dejó de presentar variaciones significativas. (Figura 9.)



Figura 9. Registro de la temperatura durante el proceso de compostaje.

- Para registrar el pH, se utilizó un peachímetro digital, con el cuál se realizó mediciones semanales debido a que el pH en el compostaje no presentaba variaciones significativas. (Figura 10.)



Figura 10. Registro de pH durante el proceso de compostaje.

3.6. Método de análisis de datos

La información que se obtuvo gracias a los procedimientos realizados, fueron analizados a través de la estadística descriptiva, por medio del programa Excel, para el procesamiento de la información obtenida, dicho programa ayudó a establecer los datos de acuerdo a los objetivos específicos planteados.

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación ha seguido los lineamientos brindados por la Universidad César Vallejo, donde todo aporte de investigación fue debidamente citado, de acuerdo a la norma ISO 690. La investigación fue desarrollada con información responsable, confiable y verídica, así mismo los instrumentos técnicos que se utilizaron, fueron validados por profesionales conocedores del tema, lo cual garantiza la información y resultados producto de la investigación.

IV. RESULTADOS

De acuerdo a los objetivos específicos planteados, se obtuvieron los siguientes resultados:

A. Determinación de la cantidad y composición de los residuos orgánicos

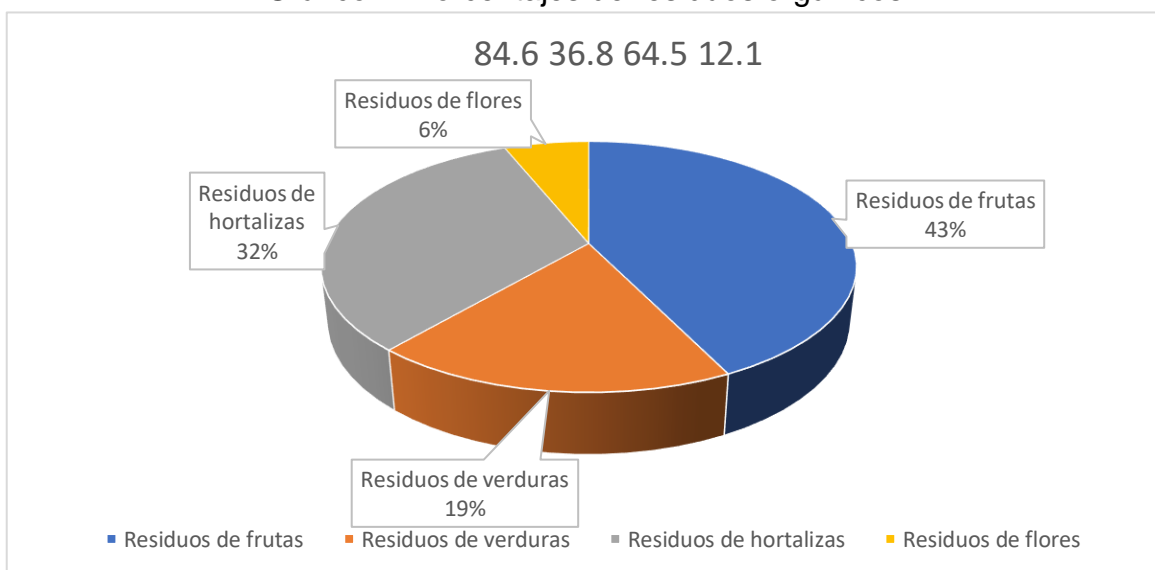
La siguiente tabla 2, indica los pesos (kg) y porcentajes (%) de los residuos orgánicos que fueron seleccionados e ingresaron al proceso de compostaje, de los cuales quedaron un total de 198 kg de residuos procedentes del mercado central de abastos, entre frutas verduras, hortalizas y flores, descartando residuos como bolsas plásticas, vidrio, cartón, etc.

Tabla 3. Clasificación de residuos orgánicos de mercado.

ITEM	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD (Kg)	TOTAL (%)
1	RESIDUOS DE FRUTAS	84.6	42.72
2	RESIDUOS DE VERDURAS	36.80	18.6
3	RESIDUOS DE HORTALIZAS	64.50	32.57
4	RESIDUOS DE FLORES	12.10	6.11
TOTAL		198	100

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 1. Porcentajes de residuos orgánicos.



Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 1, se puede observar que la mayor cantidad de residuos que se pudo encontrar son los residuos de frutas con 42.72% redondeado a 43%, mientras que en segundo lugar se encontraron los residuos de hortalizas con un 32.57% redondeando a 32%, en tercer lugar, se encontraron los residuos de verduras con un 18.6% redondeando a 19% y finalmente en cuarto lugar se encontraron los residuos de flores con un 6.11% redondeando a 6%.

B. Utilizar elementos intervinientes para la obtención de compost

La siguiente tabla 3, indica la cantidad de estiércol y residuos de poda que se utilizaron, la cual comprende 16 kg de residuos de poda y 18.5 kg de estiércol, las cuales ayudarán a reducir la humedad de los residuos provenientes de mercado.

