TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

"EVALUACIÓN DE TRES ACELERADORES PARA OPTIMIZAR EL COMPOSTAJE DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE UN MERCADO URBANO"

Tesis para optar el título profesional de:

INGENIERA AMBIENTAL

Presentado por:

Phicenia Meryl Zavaleta Peña (0000-0002-1461-4076)

Asesor:

Alexander Emanuel Díaz Sotil (0000-0002-7723-2286)

Lima – Perú

2022

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Lima, 19 de septiembre del 2022.

Los integrantes del Jurado de tesis:

Presidente: Mg. Ing. Mirtha Rosario Nazario Ramirez
Miembro: Mg. Ing. Fabiola Herrera Ore
Miembro: Dra. Blga. Karol Natalie Lavado Solis

Se reúnen para evaluar la tesis titulada:

"EVALUACIÓN DE TRES ACELERADORES PARA OPTIMIZAR EL COMPOSTAJE DE RESIDUOS ORGÁNICOS DE UN MERCADO URBANO"

Presentada por la/el estudiante/bachiller:

- **Phicenia Zavaleta Peña**

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Asesorado por: Ing. Alexander Díaz Sotil

Luego de haber evaluado el informe final de tesis y evaluado el desempeño del estudiante de la carrera de Ingeniería Ambiental en la sustentación, concluyen de manera unánime (x) por mayoría simple ( ) calificar a:

Tesista: Phicenia Zavaleta Peña			Nota (Dieciocho): (18)
Aprobado ( )	Aprobado - Muy buena (x)	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad:

Mg. Ing. Mirtha Rosario Nazario Ramirez
Presidente

Mg. Ing. Fabiola Herrera Ore
Miembro 1

Dra. Blga. Karol Natalie Lavado Solis
Miembro 2

Ing. Alexander Díaz Sotil
Asesor

T // (511) 610 6738
informes@cientifica.edu.pe
cientifica.edu.pe

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ANEXO: FORMATO DE DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS / TRABAJO DE INVESTIGACIÓN[1]

Lima, 16 de enero del 2024

Señor,

Dr. Carlos Zavalaga Reyes

Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –

De nuestra consideración,

Yo: Phicenia Meryl Zavaleta, egresado de la carrera de Ingeniería y gestión ambiental de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis Alexander Diaz Sotil, declaramos que este informe final de tesis titulado: Evaluación de tres aceleradores para optimizar el compostaje de residuos orgánicos de un mercado urbano, sustentado para obtener el título de Ingeniera Ambiental es original.

Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de mi (nuestra) investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos [2], que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,

Firma tesista
DNI: 77141535

Firma del asesor de tesis
DNI: 40515932

[1] En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD
[2] Los documentos están en: https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Evaluación de tres aceleradores para optimizar el compostaje de residuos orgánicos de un mercado urbano

Autores. Phicenia Meryl Zavaleta Peña

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2408182679).

Resultado de la evaluación. 5%

Revisado por. Magaly Kelly Guerrero Huaracallo.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.



v.2.0. Evaluación de tres aceleradores

INFORME DE ORIGINALIDAD

5%	3%	3%	2%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	Bernabé, Renzo Alberto Matienzo. "Gestión de Impactos Ambientales de los Residuos Alimentarios a Nivel de Gobiernos Locales. el Estado de la Gestión de Residuos en el Mercado san José de Jesús María", Pontificia Universidad Catolica del Peru (Peru), 2022 Publicación	1%
2	repositorio.promperu.gob.pe Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Cientifica del Sur Trabajo del estudiante	1%
4	doczz.net Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	RIVAS OYOLA NILTON ERNESTO. "EIA-SD Categoría II de la Infraestructura de Disposición Final, Planta de Valorización y Centro de Acopio de Residuos Sólidos Municipales del Proyecto Mejoramiento y	<1%

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESUMEN

Los residuos orgánicos representan la mayor cantidad de residuos generados en los mercados de abastos, los cuales no son manejados correctamente. Por ello, se propone facilitar su manejo a través del compostaje buscando optimizar su proceso mediante aceleradores que disminuyen el tiempo de obtención de compost y a su vez permiten obtener abono orgánico de calidad. El objetivo del estudio es determinar que acelerador (suero de leche, EM-Compost o levadura) permitirá optimizar el proceso de compostaje a partir del aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos del mercado San Pedro. Se realizó un muestreo estratificado aleatorio con un nivel de confianza del 94% para determinar los puestos fijos a muestrear por rubro comercial tradicional (n=29) y no tradicional (n=22) del mercado San Pedro. Una vez recolectado los residuos se armaron las 12 pilas de compostaje, utilizando el diseño experimental completamente al azar, con 4 tratamientos y 3 repeticiones. Durante el proceso de compostaje la temperatura se evaluó diariamente, el pH y la conductividad eléctrica fueron evaluados en 6 fechas diferentes, para determinar la optimización del compost se evaluó el tiempo y calidad del compost. Se determinó que el 88.56% de los residuos generados en el mercado son orgánicos y en cuanto a la calidad de NPK del compost fue en el siguiente orden: $T_0 > T_2 > T_3 > T_1$, concluyendo que el tratamiento al que se le adiciona EM Compost optimiza el proceso de compostaje permitiendo obtener un compost con calidad aceptable luego de 45 días.

Palabras claves: residuos, aprovechamiento, orgánicos, compost.

Abstract

The present paper analyzes how to manage organic waste more effectively. These represent the largest amount of waste generated in food markets, but they are not managed correctly. Therefore, it is proposed to facilitate its management through composting, seeking to optimize its use through accelerators that are responsible for reducing the time to obtain compost and in turn allow obtaining quality organic fertilizer. The objective of the study is to determine which accelerator (whey, EM-Compost, or yeast) will allow optimizing the composting process from the use of organic solid waste from the San Pedro market located in the district of Bellavista, Callao. Random stratified sampling was conducted with a confidence level of 94% to figure out the permanent stalls to be sampled by traditional (n = 29) and non-traditional (n = 22)

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

commercial items in the San Pedro market. Once the waste was collected, the 12 composting piles were assembled, using the completely randomized experimental design, with 4 treatments and 3 repetitions. During the composting process, the temperature was measured daily, while the pH and electrical conductivity were evaluated on 6 different dates. To figure out the optimization of the compost, the time and quality of the compost were evaluated. It is determined that 88.56% of the waste generated in the market is organic and in terms of the NPK quality of the compost it was in the following order: T0 > T2 > T3 > T1. In conclusion, the treatment to which EM Compost is added optimizes the composting process.

Keywords: waste, recycle, organic, compost.

1. Introducción

Los residuos orgánicos representan alrededor del 50% de residuos municipales en América Latina y El Caribe, pero carecen de una adecuada gestión (Organización de Naciones Unidas, 2018), escenario similar ocurre en el Perú, según la Defensoría del Pueblo (2019), al año se generan más de 7 millones de toneladas de residuos sólidos municipales y más de la mitad es representado por la materia orgánica; sin embargo, solo se recicla el 1% del total. Los mercados de abastos no son ajenos a la situación problemática de los residuos, ya que son representados mayoritariamente por los residuos orgánicos. Estos mercados albergan diversas actividades comerciales, por lo que también, existe una gran variedad de residuos sólidos; y su mala disposición afecta principalmente a los clientes y comerciantes (Usca, 2018). Debido a que estos residuos pueden valorizarse se han aplicado técnicas para aprovechar la fracción orgánica, a fin de convertirlos en un bien con valor económico, disminuyendo de esta manera el impacto negativo ocasionado al ambiente (Azurduy *et. al.*, 2016). Una de las mejores alternativas para la gestión de residuos sólidos orgánicos es el compostaje (Solans *et al*., 2001), que es la producción de compost por descomposición aerobia de los residuos orgánicos (Salazar, 2014). El proceso suele durar entre 4 - 6 meses y aumenta cuando se manejan elevados volúmenes. Con el avance de la investigación, se han planteado alternativas para activar la descomposición de la materia orgánica buscando que no se altere la calidad del producto y se obtenga un sustrato orgánico de calidad, ejemplo de ello es la incorporación de los aceleradores biológicos, que se encargan de suministrar una fuente de nutrición para incrementar la población

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

microbiana logrando conseguir compost en menor tiempo. El compost como abono orgánico proporciona una fuente de nutrientes para mejorar la calidad del suelo, reduciendo el empleo de fertilizantes artificiales en los cultivos y por ende la contaminación del suelo.

En este sentido, se planteó para este estudio, valorizar los residuos orgánicos generados en el mercado de abastos San Pedro a través del compostaje buscando optimizar su proceso comparando tres aceleradores de la descomposición de materia orgánica con la finalidad de determinar el inoculante que favorecerá el proceso de compostaje y la calidad del compost.

2. Metodología

2.1 Caracterización de residuos sólidos del mercado San Pedro

La caracterización se llevó a cabo aplicando la metodología diseñada por Kunitoshi Sakurai. La muestra se distribuyó por rubro y actividad comercial, creando así un diseño aplicable para el presente estudio, permitiendo conocer los rubros de venta específicos que generan residuos orgánicos.

2.1.1 Etapa 1. Identificación y agrupación de los puestos de venta del mercado

Se identificaron 370 puestos de venta fijos, divididos en dos grupos :puestos de venta fijos activos (220) y puestos de venta fijos inactivos (150).

2.1.2 Etapa 2. Determinación de la población y muestra por rubro comercial

La población consta de los puestos de venta fijos activos del mercado, que fueron agrupados por rubros comerciales. Se realizó un muestreo aleatorio simple a 220 puestos de venta fijos, empleando la ecuación 1 para determinar la muestra. Seguidamente se procedió a aplicar un muestreo estratificado aleatorio para obtener la muestra por rubro comercial.

$$n = \frac{(Z^2_{1-\frac{\alpha}{2}} * N * \sigma^2)}{((N-1) * E^2 + Z^2_{1-\frac{\alpha}{2}} * \sigma^2)} \quad (1)$$

2.1.3 Etapa 3. Metodología para el análisis de los residuos sólidos

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Procedimiento para la toma de muestras:

Se sensibilizó acerca de la problemática del manejo de residuos en el mercado San Pedro a cada uno de los participantes del estudio, explicando sus responsabilidades respecto a la entrega de sus residuos diariamente. La toma de muestra se ejecutó desde el 03 al 11 de marzo (no se consideró el domingo 07 por ser un día no laborable). Las actividades de recolección empezaban a las 16:30 horas, trasladando los residuos al centro de acopio provisional de residuos que se encuentra en el mercado, para la cuantificación de los residuos muestreados.

Determinación de la generación por puesto de venta (GPP) y el total diario de residuos sólidos

Diariamente se pesaron el total de bolsas (sin considerar los datos del primer día de muestreo, día 0), la cantidad total de residuos generados diariamente en todos los puestos de venta fue representada como Wt. Con el dato del peso total se obtuvo el dato de GPP, que es la cantidad de residuos generados diariamente por cada puesto.

Se utilizó la ecuación 2, expresando los resultados en kg/puesto/día.

$$GPP = \frac{Peso\ total\ de\ residuos\ (Wt)}{\#puestos\ por\ rubro} \quad (2)$$

Determinación de la composición física de los residuos sólidos en el mercado

La separación de residuos sólidos se realizó de manera individual por cada una de las bolsas y la clasificación se realizó siguiendo los lineamientos de la NTP 900.058, como se muestra en la siguiente Tabla.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 1. Clasificación de residuos sólidos para el ámbito de gestión municipal

Tipo de residuos	Descripción
Aprovechables	Vidrio, plástico, papel y cartón, textiles, metales, etc.
No Aprovechables	Papel metalizado, residuos sanitarios, etc.
Orgánicos	Restos de alimentos, restos de poda, hojarasca
Peligrosos	Medicinas vencidas, empaques de plaguicidas, etc.

2.1.4 Etapa 4. Disposición final de la muestra

Terminado el análisis, estos fueron depositados en los contenedores del mercado a la espera de ser recogidos por el camión recolector de la municipalidad de Bellavista, a excepción de los aprovechables que fueron depositados en los contenedores ecológicos del distrito.

2.2 Metodología para la elaboración de compost y aplicación de los tratamientos

La segunda etapa del proyecto se llevó a cabo en la Planta de Valorización de residuos orgánicos del distrito de Bellavista. En el área de trabajo, se removió el suelo para disminuir la pendiente y se cubrió con geomembrana para el control de lixiviados, también se colocó un techo para el control de factores climáticos.

El proceso inició con la recolección de los residuos de las fruterías y verdulerías del mercado San Pedro y se dirigieron a la planta, donde se pesaron, se picaron para reducir su tamaño, se homogeneizaron, acopiaron y protegieron durante 24 horas.

Las dimensiones de las pilas de compostaje fueron de 0.7 x 0.7 x 0.4 m de largo, ancho y alto, en la base se colocaron ramas para formar un colchón de aire. Las pilas estuvieron compuestas por 6 capas: 12.5 kg de residuos orgánicos de las fruterías y verdulerías, 3.5 kg de restos de poda de los parques del distrito de Bellavista, 4L de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

aserrín húmedo, 12.5 kg de residuos de las fruterías y verdulerías, 3.5 kg de restos de poda y por último 4L de aserrín húmedo.

Se implementaron 4 tratamientos replicados 3 veces, estos se diferencian por el tipo de acelerador de la descomposición de materia orgánica utilizado (Tabla 2).

Tabla 2. Descripción de los aceleradores de descomposición de materia orgánica

Tratamientos	Acelerador	Procedencia
T_0	Sin acelerador	-
T_1	Suero de leche	Empresa Vaché
T_2	EM- Compost activado	BIOEM
T_3	Levadura	Magest

La aplicación de los aceleradores fue sobre los residuos de verduras y frutas en la primera y cuarta capa de la pila de compostaje, finalizando se cubrieron todas las pilas para mantener la temperatura.