Tabla 4. Clasificación de elementos intervinientes.

ITEM	TIPO DE RESIDUO	CANTIDAD (Kg)	TOTAL (%)
1	ESTIÉRCOL	18.5	53.62
2	RESIDUOS DE PODA	16	46.38
TOTAL		34.5	100

Fuente: Elaboración propia.

Gráfico 2. Porcentajes de elementos intervinientes



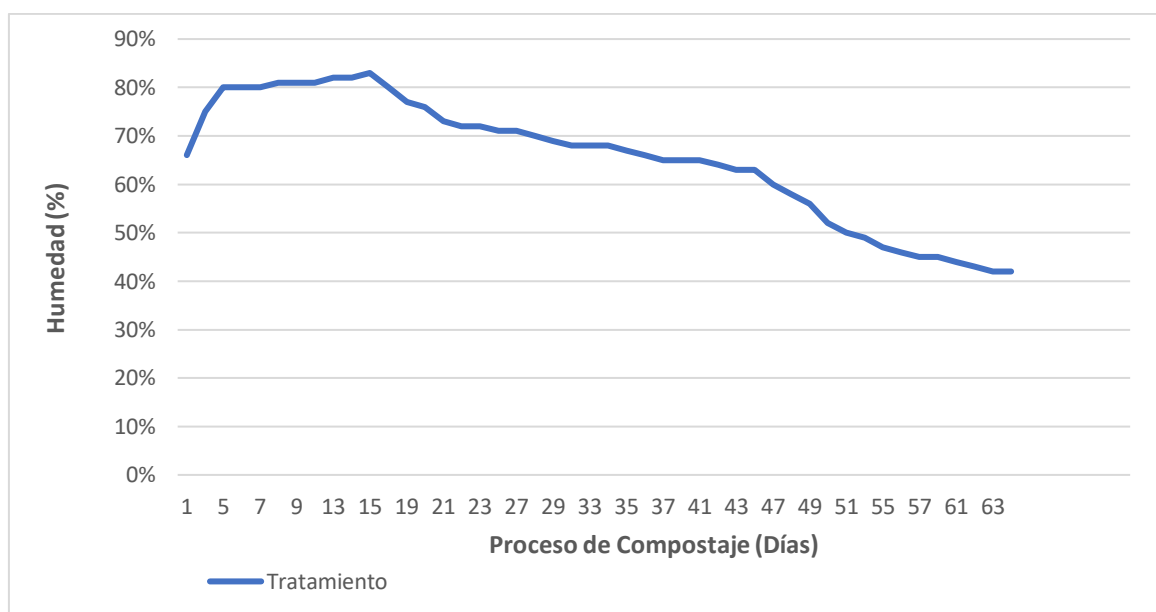
Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 2, se puede observar que la mayor cantidad de insumo interviniente que se utilizó fue el estiércol con 53.62% redondeando a 54% y en segundo lugar los residuos de poda con 46.38% redondeando a 46%.

C. Análisis de la variación de la humedad, temperatura y Ph durante el proceso de compostaje.

La información que se obtuvo fue registrada en una ficha de registro de parámetros (Anexo 2.). Cada uno de los datos de los parámetros fue analizado en gráficos, los cuales dieron a conocer su comportamiento en el tiempo que duró el proceso de compostaje, estos gráficos comprenden el comportamiento de la humedad, temperatura y pH.