2.2.1 Manejo en el proceso de compostaje

Control de temperatura

Se realizaron mediciones entre las 10 y 12 horas, se introdujo un termómetro hasta el centro de cada unidad experimental a una profundidad de 20 cm iniciando desde la parte superior.

Control del Potencial de Hidrógeno y Conductividad eléctrica

Se determinaron por primera vez luego de 7 días de iniciado el proceso de compostaje y después cada 10 días. Se tomaron muestras de cada pila de compostaje y se transportó al Laboratorio de Ingeniería Ambiental de la Universidad Científica del Sur.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Se utilizaron 20 g de muestra, se adicionaron 50 ml de agua destilada, se mezcló y se realizó la lectura del pH y C.E. con un multiparámetro.

Aireación del sustrato o volteo

Se realizó manualmente cada 7 días utilizando un trinche, con el fin de estructurar uniformemente los orgánicos y suministrar oxígeno. Y se realizó el riego de cada una de las pilas cada 15 días para poder equilibrar la humedad.

Análisis de laboratorio

Como muestra se pesó 1 kg de compost obtenido por cada tratamiento y se llevaron al Laboratorio de Análisis de Suelos Plantas Aguas Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria la Molina.

Análisis estadístico

El diseño utilizado fue completamente al azar con 4 tratamientos y 3 réplicas. Todas las variables se sometieron al estudio de varianzas y se utilizó la prueba Tukey al 95% de probabilidad para la comparación de medias. El tratamiento estadístico se realizó el programa SPSS.

3. Resultados y Discusión

3.1 Resultado

3.1.1 Muestra por rubro y actividad comercial

Se muestrearon 51 puestos de venta. En la Tabla 4 se precisa la cantidad de puestos de venta fijos muestreados por actividad comercial, siendo 29 puestos del rubro tradicional y 22 del rubro no tradicional.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 4. Población de estudio y muestra por actividad comercial

Rubro Comercial	Actividad comercial	Productos vendidos	Población de estudio	Muestra
Tradicionales	Abarrotes	Lácteos, arroz, menestras, etc.	27	6
	Verdulería	Verduras	23	5
	Frutería	Frutas	12	3
	Expendio de comida	Restaurantes, juguería, fuente de soda, etc	21	5
	Carne y aves	Res, ovino, porcino, pollo, etc.	27	6
	Pescadería	Pescados y mariscos	4	1
	Artículos de limpieza	Detergente, lejía, desinfectantes, etc.	12	3
	Bazar	Utensilios de cocina, decoraciones del hogar, etc.	8	2
	Calzado	Zapatos	3	1
No Tradicionales	Taller de costura	Modificación y reparación de prendas de vestir	6	1
	Golosina/ Piñatería	Golosinas, piñatas, globos, decoraciones para fiestas	7	2
	Especería	Condimentos, embutidos, quesos, etc.	14	3

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

	Ferretería	Tuberías de pvc, clavos, cinta métrica, herramientas, etc.	4	1
	Floristería	Flores, plantas, arreglos florales	4	1
	Librería	Útiles de escritorio	7	2
	Peluquería	Cortes de cabello, decoloración, etc.	8	2
	Plásticos	Tapers, bolsas,	10	2
	Herbolario	Plantas medicinales	3	1
	Servicio técnico	Mantenimiento de aparatos electrodomésticos	6	1
	Venta de ropa	Ropa	10	2
	Utensilios de repostería	Productos para la elaboración de tortas	4	1
Total			**220**	**51**

3.1.2 Resultados de la caracterización de residuos sólidos comerciales

Según los datos obtenidos del peso total de residuos generados en cada rubro comercial por día, el valor promedio de la GPP es de 9.1 kg/puesto de venta/día; en cuanto a la GPP por rubro, es el rubro tradicional presenta una mayor GPP con 15.3 kg/puesto de venta/día.

Se estima que en el mercado se generan diariamente 463.4 kg de residuos sólidos, el rubro tradicional representa el 92.3% y el rubro no tradicional el 7.7%.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Lo interesante de estos datos es que en el primer rubro se encuentran las actividades comerciales de verdulería y aves y carnes, las cuales generan la mayor cantidad de residuos en todo el mercado. En cambio, dentro del rubro no tradicional, la actividad comercial que genera mayor cantidad de residuos es la floristería con 18.085 kg/día, mientras que la actividad comercial de menor generación de residuos en todo el mercado es la de calzado con 0.1 kg/día.

En la **Tabla 5** podemos establecer que el 88.56% de residuos sólidos está conformado por orgánicos, el 8.96% por aprovechables inorgánicos, el 2.46% por no aprovechables y el 0.02% por peligrosos. Son los expendios de comida, verdulerías, fruterías, aves y carnes, pescaderías, especerías, floristería y herbolarios, los puestos que contribuyen a la generación de residuos orgánicos; por otro lado, los residuos peligrosos encontrados fueron los tintes para cabello y las botellas de thinner generados por las peluquerías y las ferreterías, respectivamente.

Tabla 5. Resultados de la caracterización de residuos sólidos en el mercado San Pedro

	Promedio GPP (kg/puesto/día)	**Generación de residuos sólidos (kg/día)**	**Tipo de residuo (kg)**			
			Aprovechable inorgánico	**Orgánico**	**No aprovechable**	**Peligroso**
Rubro comercial tradicional	14.8	427.8	30.2	391.6	5.9	0.0
Rubro comercial no tradicional	1.6	35.6	11.3	18.8	5.5	0.1
Total del mercado	9.1	463.4	41.5	410.3	11.4	0.1

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis



Figura 1. Generación de residuos orgánicos por actividad comercial en el mercado San Pedro

Del total de residuos orgánicos, según la **Figura 1**, el mayor porcentaje de generación (49.6%) proviene de la venta de verduras y el menor (0.2%), de la venta de plantas medicinales. En las verdulerías se encontraron restos de verduras y hortalizas; en las fruterías, frutas en descomposición y coronas de piña, en los expendios de comida se encontraron residuos de alimentos; en los puntos de venta de aves, carnes y pescado, restos animales; en las especerías, restos de alimentos y hojas de panca; en las floristerías, maleza y poda; en la venta de plantas medicinales, restos de hojas y hierbas.

3.1.3 Resultados del proceso de compostaje

El tratamiento T_2 terminó en un promedio de 45 días seguido de los tratamientos T_1 y T_3 con un promedio de 50 y 54 días respectivamente, siendo el testigo el último en finalizar con un promedio de 61 días.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

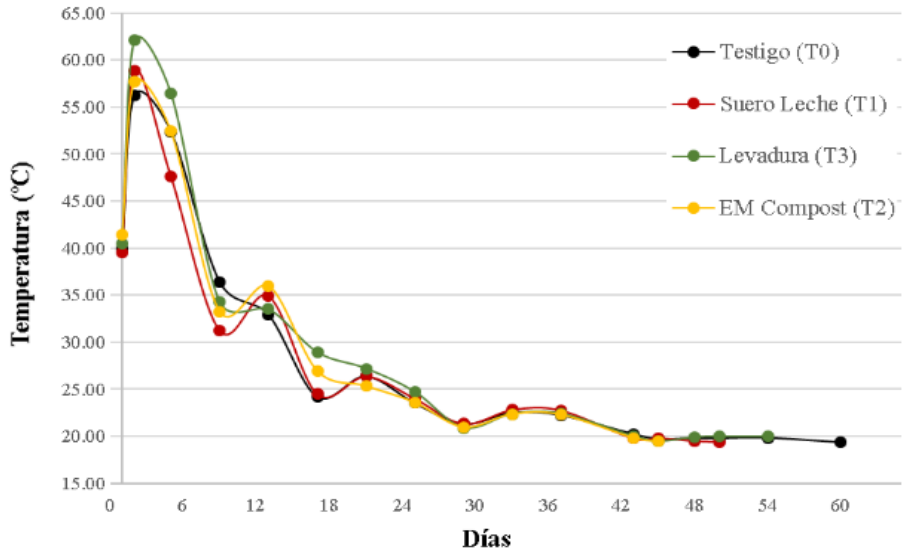


Figura 2. Evolución de la temperatura

Las variaciones de temperatura en los diferentes tratamientos se observan en la **Figura 2**. La temperatura inicial fue similar entre todos los tratamientos oscilando alrededor de los 40 °C. Al día siguiente se superaron temperaturas de 45 ºC y en el día tres se registraron las máximas temperaturas en T_3, T_1, T_2 y T_0 siendo 62.1 °C, 58.9 °C, 57.7 °C y 56.2 °C respectivamente. Después de los primeros 9 días, los cuatro tratamientos registraron temperaturas por debajo de los 40 ºC, todavía en el día 30 el T_2 se estabilizó (22.4 ºC); en el día 34, el T_1 (22.8 ºC) ; en el día 37 , el T_3 (22 ºC); y en el día 41, el T_0 (20.2 ºC). Finalmente, se terminó el proceso de compostaje registrando la temperatura promedio para cada tratamiento alrededor de 19 ºC, siendo temperaturas próximas a las del ambiente.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

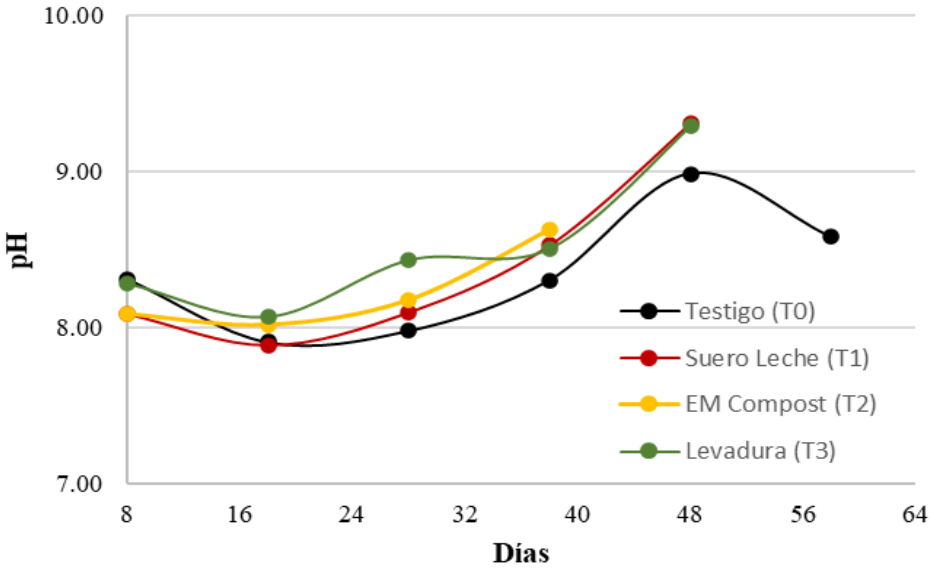


Figura 3. Evolución del pH

La **Figura 3** muestra que los resultados de la primera, segunda y cuarta medición no existe diferencia significativa (P<0.05); pero según la prueba de comparaciones múltiples Tukey (P<0.05) si existe diferencia significativa en los resultados de la tercera medición, logrando diferenciar al T_3 (levadura) con el valor del pH más alto (8.4) y el que marca la diferencia frente al T_0 y T_1; también en la quinta medición, el testigo es el que marca la diferencia frente a los tratamientos con un pH de 9, resaltando que a pesar de las diferencia estadística el valor de pH es muy cercano al 9, existiendo una diferencia máxima de 0.3 con los tratamientos.

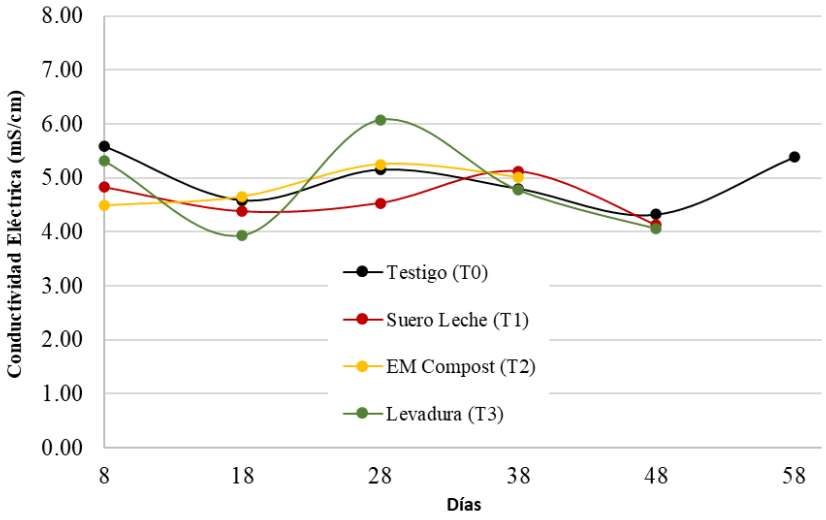


Figura 4. Evolución de la C.E.durante el proceso de compostaje

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La **Figura 4** representa el comportamiento de la conductividad eléctrica de cada tratamiento que no mostró diferencia significativa (P<0.05) durante la primera fecha de muestreo se mantuvo entre 4.5 y 5.6 mS/cm. En la segunda medición la C.E. disminuyó en el T_0, T_1 y T_3, todo lo contrario, en el T_2 que aumentó ligeramente a 4.7 mS/cm, en la fecha siguiente aumentó la conductividad eléctrica en los cuatro tratamientos para luego disminuir, a excepción del T_1 que se elevó a 5.1 mS/cm. En la quinta fecha continúo descendiendo en el T_0 y T_3 y; en la última, para el T_0 los valores se establecieron en 5.4 mS/cm