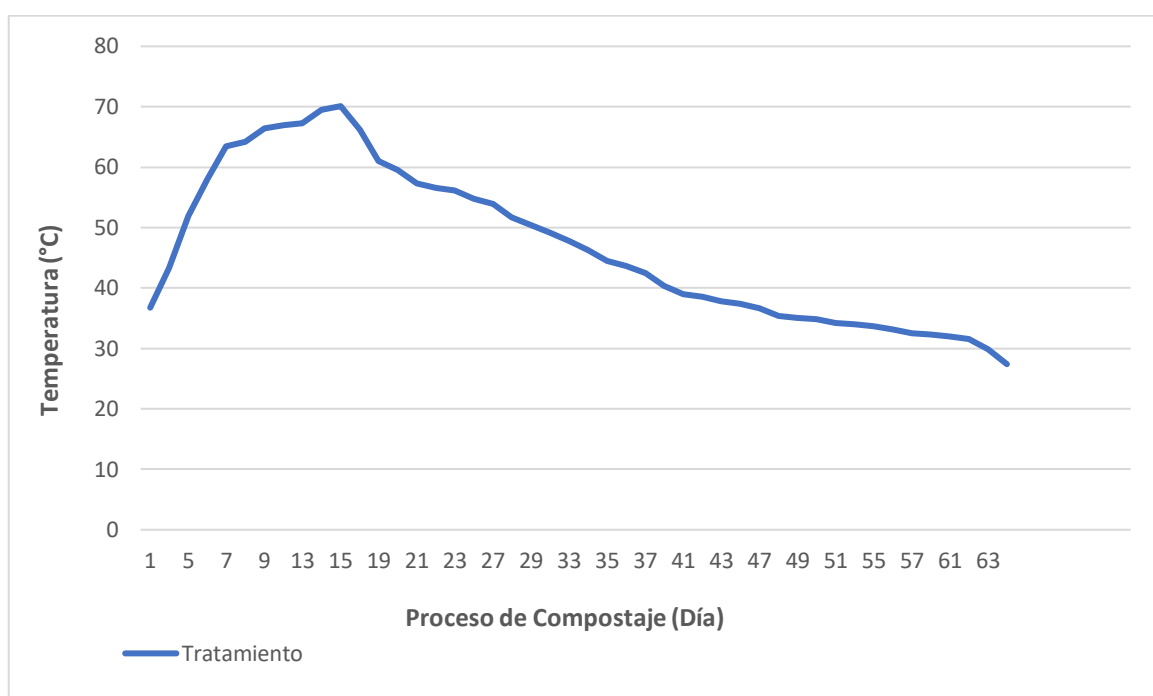
Gráfico 3. Comportamiento de la humedad



Fuente: Elaboración propia

En la figura 11, se observan los datos obtenidos del comportamiento de la humedad, los cuales fueron registrados desde el inicio de armado de la cama de compostaje hasta la culminación de la actividad microbiana, la humedad inicial fue de 66%, en los días posteriores se registraron incrementos elevados de la humedad, alcanzando una humedad máxima de 83% en el día 15, a partir de ese día la humedad empezó a descender hasta 42% en el día 64 donde ya no se registraron más variaciones de la humedad, lo cual este rango está establecido dentro de la norma chilena NCH2880.

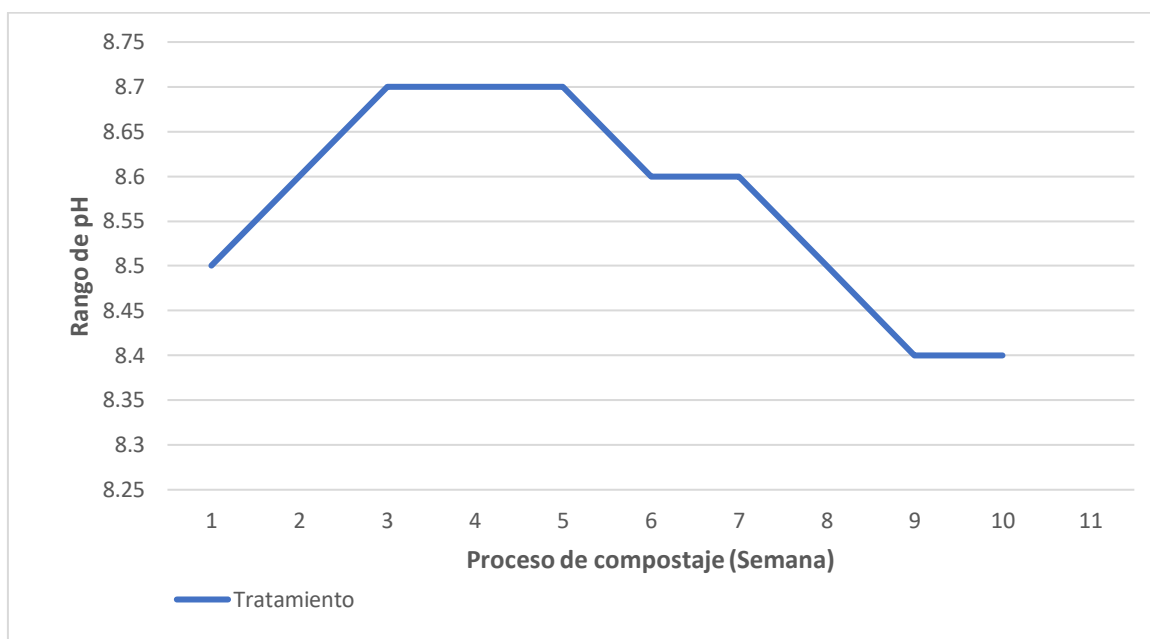
Gráfico 4. Comportamiento de la temperatura



Fuente: Elaboración propia.

En la figura 12, se observa el comportamiento de la temperatura en el tiempo que duró el proceso de compostaje, en el primer día se registró una temperatura de 36.8 °C, en los siguientes días la temperatura fue incrementándose de forma rápida, llegando a registrarse una temperatura máxima de 70°C en el inicio de la tercera semana, en las siguientes semanas la temperatura comenzó a disminuir gradualmente, para la semana 7 se registraron variaciones poco significativas de la temperatura y finalmente a partir del día 64 la temperatura alcanzó la temperatura ambiente dentro de la planta de compostaje, indicando la culminación de la actividad microbiana y la fase de enfriamiento. Los registros obtenidos se encuentran dentro de los rangos establecidos por la norma chilena NCH2880.