Tabla 8. Resultados de las propiedades fisicoquímicos del compost

	pH	C.E. (dS/m)	% Hd	% M.O.	% N	% P	% K
T_0	8.5	11.3	52.7	57.9	1.3	0.3	1.8
T_1	8.8	12.5	51.3	48.4	1.1	0.3	1.5
T_2	8.7	11.9	46.8	41.3	1.2	0.3	1.3
T_3	8.9	11.9	36.7	39.6	1.2	0.3	1.3

El pH de los compost no expreso diferencia significativa (P<0.05), los valores obtenidos varían entre 8.5 y 8.89. La C.E de los compost analizados en laboratorio no tuvo diferencia significativa (P<0.05), siendo 11.3 dS/m para el T_1 y 12.5 dS/m para el testigo, respectivamente. Con relación al porcentaje de humedad existe diferencia significativa entre tratamientos (P<0.05), los valores se mantuvieron por encima del 45% para el testigo, el T_1 y el T_2, es el T_3 el que marca la diferencia con el porcentaje más bajo. En cuanto a los porcentajes de materia orgánica, existe diferencia significativa (P<0.05) para los el T_0 y T_1, siendo el testigo en el cual hay mayor presencia de materia orgánica con un valor de 57.9%.

Al realizar el análisis estadístico a los macroelementos no se hallaron diferencias significativas (P<0.05) entre los porcentajes de nitrógeno y fósforo en el compost de los diferentes tratamientos. Todo lo contrario, a los resultados de los análisis de potasio, donde el testigo es el que marca la diferencia (P<0.05) con respecto a los tratamientos con aplicación de EM-Compost y Levadura. El mayor

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

porcentaje de nitrógeno (1.3%) lo obtuvo el testigo, la concentración de fósforo fue de 0.3% para todos los tratamientos, además, la mayor concentración de potasio la posee el testigo, seguido del T_1 con un porcentaje de 1.5%.

3.2 Discusión

Los resultados de este estudio revelan que el 97.5% de residuos sólidos generados en el mercado San Pedro pueden ser aprovechados. En el caso de los residuos orgánicos del mercado San Pedro, estos representan el mayor valor porcentual del total de residuos generados, similarmente ocurre en otros estudios de caracterización, como el que realizó Rodríguez (2011) en el mercado Santo Domingo Oeste (República Dominicana), donde el 94% del total de residuos fue representado por los orgánicos. De la misma manera, se observa en el estudio del mercado Ascropo (Perú) realizado por Quispe (2018), donde se observó que el 83.9% del total eran residuos orgánicos, los cuales en su mayoría proceden de los puestos de venta de verduras y aves. Los resultados encontrados en el mercado San Pedro determinan que el 62.4% de residuos orgánicos son idóneos para ser aprovechados mediante la técnica de compostaje, al igual que el 63.1% del mercado central de Virgen de Fátima (Ortiz y Gonzales, 2015); en ambos casos se excluye a los restos de animales generados en la venta de pescados, aves y carnes, así como los residuos de alimentos generados en los expendios de comidas, ya que no son recomendados usar en el compost por que pueden albergar patógenos, traer plagas y causar malos olores (Silbert *et al*, 2018). Estos resultados concuerdan también con las observaciones realizadas por López (2018) y Samaniego (2019) quienes mostraron la importancia de aprovechar los residuos orgánicos para la preparación de compost.

El comportamiento de la temperatura fue marcado por etapas durante el proceso de compostaje. En la primera, ocurre una fermentación mesófila, que se caracteriza por iniciar a temperatura ambiente y en pocas horas aumentar hasta los 45°C (Román, Martínez y Pantoja, 2013) en los cuatro tratamientos analizados se pudo observar que la temperatura con la que se inició el proceso fue superior a la temperatura ambiente ya que los residuos orgánicos estuvieron apilados durante 24 horas logrando que la población microbiana se multiplique e

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

incremente la temperatura rápidamente como menciona Hernández, H. (2008), permitiendo que el calor producido contribuya a la desintegración de la materia orgánica. Durante el proceso de compostaje la temperatura aumento hasta el día 2, ocasionando una transición brusca de etapa mesófila a etapa termófila para todos los tratamientos. En esta segunda etapa, el testigo registró el menor valor de temperatura máxima en comparación con los tres tratamientos, lo que indica que el incremento de la temperatura fue influenciado por la adición de los aceleradores de descomposición de materia orgánica, por otra parte el tratamiento T_2 alcanzó la temperatura máxima superior (62.1 ºC), lo cual concuerda con Ortiz y Gonzales (2015) y Aguilar (2018) que registraron temperaturas mayores a los 60 ºC en los procesos de compostaje donde se aplicó el mismo acelerador. Cuando se registraron temperaturas por debajo de los 40 ºC, significó que los 4 tratamientos iniciaron al mismo tiempo la etapa de enfriamiento; sin embargo, comparativamente los tratamientos necesitaron diferentes períodos de tiempo para alcanzar la temperatura ambiente. Finalmente, las pilas de compostaje disminuyeron sus temperaturas reduciendo así la actividad metabólica (Vargas, Trujillo y Torres, 2019) y empezando la etapa de maduración, que duró menos de 15 días, estos resultados difieren de lo señalado por Hannibal, et. al. (2016) que indican que la etapa de maduración requiere meses, sin embargo, Aguilar (2018) y Ortiz y Gonzales (2015) que aplicaron aceleradores en el compostaje lograron la estabilización en menos de 20 días por la descomposición acelerada de la materia orgánica del compost. Con relación a los valores del pH en este estudio ,la primera medición de pH se dio en el final de la etapa termofílica y cuyo resultado fue de poco más de 8, este hallazgo apoya la investigación previa de Martinez *et al*. (2019) donde se menciona que la corta duración del cambio de las etapas mesofílica a termofílica contribuye a valores de pH alcalinos. Durante la etapa de enfriamiento se produce un aumento leve del pH para el testigo, T_1 y T_2, mientras que en el T_3 se produce un aumento mucho más elevado debido a la alcalinización del medio y la degradación de compuestos orgánicos, demostrándose por lo tanto la influencia del acelerador en dicho parámetro. Y, de acuerdo con Sánchez *et al.* (2001) citado en Delgado *et al*. (2019) en el período de maduración el pH baja por la formación de agregados húmicos, actividad que en este estudio solo se comprueba con el testigo por que la adición de aceleradores influye mucho más

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

en la mineralización de los restos orgánicos en el transcurso de la maduración (Burgos *et al.,* 2016) y demora un poco más el proceso de humificación. Sobre la conductividad eléctrica, los valores fueron similares en todos tratamientos por ende los aceleradores biológicos no repercutieron en la C.E. en el transcurso del proceso de descomposición, contrario a lo mencionado por Bueno, Díaz y Cabrera (2011) y Suni (2018) que coinciden en que el riego con agua para el control de humedad genera la disminución de la C.E.