Gráfico 5. Comportamiento del pH



Fuente: Elaboración propia

En la figura 13, se observan los datos obtenidos del comportamiento del pH en el tiempo que duró el proceso de compostaje, estos datos fueron registrados semanalmente debido a la poca variación de este parámetro, en la primera semana se registró un pH de 8.5, a partir de la semana 2 hasta la semana 5 el pH se incrementó ligeramente hasta alcanzar 8.7, a partir de la semana 6 el pH comenzó a disminuir hasta registrarse un pH de 8.3 donde a partir de ese momento ya no se presentaron variaciones significativas.

V. DISCUSIÓN

En la investigación al evaluar el efecto de la humedad en el compostaje sin la aplicación de agua para la obtención de compost, se pudo evidenciar que el proceso de compostaje se puede desarrollar de forma adecuada sin aplicar agua, y además permite obtener compost, esto debido a que los residuos orgánicos utilizados contienen la humedad necesaria para lograr con éxito dicho proceso. Estos datos son corroborados en la investigación de (Rodríguez, 2017), donde buscaba conocer la influencia que tienen los residuos orgánicos de los mercados, jardinería y domiciliarios en la eficiencia y calidad del compost, en el cual se encontró que la humedad del compost final se encontraba alrededor de 40 indicando una humedad óptima. De tal manera, referente a la mención anterior respecto a los objetivos planteados, determinamos que la humedad de los residuos orgánicos es la necesaria para desarrollar el compostaje.

En esta investigación al determinar la cantidad y composición de los residuos orgánicos, se pudo encontrar que la composición de dichos residuos orgánicos en su mayoría son residuos de frutas, hortalizas y verduras, para lo cual se realizó la recolección de estos residuos, la separación según el tipo de residuos que se encontraron y su pesaje de cada uno, los cuales por su composición nos indica que existe un alto contenido de humedad en estos residuos. Esto indica que durante el proceso de compostaje la humedad misma de los residuos orgánicos es la adecuada para llevar a cabo el proceso de degradación sin la insertación de agua. Además, se comprueba que la humedad de los residuos orgánicos si tiene un efecto en el proceso de compostaje que permite la obtención de compost. Esto se contrasta con la investigación de (Guerrero, 2018), en su estudio de producción de compost con residuos orgánicos de verduras y frutas en una planta de compostaje municipal, en la cual se realizó la recolección de residuos orgánicos en mercados para posteriormente esparcirlos e identificar los tipos de residuos orgánicos presentes a través de la observación y finalmente realizar el pesaje de cada uno de estos tipos de residuos. También puede contrastarse con la investigación realizada por (Carbajal, 2021) donde realizó la caracterización a una escala fisicoquímica y microbiológica de los residuos orgánicos que se generaban en un mercado, luego de realizar la recolección procedió a clasificar estos residuos en seis diferentes tipos

de residuos, donde analizó la escala fisicoquímica y precisó que el porcentaje de humedad era entre 64,12% a 89,30% de humedad en los residuos orgánicos. En tal sentido, de acuerdo a todo lo antes mencionado y considerando los resultados, comprobamos que, al caracterizar los residuos orgánicos procedentes de mercados, estos tendrán una variación en la cantidad de los tipos de residuos, por lo cual también existirá una variación en el porcentaje de humedad de los residuos orgánicos, esta variación en la cantidad de los tipos de residuos aún conserva la humedad óptima para desarrollar el compostaje debido a que estos varían en su mayoría entre residuos de verduras, hortalizas y frutas.

En el uso de elementos intervinientes para la obtención de compost se pudo encontrar que los elementos intervinientes fueron 18.5 kg de estiércol y 16.5 kg de residuos de poda. Estos tipos de residuos orgánicos secos fueron idóneos al momento de realizar el armado de la pila de compostaje para reducir la humedad de los residuos orgánicos procedentes del mercado en el tiempo que duró el proceso de compostaje. El uso de estos elementos intervinientes permitió la obtención de compost. Esto se puede corroborar en la investigación de (García et al., 2016), donde realizó el estudio de la correlación de la humedad de los residuos orgánicos en el proceso de compostaje, concuerda con la incorporación de insumos que permitan el control de la alta humedad inicial de los residuos orgánicos, sin embargo, en dicha investigación se realizó la incorporación de compost maduro, el cual no permitió controlar el alto contenido de humedad de los residuos orgánicos ni mejorar las condiciones de los otros parámetros. Además, en la investigación de (Suní, 2018) donde buscaba aprovechar los residuos orgánicos de un mercado para el compostaje, realizó la aplicación de insumos que son necesarios para la elaboración adecuada del compostaje, estos fueron insumos vegetales como frutas en descomposición y césped, en cuanto a los insumos animales utilizó estiércol y rumen. De acuerdo a todo lo referido anteriormente, según los resultados y contratación con diversas investigaciones, confirmamos que para desarrollar un adecuado proceso de compostaje es necesario utilizar insumos que permitan controlar la alta humedad contenida en los residuos orgánicos procedentes de mercados, además esto permitirá desarrollar el proceso hasta su culminación para la obtención de compost.