El pH en el compost se registró por encima de 8.5 en todos los tratamientos, valores que sobrepasan a los señalados por la norma mexicana 020 y chilena 2880. Los niveles de pH conseguidos se encuentran próximos a los valores logrados por Rivadeneira (2018), mientras que Aguilar (2018) obtuvo resultados mucho más elevados, coincidiendo en que el pH resulta alcalino y según Hanníbal *et. al*. (2016) se debe a la degradación de los ácidos pirúvicos y la descomposición del nitrógeno presente en el material orgánico. En cuanto a la Conductividad Eléctrica, según la normativa chilena el compost excede el valor permitido de un compost maduro mientras que la normativa mexicana clasifica al T_0, T_2 y T_3 como un compost de Clase C, estos altos se deben a la mineralización de la materia orgánica que origina la tendencia hacia el aumento de la C.E. y a su vez un aumento en la concentración de nutrientes (Loayza, 2020); sin embargo, es preferente que el compost contenga valores bajos de C.E. ya que la existencia de sales está asociada a la concentración de sodio, que, en concentraciones altas reprimen el crecimiento de las plantas (Hannibal, *et. al.* 2016).

Acerca de la materia orgánica que contiene el compost todos los tratamientos califican como aptos debido a los resultados mayores al 20%. Se demuestra también, la influencia de los aceleradores en dicho parámetro, ya que, al crear un ambiente donde los microorganismos descomponen mucho más rápido la materia orgánica (Cataldi *et al.*, 2005); por lo que la transformación en compuestos húmicos será más lenta, con lo que podemos afirmar que los aceleradores contribuyen principalmente a la mineralización de la materia orgánica.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En general, la humedad es variable siendo muy similar a los resultados obtenidos en este estudio o incluso más bajos como fue el estudio de Gracia (2012) que reportó valores de 26.8% y 27.7% de humedad del compost, a diferencia de González et al. (2014) que obtuvieron valores de 44.3% y Chauca (2014) que reportó 49.5% en compost obtenido tradicionalmente de residuos orgánicos de mercado y bajo techo. Défaz y Gualoto (2020) señalan que el rango de humedad óptimo se encuentra en el intervalo de 30% - 40% cuando se ha alcanzado su madurez. Contrastando los resultados de este estudio con la normativa chilena y mexicana, solo el T_3 cumple con ser un compost con calidad aceptable.

Los nutrientes N, P, K son esenciales para los microorganismos durante el proceso de compostaje, ya que así poseerá las características necesarias para su uso eficiente como mejorador de los suelos (Ortiz y Gonzales, 2015). De acuerdo con la normativa mexicana los 4 tratamientos cumplen con ser compost mejoradores de suelos, sobre la normativa chilena está solo menciona requisitos para nitrógeno (mayor o igual a 0.5%) en este estudio los resultados de nitrógeno para los 4 tratamientos cumplen con esta normativa. Los valores del nitrógeno cumplen con la exigencia de calidad, mientras que los tratamientos con adición de levadura y suero de leche obtuvieron el menor valor a comparación del resto, pero aun así mayores concentraciones comparada a los resultados de Chilón (2013). Además, se ha evidenciado que la concentración de nitrógeno incide en la calidad del compost como abono orgánico (Díaz *et al*. 2002; citado en Apaza *et al.* 2015). Con respecto al fósforo en el compost, se evidenció una baja disponibilidad comparada con Aguilar (2018) y Gallardo (2013) que obtuvieron un compost de calidad con mayor concentración de fósforo, ambos atribuyen sus resultados a la impermeabilización con geomembrana ya que así impidieron la lixiviación de nutrientes. En este estudio, también se utilizó geomembrana, pero con el fin de impermeabilizar el suelo y drenar de manera apropiada los lixiviados, de modo que estos no se acumularon en cada pila de compostaje. Un componente que influye en la disponibilidad del fósforo es el pH, ya que según Ytavclerh (2017) cuando el pH supera el 7.5 se restringe su disponibilidad en el suelo y de acuerdo con la investigación de Jiménez (2015) la concentración más reducida de fósforo (0.3%) es consecuencia de la mineralización de los residuos orgánicos durante el compostaje.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En comparación al contenido de potasio, el compost testigo tiene un mayor rango, según Paco *et al.* (2011) citado en Apaza *et al*. (2015), indican que el potasio disminuye a medida que los microorganismos descomponen la materia orgánica, mineralizando los nutrientes en forma de óxido de potasio.

4. Conclusiones

Sobre la caracterización de residuos sólidos, la generación de residuos en el mercado San Pedro depende del conjunto de actividades comerciales desarrolladas, aquí se genera una gran cantidad de residuos orgánicos, aunque no todos se pueden aprovechar de la misma forma. De acuerdo con el estudio los residuos de fruterías, verdulerías y floristerías pueden ser valorizados a través del compostaje, el realizar la separación desde su origen mejorará su calidad para el aprovechamiento.

El proceso de compostaje depende del método empleado y el ambiente; gracias a las inspecciones diarias y el control de parámetros de cada pila, el proceso se desarrolló adecuadamente logrando asegurar la calidad del compost. El tiempo óptimo corresponde al tratamiento con aplicación EM compost, confirmando que la utilización de aceleradores biológicos agiliza el proces.

En cuanto a la calidad NPK del compost $T_0 > T_2 > T_3 > T_1$, el contenido de nutrientes en el compost final fue variado y depende del contenido materia orgánica con los que se inició el proceso de compostaje. Finalmente, la utilización de aceleradores reduce el tiempo promedio para la obtención de compost, así como la calidad del compost. Se comprobó que la utilización de EM Compost garantiza mejores resultados ya que cumple con los rangos necesarios para un proceso de compostaje adecuado, concluyendo en la producción de un compost en menor tiempo y calidad aceptable para ser utilizado en áreas verdes urbanas y reforestación.

5. Agradecimiento

Agradezco sinceramente a los comerciantes que amablemente participaron en este proyecto, a pesar de las condiciones adversas del COVID-19. A todo el equipo de la Subgerencia de Gestión Ambiental de la Municipalidad Distrital de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Bellavista que otorgaron las instalaciones y mano de obra para la realización de este investigación.

6. Referencias

Aguilar, Y. (2018). Optimización del proceso de compostaje de residuos sólidos orgánicos de los mercados de la ciudad de Juliaca mediante la impermeabilización con geomembrana y la aplicación de activadores biológicos (suero de leche y levadura) – 2018. Tesis de pregrado, Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez.

Apaza, E. E., Mamani, F., y Sainz, H. Sistema de compostaje para el tratamiento de residuos de hoja de coca con la incorporación de tres activadores biológicos, en el centro experimental de Kallutaca. *Journal of the selva andina Biosphere*, 2015; 3(2), 75-85.