En la investigación al realizar el análisis de la variación de la humedad, temperatura y pH durante el proceso de compostaje, se logró encontrar que la humedad se fue incrementando aceleradamente en los primeros días y se mantuvo por dos semanas en sus índices más altos, la cual fue disminuyendo lentamente y progresivamente a partir de la misma semana hasta llegar alrededor 42% de humedad, en cuanto a la temperatura se registró un incremento progresivamente elevado en los primeros días la cual se mantuvo en sus registros más altos durante toda la segunda semana, a partir de la cual se registró el descenso ligeramente acelerado en los siguientes días, donde a partir de la cuarta semana el descenso fue lento hasta llegar a la temperatura ambiente de la planta de compostaje 27.4°C y en cuanto al pH se registró un incremento escasamente significativo hasta la semana 5 donde comenzó a disminuir ligeramente hasta llegar a 8.4 de pH. Esto indica que los parámetros evaluados tienen una relación con el tiempo de degradación de los residuos orgánicos, ya que los registros de variación de niveles de los parámetros coinciden en tiempos. Los resultados pueden ser contrastados con la investigación de (Rodríguez, 2017), donde encontró que la humedad del compost final de su investigación se encontraba cerca del 40%, el cual indica que está en un nivel óptimo, mientras que las temperaturas llegaron a la temperatura ambiente del lugar y el pH se encuentra dentro de lo recomendable. Además, los resultados también son corroborados con la investigación de (Jurado, 2021) donde obtuvo como resultados de uno de sus tratamientos, la humedad con 45.87%, muy en cambio con sus otros tratamientos cuyos resultados finales no fueron los deseados, cuyas humedades finales fueron de 12.22% y 24.08%. Además, los resultados del valor del Ph también pueden corroborarse con la investigación realizada por (Gómez y Amari, 2020) donde en su estudio realizado con residuos agropecuarios para obtener compost, obtiene como resultado un compost final con pH de 8.4, el cual la NCH 2880 decreta que los rangos óptimos de pH son de 5 a 8,5. De acuerdo a todo lo anterior señalado y realizando el análisis consecuente de los resultados, corroboramos que las variaciones de la humedad, temperatura y pH que fueron evaluados dependen mucho del tipo de composición de los residuos, los cuales influyen en el incremento acelerado o descenso de los parámetros durante el proceso de compostaje, así mismo influyen en el tiempo de obtención de compost.

VI. CONCLUSIONES

1. En la evaluación del efecto de la humedad en el compostaje sin la aplicación de agua para la obtención de compost se determinó que los parámetros principales de evaluación están acordes con los lineamientos establecidos en la NCH 2880, resaltado que el contenido de humedad de los residuos orgánicos recolectados fueron los adecuados para llevar el proceso de compostaje de forma adecuada.
2. La determinación de la cantidad y composición de los residuos orgánicos a identificado que la mayor cantidad de residuos orgánicos en el mercado está compuesta por residuos de frutas con un peso de 84.6 kg (42.72%), residuos de hortalizas con un peso de 64.5 kg (32.57 %), residuos de verduras con un peso de 36.8 kg (18.6%) y residuos de flores con un peso de 12.1 kg (6.11%).
3. Los elementos intervinientes que se utilizaron para controlar la alta humedad contenida en los residuos orgánicos y para llevar un adecuado proceso de degradación fueron 18.5 kg de estiércol y 16 kg de residuos de poda, los cuales además aportan un alto contenido de nitrógeno al compostaje.
4. En el análisis de la variación de humedad, temperatura y pH durante el proceso de compostaje se obtuvo que la humedad final del compostaje fue de 42%, en cuanto a la temperatura se obtuvo un valor final de 27.4°C y en cuanto al valor final del pH que se obtuvo fue de 8.4, Estos tres valores finales de los parámetros que fueron evaluados durante el proceso de compostaje están dentro de los rangos señalados en la normativa chilena NCH 2880. Además, se concluye que el tiempo estimado de proceso de compostaje fue de 64 días.

VII. RECOMENDACIONES

1. Contar con un adecuado sistema en la infraestructura de compostaje, el cual permita disminuir las actividades dentro de la planta de compostaje
2. Tomar en cuenta el tamaño de los residuos orgánicos, el cual en promedio debe ser alrededor de 5 cm, cuyo tamaño permitirá la descomposición y también permitirá que exista una adecuada aireación dentro de la pila de compostaje.
3. Seleccionar los insumos adecuados que permitan controlar las características de los residuos orgánicos de acuerdo a su composición.
4. Contar con algún sistema que permita aislar el suelo de los lixiviados generados por la descomposición de los residuos orgánicos, además de utilizar dichos lixiviados para aprovechar al máximo los residuos orgánicos.
5. Realizar el monitoreo continuo de los parámetros que se desean trabajar, esto con el fin de conocer si existe alguna variación no esperada y tomar las acciones de control correspondientes para evitar afectar el proceso de compostaje.

REFERENCIAS

ALCALDE ALVARADO, Katherine Lupita. Evaluación de las técnicas de compostaje para la producción de compost a partir de residuos orgánicos. 2021.

ARENAS OSORNO, Cristian Yair, et al. Implementación de un sistema integral de compostaje para el tratamiento de los residuos orgánicos en el Centro Educativo Rural Josefa Romero, Municipio de Dabeiba. 2017.

ARÉVALO, Tania Ricaldi; BROUWER, Arnold. RESPONSABILIDAD SOCIO-POLÍTICA PARA UNA CULTURA DEL COMPOSTAJE.

ARIAS-GÓMEZ, Jesús; VILLASÍS-KEEVER, Miguel Ángel; NOVALES, María Guadalupe Miranda. El protocolo de investigación III: la población de estudio. Revista Alergia México, 2016, vol. 63, no 2, p. 201-206.

BLANDÓN, Raul Alberto Vanegas. Estudio comparativo de dos sistemas de compostaje de residuos urbanos. 2016. Tesis Doctoral. Universidad de Cádiz.

BOHÓRQUEZ SANTANA, Wilson. El proceso de compostaje. Universidad de la Salle, 2019.

BOLAÑOS MATEUS, David Camilo; BOTERO BOTERO, Juan Camilo. Transformación de residuos agrícolas y pecuarios en compost en los municipios de San Vicente del Caguán-Caquetá y Bello Antioquia. 2017.

BUJAICO ALIAGA, Betsy Mayhumi. Influencia del uso de residuos de camal, materiales vegetales y estiércol en la calidad de compost. Provincia de Chupaca–Junín 2017. 2019.

CABRERA CÓRDOVA, Víctor Carlos; ROSSI LUNA, María Grazia. Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores. 2016.

CÁRDENAS, Julián. Investigación cuantitativa. 2018.

CARO, Laura. 7 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos. 2019.

CARVAJAL MELO, María del Pilar, et al. Evaluación de dos métodos de compostaje con desecho de Poscosecha de Feijoa (*Acca sellowiana*) bajo las condiciones del municipio de la Vega en el departamento de Cundinamarca. 2016.

CARVAJAL, Luis, et al. Caracterización fisicoquímica y microbiológica de residuos orgánicos generados en una plaza de mercado de Bogotá. Revista Sennova: Revista del Sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2021.

DAMIÁN ACUÑA, Lily Nelly. Aplicación de tres tratamientos aceleradores para la elaboración de compost de residuos del Mercado Los Cedros, Distrito de Chorrillos, 2018. 2018.

ESPINOZA FREIRE, Eudaldo Enrique. Las variables y su operacionalización en la investigación educativa. Parte I. Conrado, 2018, vol. 14, p. 39-49.

ESTEBAN NIETO, Nicomedes. Tipos de investigación. 2018.

GARCÍA PÉREZ, Francis Johan. Calidad y tiempo de obtención del compost aplicando microorganismos eficientes en la Universidad Cesar Vallejo, filial-Chiclayo. 2018.

GARCÍA, Gustavo Castro; TORRES, Martha Constanza Daza; REBELLON, Luis Fernando Marmolejo. Evaluación de la adecuación de humedad en el compostaje de biorresiduos de origen municipal en la Planta de Manejo de Residuos Sólidos (PMRS) del Municipio de Versalles, Valle del Cauca. Gestión y Ambiente, 2016, vol. 19, no 1, p. 179-191.

GÓMEZ SAMANIEGO, Cynthia Medalit; JOSÉ HILLAR, Amari Sarmiento. Utilización de residuos agropecuarios para la producción de compost en una unidad productiva de hortalizas, San Ignacio, Cajamarca.

GUERRERO VARGAS, Omar Alexander. Sistematización en la producción de abono orgánico a partir de los residuos de frutas y verduras en la planta de compostaje de la Municipalidad de Comas, 2018. 2018.

HANNÍBAL, Brito, et al. Obtención de compost a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el mercado mayorista del Cantón Riobamba. European Scientific Journal, 2016, vol. 12, p. 76-94.

INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN DE CHILE, 2005. Compost - Clasificación y requisitos. 2005. S.l.: s.n.

JURADO PAREJA, Estefania. Effect of temperature on the quality of organic solid waste compost improved with effective microorganisms-Huamancaca Chico District. 2021.

LOAYZA DUEÑAS, Roberto Carlos; GALLEGOS JARA, Raul Omar. Effect of the use of three types of biological accelerators in the composting of organic waste from markets, parks and gardens in Arequipa. 2020.

MACHACA MAMANI, Justa Agapita. Influence of the use of efficient microorganisms in the composting time from organic solid waste in Tacna, 2016. 2017.

MENDOZA, Sandra Hernandez, et al. Data collection techniques and instruments. Scientific Bulletin of the Economic and Administrative Sciences of the ICEA, 2020, vol. 9, no 17, p. 51-53.

MONROY RIVERA, Andres Felipe; PRADA VARGAS, Laura Liliana. Optimization of the composting process for the use of organic waste generated in the Parque Jaime Duque located in the municipality of Tocancipá, Cundinamarca. 2019.

MOUSALLI-KAYAT, Gloria. Quantitative research methods and designs. researchgate magazine. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/303895876_Metodos_y_Disenos_de_Investigacion_Quantitativa, 2015.