Azurduy, S., Azero, M., y Ortuño, N. Evaluación de activadores naturales para acelerar el proceso de compostaje de residuos orgánicos en el municipio de Quillacollo. *Acta Nova*, 2016; *7*(4): 369-388. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1683-07892016000200002

Bueno, M. P., Diaz, B.M.J., y Cabrera C.F. 2011. Capítulo 4. Factores que afectan al compostaje. Facultad de Ciencias Experimentales, Universidad de Huelva https://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores%20que%20afectan%20al%20proceso%20de%20compostaje.pdf

Burgos, C.J., Tarazona, N.L, Zambrano, D. y Guzmán, A. 2016. Evaluación de un inóculo nativo en la fase de maduración del compostaje de residuos agropecuarios. https://www.researchgate.net/publication/330936491_EVALUACION_DE_UN_INOCULO_NATIVO_EN_LA_FASE_DE_MADURACION_DEL_COMPOSTAJE_DE_RESIDUOS_AGROPECUARIOS

Chauca, N. V. (2014). Proceso de producción y aplicación del producto “microorganismos eficaces” sobre la calidad de compost de residuos orgánicos

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

de mercados, Sapallanga – Huancayo. Tesis de pregrado, Universidad Nacional del Centro del Perú.

Défaz, G. C., y Gualoto, H. A. (2020). Evaluación de la eficiencia de tres activadores biológicos aplicados a pilas de compostaje ubicadas en San Francisco de Cruz Loma.Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional. https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/20668/1/CD%2010170.pdf

Defensoría del Pueblo. 2019. Informe Defensorial N.º 181 ¿Dónde va nuestra basura?: Recomendaciones para mejorar la gestión de los residuos sólidos municipales, Lima, Perú.

Delgado, M. D. M., Mendoza, K. L., González, M. I., Tadeo Lluch, J. L. y Martín Sánchez, J. V. Evaluación del proceso de compostaje de residuos avícolas empleando diferentes mezclas de sustratos. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 2019; *35*(4): 965-977 https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.04.15

Díaz M.J., Madejón E., Lopez F., López R. y Cabrera F. (2002).Composting of vinasse and cotto gin waste by using two different systems. *Resour Consery Recycl*, 34(4): 235-248.

Gallardo, K. (2013). Obtención de compost a partir de residuos orgánicos impermeabilizados con geomembrana. Tesis de maestría, Universidad Nacional de Ingenieria.

Gonzales, S., Olvera, G., Vázquez, A., Espinosa, R., y Sotelo, V. (2014). Caracterización de la composta de la Planta de Bordo Poniente del Distrito Federal. 7° encuentro de expertos en residuos sólidos, 3er Foro Nacional de Ingeniería y Medio Ambiente. México, Universidad Autónoma Metropolitana.

Gracia, J. J. (2012). Efectos de los compost sobre las propiedades del suelo: evaluación comparativa de compost con separación en origen y sin separación en origen. Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Cartagena. https://repositorio.upct.es/bitstream/handle/10317/3123/tfm213.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Hanníbal, B., Rafaela, V., Luis, G., Mario, V., Janeth, J., Silvio, J., Paola, M. y Carina, P. Obtención De Compost A Partir De Residuos Sólidos Orgánicos Generados En El Mercado Mayorista Del Cantón Riobamba. *European Scientific Journal, ESJ* , 2016; 12 (29), 76-94 https://doi.org/10.19044/esj.2016.v12n29p76

Hernández, S. H. L. (2008). Experiencias en la elaboración de compost a partir de residuos orgánicos provenientes de mercados de la ciudad capital y su valor agronómico. Tesis doctoral, Universidad de San Carlos de Guatemala

Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). 2017. Censo nacional de mercados de abastos 2016 Resultados a nivel nacional. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1448/libro.pdf

Jiménez, S. O. (2015). Elaboración de compost a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el mercado mayorista del cantón Riobamba. Tesis de pregrado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. https://www.researchgate.net/publication/309751008_Obtencion_De_Compost_A_Partir_De_Residuos_Solidos_Organicos_Generados_En_El_Mercado_Mayorista_Del_Canton_Riobamba

Loayza, R. C. (2020). Elaboración de compost a partir de la incorporación de tres tipos de aceleradores biológicos en residuos de mercados, parques y jardines. Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/c78029f7-3d7d-4253-95e9-577a51cd0672/content

López, K. (2018). Propuesta de Plan de Manejo para la gestión de desechos comunes en la parroquia urbana del cantón Montalvo, Provincia de los Ríos. Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil. https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/2654ad8c-205e-4cfd-931d-3b5e441be1ee/content

Martinez, E. J., Rodríguez, J.C., Marín, Y.C. y López, P.J. Efecto de la temperatura y el pH sobre bacterias indicadoras de contaminación fecal y actinomicetos durante el compostaje de arribazones de macroalgas marinas. *Revista de la Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia*, 2019;

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

36(3), 188-208. https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/31932/33184

Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales España. NTP 597: Plantas de compostaje para el tratamiento de residuos: riesgos higiénicos (2001). España. https://www.insst.es/documents/94886/327064/ntp_597.pdf/d6fea380-8eee-4ca5-9079-e5765b6350fd

ONU - Organización de las Naciones Unidas. 2018. Un tercio de los residuos de América Latina y el Caribe termina en basurales o en el medio ambiente [Comunicado de prensa]**.** https://www.unep.org/es/noticias-y-reportajes/comunicado-de-prensa/un-tercio-de-los-residuos-de-america-latina-y-el-caribe

Ortiz, D. y Gonzales, T. (2015). Tratamiento de los residuos sólidos orgánicos del mercado central virgen de Fátima Huaraz- Ancash, optimizando el proceso de compostaje. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. http://repositorio.unasam.edu.pe/bitstream/handle/UNASAM/1354/TUS%20B0121%20O%2074%202015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Paco G., Loza, M., Mamani F. y Sainz H. Efecto de la Lombriz Roja Californiana *(Eisenia foetida)* durante el composteo y vermicomposteo en predios de la Estación Experimental de la Unidad Académica Campesina Carmen Pampa. *J Selva Andina Res Soc*, 2011; 2 (2): 14-39. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942011000200004

Quispe, K. J. (2018). Propuesta de manejo integral de residuos sólidos para el mercado Ascopro, distrito de Los Olivos, provincia de Lima. Tesis de pregrado, Universidad Peruana Unión. https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1399/Keren_Tesis_Licenciatura_2018.pdf?sequence=3&isAllowed=y

Rodríguez, A. Caracterización de residuos sólidos de mercados en Santo Domingo Oeste, provincia Santo Domingo. *Revista Ciencia y Sociedad*, 2011;

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

XXXVI (1), 133- 142. https://revistas.intec.edu.do/index.php/ciso/article/view/897/html

Román, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. 2013. Manual de compostaje del agricultor experiencias en américa latina. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

Samaniego, E. N. (2019). Diseño de un sistema de compostaje a partir de los residuos sólidos orgánicos del mercado central municipal del cantón Montalvo, provincia de Los Ríos. Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil. https://repositorio.ug.edu.ec/server/api/core/bitstreams/aee87247-e187-4c50-8f5b-46f1413d9cf5/content