OTZEN, Tamara; MANTEROLA, Carlos. Sampling Techniques on a Study Population. International journal of morphology, 2017, vol. 35, no 1, p. 227-232.

OVIEDO-OCAÑA, Edgar Ricardo; MARMOLEJO-REBELLON, Luis Fernando; TORRES-LOZADA, Patricia. Advances in research on biowaste composting in smaller municipalities of developing countries. Lessons from Colombia. Engineering, research and technology, 2017, vol. 18, no 1, p. 31-42.

PILLCO MAMANI, Katia. Evaluation of the organic waste composting process, applying effective microorganisms. 2020.

RENDON-MACÍAS, Mario Enrique; VILLASÍS-KEEVER, Miguel Ángel. The research protocol V: the calculation of the sample size. Mexico allergy magazine, 2017, vol. 64, no 2, p. 220-227.

RODRIGUEZ NÚÑEZ, Irina Yesabel. Influence of the use of organic waste from homes, markets and gardening, on the quality and efficiency of Compost Takakura, Laredo-2017. 2017.

ROMERO IRURI DE SOTO, Lydia Dream. Evaluation of temperature, pH, humidity, organic solid waste (fruits and vegetables) and digesta from slaughter animals in the composting process. 2018.

SORIANO VILCAHUAMAN, Jakelin Analy. Time and quality of the compost with the application of three doses of effective microorganisms-Conception. 2016.

SUNI TORRES, Lucia Luz Justina. Use of organic solid waste in composting from the Río Seco–La Parada metropolitan wholesale market. Colorado Hill. 2018.

VILLASÍS-KEEVER, Miguel Ángel; MIRANDA-NOVALES, Maria Guadalupe. The research protocol IV: the study variables. Allergy Magazine Mexico, 2016, vol. 63, no 3, p. 303-310.

ANEXOS

Anexo 1. Matriz de operacionalización de variables

MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN						
VARIABLES		DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDAD DE MEDICIÓN
INDEPENDIENTE	Humedad de compostaje	La humedad en el compostaje se define como el contenido de agua que existe en el compostador respecto a toda la materia que hay en el interior	Se seleccionará la composición de los residuos orgánicos que ingresaran a la pila de compostaje, así como la incorporación de elementos.	Composición de residuos	Frutas	Kg
					Verduras	Kg
					Hortalizas	Kg
					Flores	Kg
				Elementos intervinientes	Estiércol	Kg
					Residuos de poda	Kg
DEPENDIENTE	Obtención de compost	El tiempo de obtención de compost es el momento en el que los residuos orgánicos alcanzarán su etapa de maduración debido al cese de la actividad microbiana, este tiempo varía mucho dependiendo del clima, la cantidad y tipo de residuos orgánicos.	Se registrarán datos de los parámetros fisicoquímicos desde el inicio de armado de la pila de compostaje hasta finalizar el proceso.	Características fisicoquímicas	Humedad	%
					Temperatura	°C
					Ph	Intervalo
					Tiempo	Días

Anexo 2. Ficha de monitoreo de residuos y elementos.

FICHA DE COMPOSICIÓN DE RESIDUOS Y ELEMENTOS				
Departamento	Moquegua			
Provincial	Mariscal Nieto			
Distrito	Moquegua			
Lugar	Planta de compostaje			
Coordenadas (UTM)	Zona	Este	Norte	
	19K	292865	8098679	
Residuos orgánicos	Tipo de residuos	Unidad de medida	Peso Unitario	Peso total
Composición de residuos	Residuos de frutas	Kg	84.6	198
	Residuos de verduras	Kg	36.8	
	Residuos de hortalizas	Kg	64.5	
	Residuos de flores	Kg	12.1	
Elementos intervinientes	Estiércol	Kg	18.5	34.5
	Residuos de poda	Kg	16	
Peso total				232.5

Anexo 3. Ficha de monitoreo de parámetros.

FICHA DE MONITOREO DE PARÁMETROS						
Día	pH	Temperatura °C				Humedad
		Extremo izquierdo	Centro	Extremo derecho	Promedio	
1	8.5	Primera muestra para evaluar pH				
1		36.4	37.4	36.5	36.8	66%
2		42.4	43.9	43.6	43.3	75%
5		51.8	52.2	51.6	51.9	80%
6		57.9	58.4	58.1	58.1	80%
7		63.3	63.7	63.4	63.5	80%
8	8.6	Segunda muestra para evaluar pH				
8		63.9	64.5	64.1	64.2	81%
9		66.2	66.6	66.3	66.4	81%
12		66.7	67.2	66.8	66.9	81%
13		67.3	67.4	67.2	67.3	82%
14		69.4	69.8	69.4	69.5	82%
15	8.7	Tercera muestra para evaluar pH				
15		70.1	70.3	69.9	70.1	83%
16		66.2	66.3	66.2	66.2	80%
19		60.8	61.2	61.1	61	77%
20		59.4	59.6	59.6	59.5	76%
21		57.2	57.5	57.1	57.3	73%
22	8.7	Cuarta muestra para evaluar pH				
22		56.6	56.7	56.5	56.6	72%
23		56.1	56.3	55.9	56.1	72%
26		54.7	54.9	54.7	54.8	71%
27		53.7	54.1	54	53.9	71%
28		51.4	51.9	51.7	51.7	70%
29	8.7	Quinta muestra para evaluar pH				
29		50.4	50.8	49.9	50.4	69%
30		49.1	49.5	49.1	49.2	68%
33		47.7	48.2	47.5	47.8	68%
34		46.1	46.7	46.2	46.3	68%
35		44.3	44.9	44.2	44.5	67%
36	8.6	Sexta muestra para evaluar pH				
36		44.4	43.1	43.3	43.6	66%
37		42.3	42.9	42.4	42.5	65%
40		40.1	40.7	40.3	40.4	65%
41		38.9	39.3	38.7	39	65%
42		38.5	38.6	38.6	38.6	64%
43	8.6	Séptima muestra para evaluar pH				
43		37.7	37.9	37.8	37.8	63%
44		37.4	37.4	37.3	37.4	63%
47		36.6	36.6	36.5	36.6	60%
48		35.3	35.4	35.4	35.4	58%
49		35.1	35.1	35	35.1	56%
50	8.5	Octava muestra para evaluar pH				
50		34.8	34.8	34.7	34.8	52%
51		34.1	34.3	34.2	34.2	50%
54		34	34	33.9	34	49%
55		33.7	33.7	33.6	33.7	47%
56		33	33.2	33.1	33.1	46%
57	8.4	Novena muestra para evaluar pH				
57		32.5	32.6	32.5	32.5	45%
58		32.1	32.5	32.4	32.3	45%
61		32	32.1	32	32	44%
62		31.5	31.6	31.6	31.6	43%
63		29.9	29.9	29.8	29.9	42%
64	8.4	Décima muestra para evaluar pH				
64		27.4	27.5	27.4	27.4	42%

Anexo 4. Expediente para validación de instrumento de medición.



CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres del validador: Urbano Fermín Vásquez Espino

1.2. Cargo e institución donde labora: Docente Universidad José Carlos Mariátegui

1.3. Especialidad del validador: Ing. Agrónomo, Maestro en Proyectos de inversión

1.4. Nombre del instrumento: Ficha de composición de residuos y elementos

1.5. Título de la investigación:

“Efecto de la humedad en el compostaje sin la aplicación de agua para la obtención de compost – Distrito Moquegua”

1.6. Autor del instrumento: Aduvire Vizcarra, Andy Eliseo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.					90
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				75	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					85
4. Organización	Existe una organización lógica.					85
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				80	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					85
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.				75	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones				75	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					85
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					85
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN					76	86



III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

✚ Primera variable: Humedad de compostaje

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Composición de residuos	<ul style="list-style-type: none">• Frutas• Verduras• Hortalizas• Flores	/		
Elementos intervinientes	<ul style="list-style-type: none">• Estiércol• Residuos de poda	/		

✚ Segunda Variable: Obtención de compost

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Características fisicoquímicas	<ul style="list-style-type: none">• Humedad• Temperatura• pH	/		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 81 %

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Moquegua, setiembre de 2021

Firma del experto informante

DNI N°: 21439706 Teléfono N°

956652094



CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES

1.1. Apellidos y Nombres del validador: Lenia Vanessa Montalvo Butrón

1.2. Cargo e institución donde labora: Sub Gerente de Gestión del Medio Ambiente-MPMN

1.3. Especialidad del validador: Ing. Químico, Maestro en Ciencias de Ingeniería Ambiental

1.4. Nombre del instrumento: Ficha de monitoreo de parámetros

1.5. Título de la investigación:

"Efecto de la humedad en el compostaje sin la aplicación de agua para la obtención de compost – Distrito Moquegua"

1.6. Autor del instrumento: Aduvire Vizcarra, Andy Eliseo

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.					85
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				80	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					90
4. Organización	Existe una organización lógica.					85
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				80	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					85
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.				78	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					90
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					90
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					80
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN					79	86



III. PERTINENCIA DE LOS ÍTEMS

✦ **Primera variable:** Humedad de compostaje

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Composición de residuos	<ul style="list-style-type: none">• Frutas• Verduras• Hortalizas• Flores	✓		
Elementos intervinientes	<ul style="list-style-type: none">• Estiércol• Residuos de poda	✓		

✦ **Segunda Variable:** Obtención de compost

DIMENSIÓN	INDICADORES	Suficiente	Medianamente suficiente	Insuficiente
Características fisicoquímicas	<ul style="list-style-type: none">• Humedad• Temperatura• pH	✓		

IV. PROMEDIO DE VALORACIÓN: 83 %

- (✓) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Moquegua, setiembre de 2021


Mg. Ing Lenia Vanessa Montalvo Butrón
CIP. 82992
Firma del experto informante

DNI N°: 41182296 Teléfono N° 953738528

Anexo 5. Panel fotográfico.



Medición de pH a través de un peachímetro digital en la planta de compostaje.



Prueba del test de puño cerrado para verificar la adecuada humedad en el compostaje.