Sánchez M.M.A., Roig A., Paredes C. y Bernal M. Nitrogen transformation during organic waste composting by the Rutgers system and its effects on pH, EC and maturity of the composting mixtures. *Biores. Technol*. 2001; 78, 301-308. DOI: 10.1016/S0960-8524(01)00031-1

Silbert, V., Campitelli, P., Suárez, M.F., Garrido, G. 2018. Manual de buenas prácticas para producir compost hogareño. 1ra ed. San Martín: Instituto Nacional de Tecnología Industrial – INTI, p.43

Suni, L.L.J. (2018). Aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en compostaje del mercado mayorista metropolitano río seco – la parada. Cerro Colorado. Tesis de maestría, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/5b8b3179-417b-4b47-9227-8dcd1275d30f/content

Usca, K.Y. (2018). Análisis de la problemática de la contaminación de los residuos sólidos en el mercado de abastos de san camilo, en el año 2017.Tesis de pregrado, Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/eec6b0f4-3867-40ac-9fa1-dcda8b0d157d/content

Vargas, P. O. I., Trujillo, G. J. M., y Torres, M. M. A. El compostaje, una alternativa para el aprovechamiento de residuos orgánicos en las centrales de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

abastecimiento. *Orinoquia*, 2019; 23(2), 123-129. https://doi.org/10.22579/20112629.575

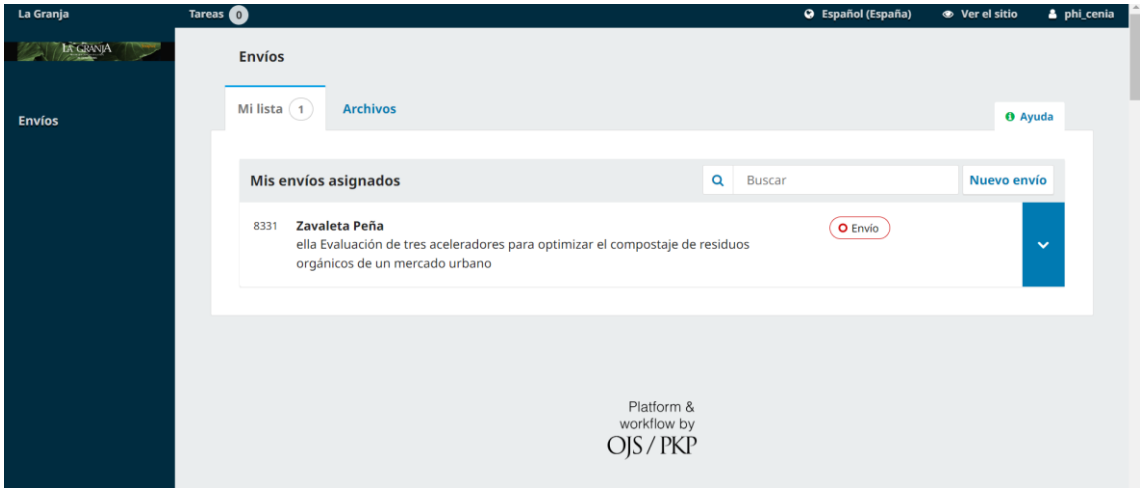
Ytavclerh, C. (2017). Calidad del compost producido a partir de residuos sólidos orgánicos municipales en el centro de protección ambiental Santa Cruz, ciudad de Concepción. https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/4145/Ytavclerh%20Vargas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Anexos

Evidencia del envío a revista científica



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Documento de aprobación de comité de ética

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN CON ANIMALES Y BIODIVERSIDAD

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Constancia N° 172-CIEI-AB-CIENTÍFICA-2020

El presidente del Comité Institucional de Ética en Investigación con Animales y Biodiversidad de la Universidad Científica del Sur (CIEI-AB-CIENTÍFICA) da constancia que el proyecto de investigación, cuyos datos se registran a continuación, ha sido **aprobado**.

Código de registro:	**410-2020-PRE11**
Título:	**Aplicación de tres tratamientos aceleradores para optimizar el proceso de compostaje de residuos orgánicos del mercado San Pedro - Callao**
Investigador(a):	**Phicenia Meryl Zavaleta Peña**

La aprobación del proyecto de investigación implica que el documento presentado a evaluación cumple con los lineamientos de Universidad en materia de investigación y ética, los cuales se sustentan en la normativa internacional vigente. Adicionalmente, en el contexto de la pandemia de enfermedad por COVID-19, le recomendamos cumplir con las normas publicadas por el estado peruano.

En tal sentido, esta aprobación carecerá de valor si es que el proyecto de investigación arriba indicado es modificado de cualquier forma. Toda enmienda, añadido, eliminación o eventualidad (eventos adversos, etc.) posterior a la fecha de aprobación debe ser reportado al CIEI-AB-CIENTÍFICA.

La vigencia de la aprobación de este documento es de dieciocho (18) meses (**hasta el 12 de abril del 2022**), periodo en el que puede desarrollarse el proyecto. Cualquier trámite para su renovación deberá ser enviado antes del término de la vigencia de este documento, debiendo suspenderse todo desarrollo hasta que la renovación sea aprobada.

Villa El Salvador, 13 de octubre de 2020

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR - UCSUR
Comité Institucional de Ética en Investigación con Animales y Biodiversidad

Méd. Vet. Gianmarco Paolo Rojas Moreno
Presidente
Comité Institucional de Ética en Investigación
con Animales y Biodiversidad

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Resolución de aprobación del proyecto de tesis

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE CARRERA N° 281-2020-DACIA-DAFCA-U. CIENTIFICA

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Lima 3 de diciembre del 2020

VISTO:
El informe de revisión independiente académica y la aprobación de un Comité de Ética del proyecto de tesis titulado: **Aplicación de tres tratamientos aceleradores para optimizar el proceso de compostaje de residuos orgánicos del mercado San pedro - Callao**, presentado por:

- **Phicenia Meryl Zavaleta Peña**

CONSIDERANDO:
Que, de acuerdo al Reglamento General de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos de pregrado para obtener el título profesional de **Ingeniero(a) Ambiental** en la **Facultad de Ciencias Ambientales**, se debe desarrollar un trabajo de investigación.

Que, de acuerdo a la normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al Director Académico de Carrera.

SE RESUELVE:
Aprobar e inscribir el proyecto de tesis titulado: **Aplicación de tres tratamientos aceleradores para optimizar el proceso de compostaje de residuos orgánicos del mercado San pedro - Callao** con N° de registro: **N° 410-2020-PRE11**, y establecer el inicio del periodo de ejecución del mencionado proyecto.

Nombrar al docente/colaborador **Alexander Emanuel Diaz Sotil** como asesor(a) para el desarrollo de la tesis en cuestión.

Regístrese, comuníquese y archívese,

Mg. Gonzalo Francisco Flores Roca
Director Académico
Carrera de Ingeniería Ambiental

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis