



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“Aprovechamiento de residuos vegetales de áreas verdes del distrito Trujillo
utilizando microorganismos eficientes (EM) para producir biofertilizante”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A)
AMBIENTAL

AUTORES:

Contreras Jara, Katherin Victoria (0000-0003-4725-0990)

Del Carpio Sedano, Paúl Miguel Ángel (0000-0001-7663-7276)

Urquiaga Rivero, Liz Sthefani (0000-0002-3817-8192)

ASESORES:

Moreno Eustaquio, Walter (0000-0001-7299-3943)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

Trujillo-Perú

2018

Dedicatoria

Dedicamos nuestra investigación, primero a Dios, por darnos la sabiduría y paciencia en los momentos de altibajos, fuerza y salud para poder continuar con nuestro objetivo. A nuestros padres, por el apoyo incondicional, sabios consejos y ánimos en momentos de desesperación y preocupación, por su compañía y confianza depositada en cada uno de nosotros, a nuestros hermanos, por haber confiado en todo momento y brindado su apoyo desinteresado en la realización de este logro, que con muchas ansias hemos esperado por mucho tiempo.

Agradecimiento

Agradecemos, en primer lugar a Dios, por ser nuestro guía en todo momento. A la Universidad Privada César Vallejo, por permitirnos ser partícipes de este largo proceso y darnos la oportunidad de conocer a maravillosos profesionales, como nuestros docentes. Les agradecemos a ellos, el haber compartido sus conocimientos y contribuir en el proceso moral e intelectual de nuestra formación académica.

Al Dr. Medardo Alberto Quezada Álvarez, por ser nuestro guía en el proceso de desarrollo de nuestra tesis, por compartir su experiencia y conocimientos.

Al ingeniero Walter Moreno Eustaquio, por su asesoramiento, compartir sus aportes y conocimientos, y por su motivación.

A todas las personas, que hicieron posible el desarrollo de nuestra investigación.

Jurado evaluador

Miembro(a) del jurado: Dr. Quezada Alvarez Medardo Alberto _____
Firma

Miembro(a) del jurado: Dr. Ugaz Fernando Enrique _____
Firma

Miembro(a) del jurado: Msc. Moreno Eustaquio Walter _____
Firma

Declaratoria de autenticidad

Yo, Katherin Contreras Jara, identificada con DNI N° 71777427, Paúl Del Carpio Sedano, identificado con DNI N° 18897292 y Liz Sthefani Urquiaga Rivero, identificada con DNI N° 77070202, estudiantes de la escuela de INGENIERIA AMBIENTAL de la Universidad César Vallejo sede Trujillo; a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo declaramos bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente investigación son auténticos y veraces.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Trujillo,

Katherin Victoria Contreras Jara
DNI. N° 71777427

Paúl Del Carpio Sedano
DNI. N° 18897292

Liz Sthefani Urquiaga Rivero
DNI. N° 77070202

Índice de contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Jurado evaluador	iv
Declaratoria de autenticidad	v
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT	vii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	14
2.1. Tipo de investigación	14
2.2. Diseño de investigación	14
2.3. Variables y operacionalización	15
2.4. Población	15
2.5. Muestra	16
2.6. Técnica de recolección de datos	16
2.7. Método de análisis de datos	16
2.8. Procedimiento.....	17
2.9. Aspectos administrativos	19
III. RESULTADOS.....	19
IV. DISCUSIONES.....	26
V. CONCLUSIONES.....	32
VI. RECOMENDACIONES.....	33
VII. REFERENCIAS	34
VIII. ANEXOS.....	38

RESUMEN

El presente pretende contribuir con el ambiente buscando un tratamiento para residuos de áreas verdes de Trujillo distrito, produciendo biofertilizante con microorganismos eficientes y garantizando el uso para las mismas. Por tal motivo se evaluaron temperaturas internas de los residuos en el proceso de compostaje, densidad, humedad, también relación C:N, contenido N, P, K, además potencial de hidrógeno y conductividad eléctrica. Se utilizaron Microorganismos Eficientes (EM), para crear un ambiente negativo para patógenos y son efectivos degradadores de materia orgánica. Para conocer la eficacia de este tratamiento biológico en la mineralización de los residuos, el diseño de la investigación fue de estímulo creciente con preprueba y postprueba, con un grupo testigo (formado por 3 cajas con volumen de un 1 m³, lleno de residuos de poda de árboles, residuos de plantas arbustivas y herbáceas), y dos tratamientos con estímulo de 1 L y 6 L de EM activado (contuvo la misma cantidad, el mismo tipo de residuo vegetal y dos repeticiones por cada caja).

Palabras clave: biofertilizante, mineralización, Microorganismos Eficientes (EM), tratamiento biológico.

ABSTRACT

The following project aims to contribute to the environment seeking a treatment for green areas waste in Trujillo district By producing value fertilizer with efficient microorganisms and ensuring their own use. For this reason, internal temperatures of the waste were evaluated in the composting process, as well as density and humidity, and also C:N ratio; N,P,K content; potential hydrogen and electrical conductivity. Efficient microorganisms (EM) were use to create a negative environment for pathogens and are effective organic matter degraders, therefore they were used in this project. To know the effectiveness of these biological treatment in the mineralization of waste, The design of this research was a growing formed stimulus using pre-test and post test with a control group (Form by three boxes filled with trimmed trees waste and herbaceous and bush plants waste having a volume of one cubic meter), and two stimulus treatments with 1 L and 6 L of active EM (containing the same amount, the same type of vegetable waste and two repetitions per box).

Keywords: fertilizer, mineralization, efficient microorganisms (EM), biological treatment.

I. INTRODUCCIÓN

Actualmente se generan muchos residuos sólidos por las diversas actividades que el ser humano realiza, una de ellas es el mantenimiento de áreas verdes en el distrito de Trujillo, realizada en 107 hectáreas distribuidas en todo el distrito y está compuesta de complejos, parques, óvalos, plazuelas, jardines, avenidas, alamedas y plaza mayor, en las cuales de manera diaria el Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo SEGAT, realiza su mantenimiento y genera alrededor de 9738,4 kilogramos con un volumen de 120,82 m³ diarios de residuos vegetales, estos residuos orgánicos se generan en el mantenimiento de áreas verdes, por el continuo crecimiento de las plantas que consumen los nutrientes que se encuentran en el suelo y no son devueltos en la misma magnitud con lo que son extraídos, a pesar de esto al residuo no se le realiza ningún tratamiento para que retorne al suelo y son trasladados diariamente al botadero de El Milagro. Esta mala disposición de residuos orgánicos, al acumularse en volúmenes grandes y por el contenido de agua que tienen, entran a un estado de descomposición generando como resultado la liberación del gas metano, siendo éste uno de los gases más nocivos del efecto invernadero. Existe una alternativa para evitar esta contaminación y a la vez realizar el reaprovechamiento dando un valor a estos residuos orgánicos, el cual es elaborar biofertilizantes utilizando diferentes tecnologías, una de ellas es el uso de microorganismos eficientes (EM), los cuales aceleran la transformación de residuos, disminuyendo tiempo, área y dinero. De esta manera al incorporar este biofertilizante al suelo de las áreas verdes del distrito de Trujillo se mejora la fertilidad, textura, retención de humedad, macrofauna benéfica, mejora la calidad de las plantas de manera física y fisiológica, teniendo una menor incidencia de plagas y enfermedades, disminuyendo considerablemente el uso de agroquímicos y generando una mejor presentación de las áreas verdes mejorando el ornato de la ciudad.

A continuación se redactan las investigaciones más relevantes que fueron tomadas como antecedentes para el presente trabajo.

Acosta, J. et al (2011). “Efecto de abonos orgánicos a partir de subproductos del fique en la producción de maíz”. Se evaluaron seis tratamientos de abonos orgánicos elaborados a partir de subproductos del procesamiento de fique como alternativa para suplir los requerimientos nutricionales del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). Para elaborar los abonos se empleó la técnica Bocashi modificada, evaluando tres relaciones C: N (10:1, 20:1 y 30:1) y dos fuentes de microorganismos descomponedores, microorganismos eficaces (EM) y levadura comercial. Cada tratamiento fue evaluado en campo utilizando un diseño de

bloques completos al azar con arreglo factorial donde el factor A correspondió a los diferentes abonos orgánicos codificados como Ta, Tb, Tc, Td, Te y Tf y el factor B a las dosis de fertilización: 3, 6 y 9 t/ha, adicionalmente se valoró un testigo con fertilización química (Tq) y un testigo sin fertilización (To). Como variables de respuesta se estudiaron la altura de la planta (AP), rendimiento (RTO), número de granos por mazorca (GM) y peso de cien granos (PC). El mejor tratamiento fue Tb (20:1 + EM), el cual superó de forma significativa ($P < 0,05$) al testigo con fertilización química en las variables: altura de planta, rendimiento y peso de cien granos; finalmente se concluyó que es posible utilizar el abono orgánico de fique como alternativa de fertilización en la producción de maíz.

Garcés, M. (2014). “Producción de abono orgánico a partir de residuos de caña de azúcar y azolla con la aplicación de microorganismos eficientes”. Sostiene que, su objetivo principal fue producir abono orgánico y evaluar los tratamientos que mejor resultado obtuvieran. Se estudió doce tratamientos para determinar la posibilidad de transformar residuos de caña de azúcar, azolla y aplicación de microorganismos eficientes (EM), en un abono de buena calidad. Para elaborar el abono, se utilizó seis combinaciones de bagazo, azolla, suelo y dos tipos diferentes de microorganismos, b0: Marca Comercial-EM-1 y b1: microorganismos atrapados de forma casera.

Cada uno de los tratamientos fueron evaluados en campo utilizando un diseño A*B y como variables de respuesta se estudiaron el contenido de materia orgánica (M.O), cantidad de carbono (C), nitrógeno (N) y relación C/N. Obteniendo como resultados que el mejor tratamiento fue a2b1 (bagazo (60%), azolla (0%), suelo (40%) y b1) el cual superó de forma significativa ($P \leq 0,05$), a los testigos a0b0 (bagazo (0%), azolla (0%), suelo (40%) y EM-1) y a0b1 (bagazo (0%), azolla (0%), suelo (40%) y b1), con un nivel de confianza del 95%, pues mostró 7,23 en pH, 57,87% de humedad, 18:1 en relación de C/N y 17,6% de M.O; siendo su costo de obtención de 0,52 USD/Kg.

Sosoranga, C. (2018). “Elaboración y evaluación de tres tipos de Bocashi con la aplicación de microorganismos eficaces (EM) en diferentes UPAs de la comunidad La Matara, Cantón Saraguro”. Sostiene que, se realizó un experimento de bloques al azar con tres repeticiones, tres dosis de EM-artesanal y EM-comercial más un testigo. Mediante encuestas se determinó que las familias de la comunidad La Matara se dedican al cultivo de productos de autoconsumo y un excedente se comercializa en el mercado de la ciudad de Saraguro, de igual manera a la crianza de animales, mientras que los residuos de cosechas,

así como el estiércol de los animales domésticos, constituyen una fuente importante para generar abonos. Con incrementos de las dosis de EM en el abono, se logró elevar los valores de elementos como: nitrógeno total (21%), fósforo (34%), potasio (132%) y materia orgánica (12%), todos con respecto al testigo, en una etapa de descomposición del Bocashi que tuvo una duración de 30 días. Otro aspecto a recalcar es el comportamiento similar entre el EM-Comercial y EM-Artesanal; en la relación C/N de manera general, existe una diferencia de hasta 10% entre el testigo y el EM-artesanal y respecto al pH de las pilas de Bocashi, se encuentran en los rangos permisibles con valores que oscilan de 5,4 a 7,0. Finalmente, los agricultores de la comunidad La Matara fueron capacitados en la elaboración de Bocashi con la incorporación de EM-Artesanal.

Camacho, J. et al (2016). “Alternativas de producción de abono orgánico a partir de residuos sólidos (provenientes de restaurantes, cartón, pasto y aserrín) mezclados con microorganismos eficientes (M.E)”. Sostienen que, la investigación se desarrolló en dos fases, una en campo con el fin de evaluar la aplicación de microorganismos eficientes (M.E) en cuatro tratamientos cada uno con distintos materiales como: cartón; pasto; aserrín; residuos de restaurantes y/o microorganismos eficientes para la obtención de abonos orgánicos, en esta fase se observó el olor, formación de hongos, color en cada tratamiento, y se realizaron mediciones de reducción de materia sólida (cm) y extracción de lixiviado (ml) semanalmente y de esta forma se obtuvieron los resultados para la posteriormente compararlas. Para finalizar se procedió a pesar el residuo sólido obtenido en este proceso. En la segunda fase, se realizaron pruebas en el laboratorio de microbiología de la Universidad de los Llanos, en donde se evaluó las muestras extraídas del proyecto experimental. Por cada muestra de los tratamientos se seleccionó un hongo o bacteria según el medio de cultivo, con el fin de obtener los resultados de las pruebas realizadas en laboratorio y como resultado final de la investigación se pudo concluir que el uso de microorganismos eficientes en el transcurso de la degradación de residuos sólidos para la extracción y obtención de abonos orgánicos resultó ser un proceso sencillo y económico que puede ser beneficioso para el ser humano en la implementación de los cultivos.

Cabrera, V. y Rossi, M. (2016). “Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores, Lima-Perú”. Sostuvieron desarrollar una propuesta piloto para la elaboración del compost a partir del reaprovechamiento de residuos vegetales generados en el mantenimiento de áreas verdes públicas en el distrito de Miraflores. Dicha propuesta

abarca la caracterización y pre tratamiento de los residuos, comparación de cuatro distintas formulaciones para su tratamiento, monitoreo y registro de parámetros durante el proceso de compostaje, análisis cualitativo del compost final y su comparación con normativa internacional, evaluación de la fitotoxicidad del compost en semillas de rabanito (Crimson Giant) mediante la adaptación de la prueba Zucconi, propuesta de distribución de una planta de compostaje acorde al requerimiento de compost del distrito y finalmente, evaluación de rentabilidad de la propuesta de gestión obteniendo como resultados que el compost obtenido podría ser tipificado en la clase B según la norma chilena (Nch2880.0f2004) y respecto a la viabilidad económica y técnica se obtuvo que al producir compost se evita enviar 230 mg mensuales de residuos al relleno sanitario permitiendo ahorrar S/.5,106.22 Nuevos soles al implementar la presente propuesta de gestión.

Mendoza, M. (2012). “Propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en la Universidad de Piura”. El objetivo principal de esta investigación fue elaborar una propuesta de compostaje de los residuos vegetales que se generaban en el campus de la Universidad de Piura. Para desarrollar dicho proyecto se instaló cuatro pilas de compostaje de los residuos, llamados más adelante “tratamientos”; además se evaluó el efecto de la aplicación de microorganismos eficientes (EM) sobre la calidad físico-química y microbiológica del compost, y también el grado de degradación alcanzado en cada tratamiento.

La metodología empleada para realizar el compostaje se basó en un proceso aeróbico de dos meses, en el cual se realizaron volteos semanales de forma manual, riegos diarios para mantener la humedad óptima, medición de la temperatura tres veces por semana, aplicación semanal de EM en dosis pre establecidas, y la toma de muestras se realizó cada dos semanas para el análisis físico-químico mientras que para el análisis microbiológico, cada semana. Los resultados que se obtuvieron bajo las mismas condiciones ambientales fueron que, el nivel más alto de eficiencia lo obtuvo el tratamiento N° 2, con dosis de 1 L de EM-compost, ya que garantizó la obtención de un compost de buena calidad y generó menor porcentaje de residuos sin degradar durante el proceso.

Merino, E. (2013). “Efecto de la aplicación de abonos procesados con microorganismos eficientes en la producción de plántones de cacao (*Theobroma cacao* L.) Clon CCN-51”. Sostuvo evaluar el efecto nutricional de abonos orgánicos mediante adición de aislamiento casero de microorganismos eficientes de bosques (MEB) y uno comercial (MEC®) en el crecimiento de plántones de cacao CCN - 51, bajo condiciones de vivero. Se

aplicó 200 g de abonos y los resultados obtenidos del análisis nutricional el compost sólo y con incorporación de MEC® y MEB registran menores contenidos nutricionales respecto a los otros tipos de abonos, mientras que los tratamientos con abonos orgánicos con y sin incorporación de MEC® y MEB y fertilización con NPK superan estadísticamente sólo al testigo (suelo), expresando una reducción del 50%. El costo de preparación de una tonelada de compost es de aproximadamente de SI. 400,00 y de bocashi y gaicashi, S/. 800,00 Nuevos Soles.

Velasco, H. (2014). “Efecto de la incorporación de microorganismos eficientes en la elaboración del compost, distrito de la banda de Shilcayo- San Martín, Perú”. Sostuvo determinar el tiempo de descomposición de la materia orgánica, el efecto que tendrán los microorganismos eficientes en la calidad del compost obtenido y la relación costo/beneficio de los tratamientos, que fueron de 100 kg de vacaza+100 kg de rastrojo+20 cc de microorganismos eficientes (T1), 100 kg de gallinaza+100 kg de rastrojo+ 20 cc de microorganismos eficientes (T2), 100 kg de vacaza+100 kg rastrojo (T3), 100 kg de gallinaza+100 kg de rastrojo (T4), y 200 kg de rastrojo (T5), donde los mejores resultados fueron el T2 y el T4, que mostraron resultados como: Nitrógeno =1,55 y 1.54; fósforo=2,43 y 2,43. Respecto a la relación costo/beneficio, los mejores tratamientos fueron T2 (14,18%) y T4 (14,43%), cuya ganancia por cada sol invertido fue de 0,86 nuevos soles.

Sánchez, F. (2015). “Evaluación de la producción de compost con microorganismos eficientes en el distrito de Rupa Rupa”. Sostuvo determinar parámetros biológicos, químicos y físicos, identificar, cuantificar y correlacionar microorganismos presentes en el compost con parámetros químicos. Los resultados fueron temperatura=61,40 °C; humedad=12,20%; materia orgánica=43,32%; pH=8,6; N⁺=2,35%; Ca²⁺=6,79%; Mg²⁺; P⁺ y K⁺= bajo contenido; Fe²⁺, Cu²⁺, Mn²⁺ y Zn²⁺=alto contenido; como micro-fauna se encontraron bacterias, actinomicetos, mohos y levaduras; y como macrofauna, clase insecta; clitellata; myriápoda y malacostraca. En los tratamientos se identificaron especies de bacterias como Bacillus sp; Botrys sp, Fusarium sp, y Nocardia sp, y microorganismos eficientes como: Rhodopseudonomas, Mucor sp, Saccharomyces sp, y Trichoderma sp. Los valores de la correlación positiva fueron 0,094454 (numeración de bacterias y magnesio); 1,00; 0,034432 y 0,001285 (correlación y numeración de antinomicetos, mohos y levaduras).

Ramirez, M. (2006). “Tecnología de Microorganismos Efectivos (EM) Aplicada a la agricultura y Medio Ambiente Sostenible”. Sostiene que debido a diversos contaminantes generados por fertilizantes en la agricultura se da a conocer e incentivar a la adopción de la

tecnología de microorganismos efectivos como método de tratamiento de una problemática ambiental estudiada.. Uno de los concentrados de EM también ha demostrado ser poseedor de propiedades que optimizan el sistema inmunológico de nuestro organismo con su poder antioxidante. Con esta historia de éxito también es necesario ser cauteloso con el uso del EM. Esto no significa que es la respuesta a todo los problemas aunque si tiene un papel significativo agropecuario y manejo de medio ambiente. Como en todas las técnicas el EM debe ser usado diligentemente y con cuidado siguiendo las instrucciones, no hacerlo podría tener malos resultaos. De todas maneras, la adopción de la tecnología EM asegura el logro del objetivo donde todos los humanos de esta tierra buscan mayor producción de sistemas pecuarios o agrícolas sobre una base sostenible y un ambiente limpio para las futuras generaciones humanas.

Chavez, G. (2012). “Evaluación De La Aplicación De Cinco Dosis De Microorganismos Eficientes, Para El Control de *Pythium Sp.* y *Fusarium Sp.* en el Cultivo De Lechuga (*Lactuca Sativa*) Variedad Great Lakes 659 En Lamas – San Martín”. Se Evaluaron el efecto de los microorganismos eficientes en el control de *Pythium sp.*, y *Fusarium sp.* en el cultivo de la lechuga (*Lactuca sativa*), variedad Great Lakes 659, en Lamas, San Martín a la vez determino la dosis más adecuada de microorganismos eficientes para el control de *Pythium sp.*, y *Fusarium sp.* en el cultivo de la lechuga, variedad Great Lakes 659. Para la ejecución del presente experimento, se utilizó el diseño estadístico de Bloques Completamente al Azar con cuatro bloques y cinco tratamientos haciendo un total de 20 unidades experimentales. Par el análisis estadístico, se usó el diseño del Análisis de Varianza (ANOVA) y la Prueba de Duncan al 0,05 % de probabilidad, se concluyó que todos los tratamientos estudiados en base a la aplicación de diferentes dosis de microorganismos eficientes, interaccionaron en una forma sinérgica y eficiente en mejorar el crecimiento estructural del cultivo y fueron determinantes para controlar el *Pythium sp* y *fusarium sp.*, e incrementar los procesos fotosintéticos y la producción del cultivo de la lechuga, variedad Great Lakes 659 bajo las condiciones edafocológicas del distrito de Lamas. 6,2 El análisis económico de los tratamientos reportó que el T1 (2 litros de EM) fue la dosis más adecuada, porque obtuvo el mayor valor de beneficio/costo con de 0,379 y el mayor porcentaje en rentabilidad (37,91%) ligeramente superior a los tratamientos T3, T4, T2 y T0 quienes obtuvieron valores de B/C de 0,375; 0,372; 0,340 y -0,951 respectivamente y por ende menores valores de porcentaje de rentabilidad.

Azurduy, S. (2013). “**Evaluación de Activadores Naturales para Acelerar el Proceso de Compostaje de Residuos Orgánicos en el Municipio de Quillacollo**”. En el Municipio Quillacollo generan un promedio de 60 t d-1 de residuos urbanos, de los cuales el 72,8% de estos son orgánicos. Estos residuos generados no reciben ningún tratamiento, por esto se realizaron varios tratamientos, dentro del Vivero de la Municipalidad de Quillacollo, se puso en práctica el Tratamiento 3: activador levadura y melaza, Tratamiento 4: activador microorganismos efectivos, Tratamiento 5: Testigo 1 estiércol de vaca. Se pudo llegar a las siguientes conclusiones con la cubierta de plástico se tuvo una humedad constante en la pila, cuida de las lluvias y evita pérdida de nutrientes por lixiviación. A los dos meses y medio, los tratamientos que llegaron a descomponer más del cincuenta por ciento del volumen de inicio fue Tratamiento 1 con 57 % y el Tratamiento cinco con un 52 %, donde el tratamiento uno redujo el 84 % del volumen de inicio. El compost llegó a tener una calificación óptima en sus características químicas, físicas y biológicas, porque la planta tuvo un normal crecimiento en el bioensayo.

Las siguientes teorías descritas líneas a bajo, detallan todo lo necesario para la ejecución de esta investigación y generar un mejor entendimiento del trabajo.

Los residuos sólidos son aquellos sobrantes de un producto que ha sido utilizado para realizar actividades ya sean económicas o sociales, que pueden ser aprovechados o no, nuevamente.

Según ley N° 27314. Ley General de los Residuos Sólidos, aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer, en virtud de lo establecido en la normatividad nacional o de los riesgos que causan a la salud y el ambiente.

Según (Del Carpio, et al 2016, p. 33, 38 y 42) en su “Estudio de caracterización de Residuos Sólidos en el mantenimiento de áreas verdes del distrito de Trujillo” , divide la generación en tres actividades principales como es la labor de mantenimiento de las áreas asignadas a cada jardinero como son parques, óvalos, plazuelas, avenidas, donde realizan siembra, deshierbo, bordeado, podas, limpieza entre otros generando un promedio de 2427,13 kilogramos al día, otra labor es la de poda de árboles el cual es realizado en forma diaria generando residuos en una cantidad promedio al día de 4154 kilos y la última labor es la de corte de grass que también se tiene un grupo que en forma diaria realiza esta labor generando un promedio de 1930,36 kilos. También describe otro grupo generador de residuos el cual

es realizado por áreas verdes particulares ubicadas dentro de los predios de los vecinos el cual realizan su mantenimiento y dejan sus residuos en los parques según se estudio se genera en forma diaria un promedio de 891,23 kilos, otros residuos como papel, carton, vidrio se genera un promedio de 335,32 kilos diariamente. La suma de todos estos residuos generados en el mantemiento de áreas verdes es de 9738,04 kilogramos con un volumen de 120,82 m³.

Los residuos sólidos orgánicos, son aquellos que poseen un tiempo determinado de descomposición, generan lixiviados, malos olores y la presencia de insectos. Son generados en actividades como el mantenimiento de áreas verdes y comercio. Los residuos orgánicos pueden ser aprovechados para generar beneficios, tal es el caso de los biofertilizantes o también denominados abono orgánico, que generan un efecto acondicionante y nutriente en el suelo y el desarrollo de cultivos. Según la Ley N° 27314, Ley general de Residuos Sólidos, se clasifican de la siguiente manera:

- Según origen: domiciliario, comercial, de limpieza, hospitalario, industrial, de construcción, agropecuario y de actividades especiales.
- Según gestión: Ámbito Municipal (municipalidades provinciales y distritales) y no Municipal.
- Según peligrosidad
 - Peligrosos: Deben presentar características CRETIB (corrosivo, reactivo, explosivo, tóxico, inflamable y biológico) para que sean considerados peligrosos y el manejo al que serán sometidos representa un riesgo significativo al ambiente y salud.
 - No peligrosos: No representan riesgo para la salud y ambiente, y son producidos por las personas mediante el desarrollo de sus actividades en un lugar determinado.

Los residuos provenientes del mantenimiento de áreas verdes públicas son conformadas por residuos que se generan en actividades como poda de árboles, corte grass, mantenimiento de parques y áreas particulares, entre otros. (Del carpio, et al., 2017)

Según el Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo (SEGAT), en el Distrito de Trujillo se tiene 447 áreas verdes entre parques, plazuelas, óvalos, bermas laterales y centrales, y complejos. La suma de estas áreas nos da una cantidad de 107 hectáreas, las cuales para mantener el ornato es necesario realizar labores culturales, que se dividen en tres grupos y describen a continuación:

En el mantenimiento que realizan los jardineros, se les asigna una cantidad de área en promedio de 5812,67 m² por auxiliar realizando estos labores como rehabilitación, nivelación, siembra, deshierbo, resiembras, bordeados, podas de arbustos, entre otros en los cuales se generan 2427,13 kilos diarios de residuos sólidos esto sumado a los mantenimientos de áreas particulares el cual genera 891,23 kilos diarios y otros 335,32 kilos diarios dando un total de 3653,68 kilos de residuos sólidos diarios.

La poda de árboles es otra de las actividades que realizan diariamente, donde se generan un promedio de 4154 kilos diarios.

Por otro lado, el corte de Grass es la tercera actividad que genera residuos sólidos con un promedio de 0,16 kilogramos (kg) por metro cuadrado (m²) lo cual origina 1930,36 kg por día (Tabla 2).

Las tres actividades antes mencionadas se realizan de manera diaria y generan 9738,04 kilogramos (Tabla 1), con una densidad compactada promedio de 76,35, obteniendo como volumen 120,82 m³ diarios de residuos, todo lo mencionado, diariamente en la actualidad son recolectados y trasladados al botadero controlado del Milagro, ubicado en el distrito el porvenir. Estos resultados es un insumo importante para realizar el plan de gestión de residuos sólidos, el cual es necesario para determinar toda la logística y de esta manera poder evacuar los mencionados residuos a un tratamiento previo para su transformación y aprovechamiento.

Tabla 1: Porcentaje de residuos vegetales generados en el mantenimiento de áreas verdes (día)

Tipo de residuo vegetal	Peso (kg/día)	%
Árboles	4,154,00	44,20
Arbustivos	3,318,36	35,30
Herbáceas	1,930,36	20,50
Total	9,402,72	100

Fuente: Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos en el mantenimiento de Áreas Verdes Del distrito Trujillo – Noviembre 2017.

Tabla 2: Peso, densidad y volumen de Residuos Sólidos por tipo de actividad realizada en mantenimiento.

ÁREAS VERDES	PESO Kg/día	DENSIDAD COMPACTADA	m ³ /día
Parques	2427,13	54,56	44,49
Áreas particulares	891,23	54,56	16,33
Poda de árboles	4154,00	139,16	29,85
Corte de grass	1930,36	81,41	23,71
Otros	335,32	52,08	6,44
TOTAL	9738.04		120.82

Fuente: Del Carpio, P.(2017)“Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos en el mantenimiento de Áreas Verdes Del distrito Trujillo – Noviembre 2017”

Los Microorganismos Eficientes (ME), es una tecnología diseñada por Teruo Higa, un profesor de Horticultura de la Universidad de Ryukyus Okinawa, Japón. Es una mezcla formada por tres tipos de bacterias: ácido lácticas (*Lactobacillus spp*), fotosintéticas o fototróficas (*Rhodopseudomonas spp*) y levaduras (*Saccharomyces spp*) que trabajan en sinergia, la suma de ellas genera un mejor efecto que cada una sola. Sin embargo podríamos decir que la bacteria fotosintética es el pivote de la tecnología EM, pues soportan actividades de los otros microorganismos. Por otro lado utilizan para sí mismas varias sustancias producidas por otros microorganismos. A esta virtud se le denomina coexistencia y coprosperidad. (Chávez Ríos, 2012, p. 17)

Por otro lado, el compost es un producto o recurso que se produce a partir de insumos orgánicos principales, ya sean vegetales como residuos de áreas verdes, hojas secas, mazgo, entre otros, o estiércol como de ganado vacuno, ovino, de aves de jaula, etc. Existen diversos tipos del también llamado, bioabono o biofertilizante, que se diferencian por el tipo de insumo utilizado y la técnica de preparación, cuya característica es la de brindar los suficientes nutrientes al suelo para lograr el desarrollo óptimo de los cultivos.

Existen diversos tipos de abonos orgánicos, los cuales son complejos de elementos nutricionales aptos para la nutrición de las plantas, que se obtienen por la transformación de estiércol animal, de restos de cosecha, o en general de residuos orgánicos. Su tratamiento conduce a la formación de abono (Vazquez, 2007 pág. 32).

El compost, es un compuesto orgánico producido a partir de los desechos urbanos, aunque preparado técnicamente puede ser aplicado al suelo mejorando sus propiedades químicas, físicas, y microbiológicas de ahí surge el nombre de abono orgánico, fertilizante

orgánico u acondicionador de suelo. Además permite la eliminación de patógenos y un proceso ambiental seguro. (Ávila, R. y Del Pilar, M., 2015).

Por otro lado, Cabrera, V. y Rossi, M. (2016, p. 12) mencionan y describen que las fases de elaboración de compost respecto a la temperatura son las siguientes (Tabla 3):

La fase mesófila o de inicio, presenta colonias de hongos y bacterias, siendo las últimas predominantes y quienes inician este proceso por poseer gran dimensión; cumpliendo la función de multiplicarse y consumir proteínas y azúcares que se degradan con mayor facilidad, generando un ascenso en la temperatura desde la ambiental a más o menos 40 grados Celsius (°C).

La fase termófila presenta una temperatura que asciende de 40 a 60 °C, por ende desaparecen organismos presentes en la fase mesófila, malas hierbas, y los organismos termófilos inician el proceso de degradación. En ésta etapa se degradan hemicelulosas, proteínas, ceras y, escasamente celulosa y lignina; también se desarrollan gran cantidad de bacterias que forman esporas y actinomicetos.

En el enfriamiento, la temperatura desciende desde la más alta alcanzada durante el proceso hasta llegar a la ambiental, se consume el material fácilmente degradable, desaparecen los hongos de la fase anterior y los hongos termófilos que resistieron en las zonas menos calientes degradan la celulosa.

La maduración, puede considerarse como complemento final de las fases que ocurren durante la fermentación disminuyendo la actividad metabólica. El producto permanece aproximadamente 20 días en ésta fase.

Tabla 3: Temperatura óptima en cada fase del proceso de compostaje.

Fase	Temperatura (°C)
Mesofílica	20 a 45
Termofílica	45 a 65
Termofílica (segunda fase)	65 a 75
Enfriamiento	75 a 45
Maduración	45 a 25

Fuente: Mendoza, M. (2012). "Propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en la Universidad de Piura"

Los parámetros que se tomaron en cuenta en la evaluación del proceso de compostaje, se describen a continuación:

La temperatura, es un parámetro físico que tiene un amplio rango de variación en función de la fase del proceso. El compostaje inicia a temperatura ambiente y puede subir hasta los 65°C sin necesidad de ninguna actividad antrópica (calentamiento externo), para llegar nuevamente durante la fase de maduración a una temperatura ambiente. (Román, 2013 pág. 28)

La densidad o peso específico se define como el peso de un material por unidad de volumen (por ejemplo, kg/m³). Los datos a menudo son necesarios para valorar la masa y el volumen total de los residuos que tienen que ser gestionados. (Vasco, Laura.2008).

La humedad es un parámetro directamente relacionado a los microorganismos, ya que, como todo ser vivo, usan el agua para poder transportar nutrientes y también elementos energéticos utilizando su membrana celular. El valor óptimo de este parámetro para el compost se encuentra aproximadamente en 55%, pero este porcentaje puede variar de acuerdo a factores con los que se realiza el compost, los cuales pueden: sistema empleado que puede ser cerrado o abierto y también del estado físico y tamaño de partículas vegetales. Si disminuye el porcentaje de humedad (menor a 45%), la actividad microbiana desciende y no se completarían todas las fases de degradación, y el producto será biológicamente inestable. Si la humedad asciende (sobre pasa el 60%), genera la saturación de poros del material a compostar interfiere su oxigenación, por lo tanto el rango óptimo de humedad debe estar entre 45 y 60% (Román, 2013 pág. 27)

Por otro lado, el potencial de hidrógeno (pH) es un parámetro químico considerado como indicador de la evolución del compostaje. Durante el proceso, el pH desciende inicialmente como consecuencia de la formación de ácidos orgánicos, a medida que el proceso avanza el valor del pH aumenta hasta valores entre 6,5 y 8,5. El pH tiene influencia directa sobre la disposición de los nutrientes, y además influye en el valor de la capacidad de intercambio catiónico y la actividad biológica. Los valores adecuados de pH deben estar próximos a la neutralidad o ligeramente ácidos (Cruz, 2009 pág. 42)

La conductividad eléctrica es un indicador de la presencia de sales solubles en el compost, los altos niveles de sales pueden repercutir sobre la germinación de semillas y en el desarrollo general del cultivo, dependiendo de la tolerancia de los cultivos y del tipo de suelo hacer fertilizado. Para el caso de sustratos para cultivos debe manejarse un nivel de salinidad bajo (Moreno, 2008 pág. 43)

El Nitrógeno, motor del crecimiento de la planta, suple de uno a cuatro por ciento del extracto seco de la planta. Es absorbido del suelo bajo forma de nitrato (NO_3^-) o de amonio (NH_4^+). En la planta se combina con componentes producidos por el metabolismo de carbohidratos para formar amino ácidos y proteínas. Siendo el constituyente esencial de las proteínas, está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas y en la elaboración del rendimiento. Un buen suministro de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes. (Ruiz, 2008 pág. 22)

El fósforo (P), suple de 0,1 a 0,4 por ciento del extracto seco de la planta, juega un papel importante en la transferencia de energía. Por eso es esencial para la fotosíntesis y para otros procesos químico-fisiológicos. Es indispensable para la diferenciación de las células y para el desarrollo de los tejidos, que forman los puntos de crecimiento de la planta. El P es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o donde la fijación limita su disponibilidad. (Ruiz, 2008 pág. 22)

El potasio (K), suple del uno al cuatro por ciento del extracto seco de la planta, tiene muchas funciones. Activa más de 60 enzimas (substancias químicas que regulan la vida). Por ello juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas. El K mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad. Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades. (Ruiz, 2008 pág. 22)

La relación Carbono: Nitrógeno, se presenta si el compostaje almacena demasiada cantidad de elementos con contenido en carbono, produciendo una evacuación en forma de dióxido de carbono a la atmósfera. La fermentación en este caso será lenta y de temperatura baja y tardaremos más tiempo en obtener el compost final. En el caso de exceso de contenido en nitrógeno, se producirá una evacuación de amoniaco a la atmósfera, emisión de olores desfavorables y temperaturas altas. (Ruiz, 2008 pág. 23)

Para el presente trabajo se planteó el siguiente problema: ¿De qué manera se pueden aprovechar los residuos vegetales de áreas verdes del distrito Trujillo?

El presente se justifica con que constituirá un gran aporte para la gestión de los residuos sólidos vegetales de las áreas verde del distrito de Trujillo, además servirá como iniciativa para el desarrollo de otras investigaciones en torno a la Gestión de los Residuos Sólidos, dado que actualmente la generación de estos residuos vegetales no son aprovechados y van directamente al botadero del Milagro, y por su inadecuada disposición

generan contaminación del suelo, aire y agua subterránea. De esta manera se hace necesario buscar alternativas de solución que sean económicamente rentables, ambientalmente aceptables y sostenible en tiempo y espacio. Es por este motivo que realizamos la presente investigación para determinar de qué manera podemos aprovechar los residuos vegetales de áreas verdes del distrito de Trujillo.

Como hipótesis alterna, se planteó que utilizando microorganismos eficientes podemos aprovechar los residuos vegetales de áreas verdes del distrito de Trujillo para producir biofertilizante, y como hipótesis nula que, utilizando microorganismos eficientes no podemos aprovechar los residuos vegetales de áreas verdes del distrito de Trujillo para producir biofertilizante.

El objetivo general fue aprovechar los residuos vegetales de áreas verdes del Distrito Trujillo para producir biofertilizante, utilizando microorganismos eficientes, así mismo, se plantearon los siguientes objetivos específicos: determinar dos niveles de dosificación de microorganismo eficientes para la obtención del biofertilizante a partir de los residuos sólidos vegetales de 1 distrito de Trujillo, evaluar los parámetros químicos al inicio y del material compostado: concentraciones de carbono, Fósforo, Potasio y Nitrógeno, Potencial de hidrógeno y Conductividad eléctrica, y finalmente medir parámetros físicos como temperatura, densidad, y humedad de las pilas durante el proceso de compostaje.

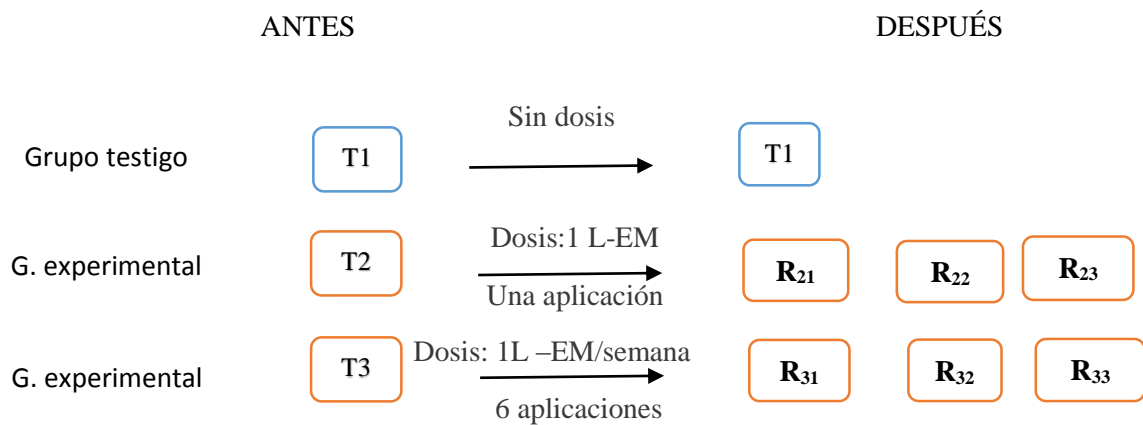
II. MÉTODO

2.1. Tipo de investigación

El presente proyecto fue de tipo experimental.

2.2. Diseño de investigación

Fue de estímulo creciente con preprueba y postprueba, con tres grupos experimentales: uno testigo, el segundo y tercero experimental con estímulo de 1 L de EM- Compost (más adelante llamados tratamientos). El primer tratamiento constó de una sola aplicación durante el desarrollo del proyecto, el segundo tuvo una dosificación semanal (1 L de EM- Compost por 6 semanas que corresponde a 1,5 meses) y los tres grupos estuvieron formados por una mezcla de de residuos de poda de plantas herbáceas, arbustivas y de poda de árboles y únicamente los tratamientos tuvieron dos repeticiones, más no el grupo testigo, obteniendo 7 grupos en total.



Fuente: Elaboración Propia

2.3. Variables y operacionalización

Como variable independiente se propuso, la dosificación de los microorganismos eficientes activados, y como dependiente, la composición de macronutrientes (N, P, K) en el biofertilizante. Para la operacionalización de las variables se realizó la siguiente tabla:

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala De Medición
Independiente	Cantidad de microorganismos eficientes activados agregados al proceso de compostaje.	Frecuencia de dosificación (1 litro) de microorganismos eficientes activados en un volumen de 1 m ³ de residuos sólidos vegetales proceso de compostaje.	1 vez al mes 6 veces en un mes y medio.	Razón
Dependiente	Composición de macronutrientes en el biofertilizante. Cantidad de Nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) presentes en el biofertilizante obtenido.	Análisis en laboratorio, por cada grupo experimental.	% N % P % K.	Razón

Fuente: Elaboración propia.

2.4. Población

Estubo conformada por los residuos vegetales de todas las áreas verdes del distrito de Trujillo, que comprenden 447 áreas con un total 107 hectáreas, y 25 hectáreas de bermas laterales de veredas, haciendo un total de 132 hectáreas de áreas verdes municipales del distrito de Trujillo. Los residuos vegetales que se generan diariamente son 9738,04 kilogramos que fue nuestra población de estudio. Del Carpio, P. (2017).

2.5. Muestra

Debido a la naturaleza de la población, se consideró el uso del tipo de muestra probabilística y la técnica de muestreo aleatorio sistemático, para la elección de los puntos de muestreo y la técnica de muestreo aleatorio estratificado para elegir la cantidad de materia vegetal a utilizar en cada pila de compostaje, tomando en cuenta una muestra de 1,190 kilogramos de los 9738,04 kilogramos que se generan diariamente.

La cantidad total de la muestra se calculó en base al diseño experimental que consiste en un grupo testigo y dos niveles de tratamientos (1 L y 6 L de EM-activados) con tres repeticiones, haciendo un total de doce tratamientos, y en cada uno de ellos se utilizó una masa de 170 kg.

2.6. Técnica de recolección de datos

Como técnica de recolección, se empleó la técnica de observación, del mismo modo, la recolección de los datos se hizo mediante una ficha de registro, se registraron los datos obtenidos en campo, el nombre del responsable, finalmente los datos obtenidos fueron verificados por un ingeniero agrónomo especialista en compostaje.

2.7. Método de análisis de datos

Respecto al método de análisis, se realizó la activación de microorganismos eficientes (EM), para lo cual se determinó con regla de tres simple la cantidad de melaza, agua y microorganismos a utilizar para los tratamientos (7 cajas de compostaje) en base a la ficha técnica de EM-Compost, de tal forma que la activación debe tener la siguiente composición: 1 L de EM-Compost + 1 L melaza + 18 L agua = 20 L de EM-activados.

Tabla 5: Cantidad utilizada de agua, melaza y EM-Compost para activación de 1 Litros de EM-activado.

Composición para la activación (Litros)		Cantidad utilizada para la preparación EM-activados para los tratamientos (Litros)
EM-Compost	1	0,05
Melaza	1	0,05
Agua	18	0,90
Total	20	1,00

Fuente: Elaboración Propia

2.8.Procedimiento

Para la elaboración del grupo testigo, el material vegetal fue procesado en el Jardín Botánico de Trujillo, ubicado en la avenida America Sur cuadra 33, en un área de 737,47 m². Las 7 cajas presentaron 1 m³ de altura con una separación entre cajas de 0,5 m.. Donde el procedimiento a seguir según Mendoza, M. (2012), fue la siguiente:

- Se construyeron cajas de 1 m³ de volumen, con una separación de 3 cm entre cada tabla para facilitar la aireación del material a compostar y se colocó una cinta métrica desde la base, hasta los 100 cm para poder determinar la altura final del material a compostar
- Enseguida, se colocaron los sensores, se añadió la mezcla de molido de césped, residuo de poda de árboles y arbustivas de 100 centímetros de altura en cada una de las cajas, previamente picados.
- Se midió temperatura con sensores colocados a 25, 50 y 75 cm de altura conectados a un dispositivo programado para almacenar datos cada 10 minutos.

Para elaborar los grupos experimentales, el procedimiento fue el mismo para los dos tratamientos, pero el primero tuvo una aplicación de 1 L de EM-Compost en un mes y el segundo tuvo 6 L en un mes y medio.

- Frente a las cajas, se colocó una manta de 5 m de largo y 6 m de ancho, sobre ella, los residuos vegetales y se aplicó 1 L de microorganismos eficientes activados diluidos en 60 L de agua.
- Se mezclaron todos los materiales, enseguida se colocaron los sensores de temperatura y se llenaron las cajas.

- El volteo se realizó 5 veces en 15 días, cada 3 días y para ello se colocó frente a las cajas una manta de 5 m de largo y 6 m de ancho.
- Se agregó 1 litro de EM activados (primer tratamiento) y 1 litro de EM activados por 4 semana (segundo tratamiento) 60 L de agua (primera semana), 40 L (segunda semana), 20 L (tercera semana) y 10 L (cuarta semana) por caja, con la ayuda de una mochila manual con capacidad de 20 litros.
- Se midió temperatura con los sensores cada 10 minutos, y los valores se almacenaron en una base de datos en una memoria.
- Se tomó una muestra de cada caja para evaluar humedad, relación C/N, concentración de Nitrógeno (N) fósforo (P) y potasio (K), conductividad eléctrica y pH, al inicio y final de trabajo.

Para evaluar la humedad se llevó a cabo mediante la teoría del puño. Según (Román, 2013 pág. 27), en su “Manual de compostaje del agricultor: Experiencias en América Latina, el nivel óptimo es entre 40 y 60%, y para determinarlo se tomó un puñado del biofertilizante y se apretó con la mano, tomando en cuenta que no debe escurrir agua al apretar y tampoco estar seco.

Para evaluar la temperatura, se tomaron las mediciones dentro de las cajas de compostaje, además la temperatura ambiental con la ayuda de sensores térmicos, y para tomar las medidas dentro de las cajas, los sensores se colocaron cada 25, 50 y 75 cm sujetos a un palo de madera de 120 cm de altura, antes de colocar los residuos vegetales y se quedaron situadas en el centro de las cajas. Al finalizar con las mediciones se extrajo la memoria del dispositivo y se guardaron los datos en una computadora. Los datos fueron registrados cada 10 minutos diariamente.

Respecto a la evaluación de la densidad, se midió un depósito para saber cuál es el volumen que tiene y posterior a ello se llenó el depósito con el material vegetal a evaluar. Luego ese material se pesó en una balanza analítica y se dividió el resultado de la masa entre el volumen ocupado y nos dió el resultado de la densidad.

Para evaluar el pH, primero se ajustó el potenciómetro medidor de pH, se calibró el instrumento utilizando solución buffer, se limpió cuidadosamente el bulbo del electrodo con agua destilada y se secó con papel filtro fino, luego se pesó 20 g de residuos vegetales y se colocó en un vaso de 100 ml, luego se añadió 50 ml de agua destilada, se agitó durante 10

minutos con una varilla de vidrio, con cuidado, se introdujo el electrodo del pH-metro y se leyó el valor registrado y se anotó. Finalmente, el instrumento pasó a reposo eléctrico, se extrajo el electrodo de la suspensión, se lavó con agua destilada y se secó con papel filtro fino.

Para evaluar el contenido N, P, K, las muestras se enviaron al laboratorio LASACI de la Universidad Nacional de Trujillo, en donde utilizaron el método Kjendal para Nitrógeno, y espectrómetro UV para Fósforo y Potasio, del mismo modo sucedió para evaluar la relación C:N, donde utilizaron la fórmula de balance C:N.

2.9.Aspectos administrativos

Como equipo del presente trabajo de investigación nos comprometemos a que toda información presentada será veráz y confidencial, respetando la propiedad y autenticidad intelectual citando correctamente a los autores en cada fragmento utilizado para reforzar nuestra investigación, la veracidad en los resultados obtenidos de análisis en laboratorio. Se guardó privacidad de la identidad de los participantes en el proceso de la investigación, ara la toma de muestras se siguen adecuadamente lo establecido en las guías nacionales y para la elaboración de nuestro proyecto, nos regimos a cada punto especificado en la Guía de productos observables de nuestra institución, respetando así, la Norma ISO 690 en la etapa de redacción de referencias bibliográficas. Además, se aseguró el respeto por la biodiversidad y la honestidad con la que se trabajó.

III. RESULTADOS

En la presente investigación del aprovechamiento de los residuos vegetales de las áreas verdes del distrito de Trujillo, con el propósito de obtener un biofertilizante, se realizaron tres tratamientos experimentales, que tuvieron 1 L de microorganismos eficientes activados (EM-A), considerando las variables de control para los procesos experimentales como pH y conductividad eléctrica. Se tomaron datos de estos parámetros, cuyos resultados se muestran en la tabla N° 6 para el tratamiento 1 (sin EM-A), tabla N° 7 para el tratamiento 2 (una sola aplicación de EM-A en todo el proceso) y tabla N° 10 para el tratamiento 3 (una aplicación de EM-A cada semana), en un periodo de 6 semanas.

Tabla 6: pH y Conductividad eléctrica en el inicio y término del tratamiento 1.

Tratamiento 1	pH	Conductividad eléctrica (ms/m)
Inicio	6,18	1,88
Término	7,22	1,78

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 6 tenemos los valores de pH y conductividad eléctrica, al inicio y al término del primer tratamiento, el valor inicial del pH se encontró ligeramente ácido como consecuencia de la formación de ácidos orgánicos y al finalizar aumenta hasta obtener un valor ligeramente alcalino. En cuanto a la conductividad eléctrica podemos ver que los valores son bajos, lo que indica que hay poca presencia de sales solubles.

Tabla 7: pH y conductividad eléctrica al inicio y término del tratamiento 2 en el proceso de compostaje.

Repeticiones		pH	Conductividad Eléctrica (ms)
R1	Inicio	6,18	1,88
	Término	7,48	2,08
R2	Inicio	6,18	1,88
	Término	7,73	2,06
R3	Inicio	6,18	1,88
	Término	7,55	2,03

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 7, tenemos los valores de pH y conductividad eléctrica, al iniciar el proceso de compostaje, dónde el valor inicial (pH) se encuentra ligeramente ácido por la presencia de ácidos orgánicos y al finalizar aumenta hasta obtener un valor ligeramente alcalino la cual se debe a la pérdida de dichos ácidos a medida que fue avanzando el proceso de compostaje. En cuanto a la conductividad eléctrica se puede ver un aumento debido a la mineralización de la materia orgánica, produciendo un aumento de nutrientes. (Marquez, 2010).

Tabla 8: pH y conductividad eléctrica al inicio y término del tratamiento 3 en el proceso de compostaje.

Repeticiones		pH	Conductividad Eléctrica (ms)
R1	Inicio	6,18	1,88
	Término	7,71	1,26
R2	Inicio	6,18	1,88
	Término	7,69	1,13
R3	Inicio	6,18	1,88
	Término	7,96	1,10

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 8, tenemos los valores de pH y conductividad eléctrica, al iniciar el proceso de compostaje, donde el valor inicial (pH) se encuentra ligeramente ácido como consecuencia de la presencia de ácidos orgánicos y al finalizar aumenta hasta obtener un valor ligeramente alcalino la cual se debe a la pérdida de los ácidos. En cuanto a la conductividad eléctrica podemos ver que hay una disminución, que puede ser debido por el proceso de lixiviación.

También se tomaron datos del porcentaje de parámetros químicos como Nitrógeno (%N), Fósforo (%P), potasio (%K) y relación Carbono/Nitrógeno (C:N) , cuyos resultados se muestran en la tabla N° 11, para el tratamiento 1 (sin EM-A), tabla N° 12 para el tratamiento 2 (una sola aplicación de EM-A en todo el proceso) y tabla N° 9 para el tratamiento 3 (una aplicación de EM-A cada semana), en un periodo de 6 semanas.

Tabla 9: Concentración de Nitrógeno, fósforo, potasio y relación C:N del tratamiento 1 (sin microorganismos).

Tratamiento	%N	%P	%K	C:N
Inicio	1,36	0,18	3,48	23
Término	1,35	0,21	3,55	22

Fuente: Elaboración propia

La tabla 9, muestra los porcentajes de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y relación C:N en donde los valores de nitrógeno al inicio y al final muestran un descenso no significativo; con respecto al fósforo muestra un aumento del valor al finalizar el proceso, por otro lado el potasio demuestra un ligero aumento en el valor final y por último, debido a la descomposición de la materia orgánica que se realiza en el proceso de compostaje, mientras que los valores de relación C:N muestran un pequeño descenso de una unidad en el resultado final.

Tabla 10: Concentración de Nitrógeno, fósforo, potasio y relación C:N del tratamiento 2 (1 L de microorganismos eficientes activados-única aplicación).

Repeticiones		%N	%P	%K	C:N
R1	Inicio	1,36	0,18	3,48	23
	Término	2,11	0,25	4,13	10
R2	Inicio	1,36	0,18	3,48	23
	Término	2,10	0,27	4,16	10
R3	Inicio	1,36	0,18	3,48	23
	Término	2,08	0,24	4,16	10

Fuente: Elaboración propia

La tabla 10, muestra los porcentajes de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y relación C:N en donde los valores de nitrógeno al inicio son parecidos al final, donde ocurre un aumento, a consecuencia de la mineralización de la materia orgánica, ya que en este proceso se concentran los nutrientes; con respecto al fosforo un aumento del valor al finalizar el proceso por otro lado el potasio demuestra un ligero aumento en el valor final, por la misma razón. Mientras que la relación carbono: nitrógeno inició con un valor muy elevado y disminuye conforme avanza el proceso de descomposición.

Tabla 11: Concentración de Nitrógeno, fósforo, potasio y relación C:N del tratamiento 3 (1 L de microorganismos eficientes activados por semana).

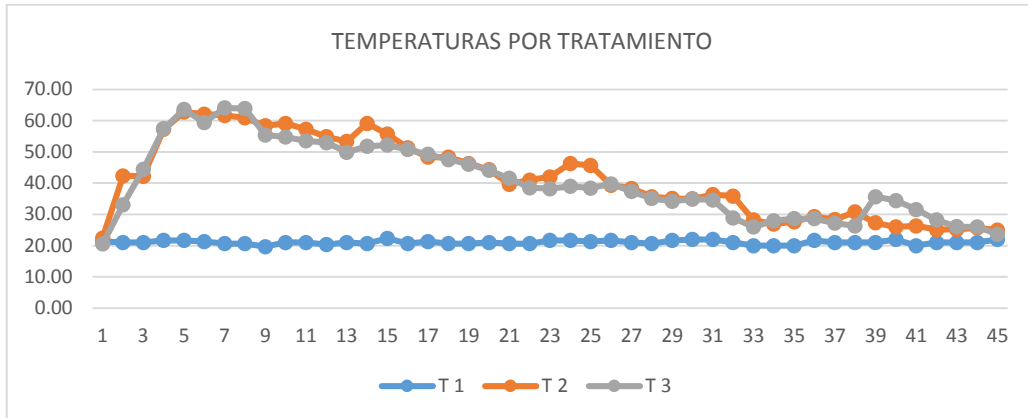
Repeticiones		%N	%P	%K	C:N
R1	Inicio	1,36	0,18	3,48	23
	Término	2,11	0,22	4,20	11
R2	Inicio	1,36	0,18	3,48	23
	Término	2,15	0,23	4,20	11
R3	Inicio	1,36	0,18	3,48	23
	Término	2,13	0,29	4,17	11

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 11, se muestra al tercer tratamiento, donde los porcentajes de Nitrógeno, Fósforo, Potasio y relación C:N en donde los valores de nitrógeno al inicio son parecidos que al final, donde ocurre un aumento, a consecuencia de la mineralización de la materia orgánica, ya que en este proceso se concentran los nutrientes; con respecto al fosforo un aumento del valor al finalizar el proceso por otro lado el potasio demuestra un ligero aumento en el valor final, por la misma razón.

Por otro lado, se evaluaron parámetros físicos como temperaturas internas de las cajas de compostaje, cuyos resultados se muestran en la figura N° 1, para el tratamiento 1 (sin EM-A), para el tratamiento 2 (una sola aplicación de EM-A en todo el proceso) y para el tratamiento 3 (una aplicación de EM-A cada semana), en un periodo de 6 semanas.

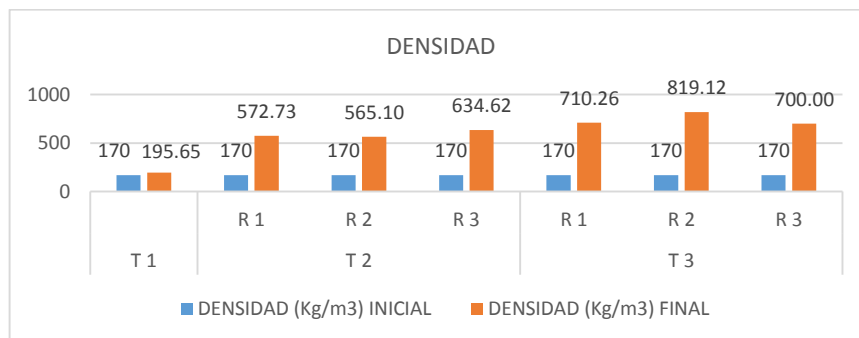
Figura 1: Temperatura por tratamiento (T1, T2 y T3)



En la figura, podemos observar que en el tratamiento 1 las temperaturas fluctúan entre 20 y 22° desde el inicio hasta el final, debido a que no se aplicó agua en ningún momento. Mientras que, el tratamiento 2 y 3, tienen un comportamiento casi similar en el tiempo que duró el proceso de compostaje, debido a la incorporación de agua (cada 3 días) y microorganismos eficientes (EM) al inicio (tratamiento 2) y cada semana, por 6 semanas (tratamiento 3).

Otro parámetro físico que se evaluó fue la densidad del material a compostar de las cajas, tal medición fue realizada cada 3 días (tiempo en el que se realizaron los volteos) y cuyos resultados se muestran en la figura N° 2, para todos los tratamientos, desarrollado en un periodo de 6 semanas.

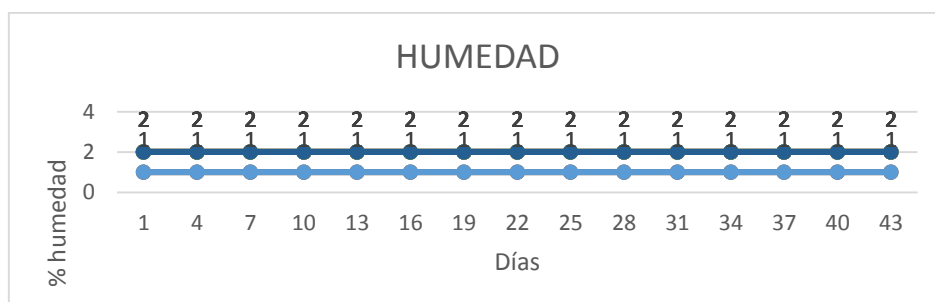
Figura 2: Densidad por tratamiento (T1, T2 y T3) medido cada 3 días



Fuente: Elaboración propia

En la figura podemos observar la densidad del compost se va incrementando con el tiempo de compostaje, como consecuencia de una mayor descomposición y reducción del tamaño de las partículas, afectando a esta la humedad, la distribución de las partículas, el contenido de materia orgánica y su grado de descomposición. En el T1 varió muy poco ya que el proceso de degradación de la partícula no se realizó con la humedad adecuada, en T2 el cual es con la aplicación de una dosis semanal de microorganismos su promedio alcanza entre 572,10 a 634,62 kilo/sm³ y donde solo se aplicó una dosis al inicio la densidad es mayor entre 700 y 710.26 kilos/m³. Por último otro parámetro físico que se evaluó fue la humedad del material a compostar de las cajas, tal medición fue realizada cada 3 días y cuyos resultados se muestran en la figura N° 3, para todos los tratamientos, desarrollado en un periodo de 6 semanas, en donde, según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) 1=Humedad < 45% (baja humedad), 2=45%-60% (Humedad óptima) y 3= humedad >60% (demasiada humedad).

Figura 3: Humedad medida por tratamiento (T1, T2 y T3) cada 3 días



Fuente: Elaboración propia

En la figura podemos observar que el T 1 que es nuestro testigo y al cual no se le incorpora nada de agua desde el inicio al momento de la evaluación de humedad siempre estuvo con baja humedad. Al T2 y T3 se le incorporó EM- activado con agua cada 3 días (periodo en que se realizaron los volteos) hasta culminar el proceso de compostaje, en cuya evaluación obtuvieron una humedad óptima entre el 45% a 60 % ya que al realizar la prueba después de aplicar el agua cada 3 días, el resultado al apretar el puño, fue que cayeron pocas gotas.

Para determinar la normalidad, se utilizó el programa SPSS, cuyos resultados se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 12: Prueba de normalidad, realizada en el programa SPSS

Prueba de Normalidad			
Dosis (Litros)	Shapiro Willk		
	Estadístico	Grado de Libertad (gl)	Significancia
1	,999	9	,955
6	,999	9	,945

Fuente: Elaboración propia

Utilizando el programa SPSS, ingresamos todos los datos de los resultados finales obtenidos del análisis final en el laboratorio, para la cual se tiene que cumplir que el valor $p > 0,05$; y según la tabla obtenida mediante dicho programa podemos ver que cumple con esta condición, y los resultados presentan un comportamiento normal.

Además, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) para tratamientos con EM activados, donde los datos finales fueron ingresados en el programa Excel, tomando en cuenta solo los tratamientos con 1 Litro de microorganismos eficientes activados (única aplicación) y 6 litros de EM-A (aplicación distribuido en 1 L por semana), durante el periodo de 6 semanas, porque se busca conocer cuál de las dos dosis es más eficiente o si tienen un comportamiento similar, cuyos resultados se muestran en las tablas N° 13 y N° 14, respectivamente.

Tabla 13: Análisis de varianza para el tratamiento 2 con 1 L de EM-A (única aplicación)

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	22,80	2	11,40	42746,37	0,00	6,94
Columnas	0,00047	2	0,00023	0,87	0,48	6,94
Error	0,00	4	0,00			
Total	22,80	8				

Fuente: Elaboración propia

se obtuvo el valor $p < 0,05$; cuyo valor es requisito y por lo tanto, aceptamos nuestra hipótesis H_1 , para el tratamiento 2 el cual presenta valores significativos para obtener buenos resultados en poco tiempo (6 semanas) al agregarle microorganismos eficientes.

Tabla 14: Análisis de varianza para el tratamiento 3 (1 L de EM-A por semana)

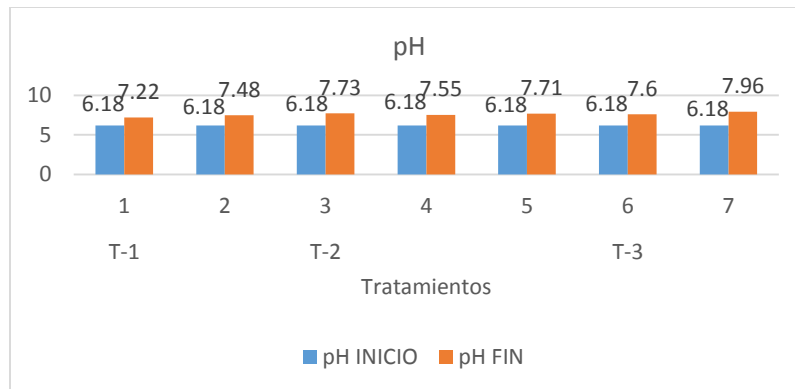
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Filas	23,3004	2	11,6502	13272,3924	0,00	6,9443
Columnas	0,0006	2	0,0003	0,3544	0,722	6,9443
Error	0,0035	4	0,0009			
Total	22,80	8				

Fuente: Elaboración propia.

se obtuvo un valor $p < 0,05$; por lo tanto, aceptamos nuestra hipótesis H_1 , para el tratamiento 3, el cual presenta valores mayores (pero cuya diferencia no es significativa) para obtener buenos resultados en poco tiempo (6 semanas) al agregarle microorganismos eficientes, por lo que podemos decir que al utilizar cualquier de los dos tratamientos se obtienen muy buenos resultados.

IV. DISCUSIONES

Figura 4: pH por cada tratamiento al inicio y término del proceso

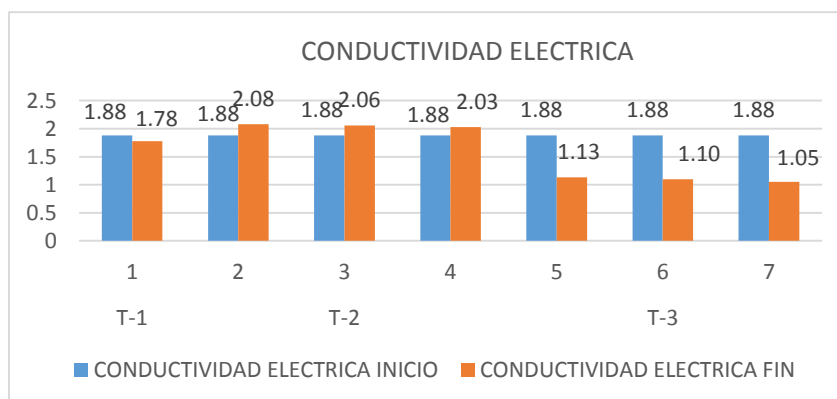


Fuente: Elaboración propia

Según Cabrera, V. y Rossi, M. F. (2016). En los resultados obtenidos de pH muestran valores que en tendieron a la alcalinidad y ligeramente acidéz. Cumpliendo una fase de alcalinidad inicial, pero cuya fase disminuye hasta obtener un valor ácido en todos los tratamientos, tomando estos al final, valores alcalinos. Mientras que, la figura muestra los valores obtenidos por cada tratamiento realizado en la presente investigación, los cuales al inicio tienen un comportamiento ligeramente ácido que se mantuvo constante en todos los tratamientos, cuyo comportamiento nos muestra la fase de descomposición, y cuya variación fue mínima. Por otro lado, el valor del tratamiento T1 llegó a la fase de neutralización y los

demás, al final llegaron a la fase de alcalinización, por lo que según Bueno, P. (2013), fue debido a la pérdida de ácidos orgánicos y a la generación de amoníaco procedente de la descomposición de proteínas.

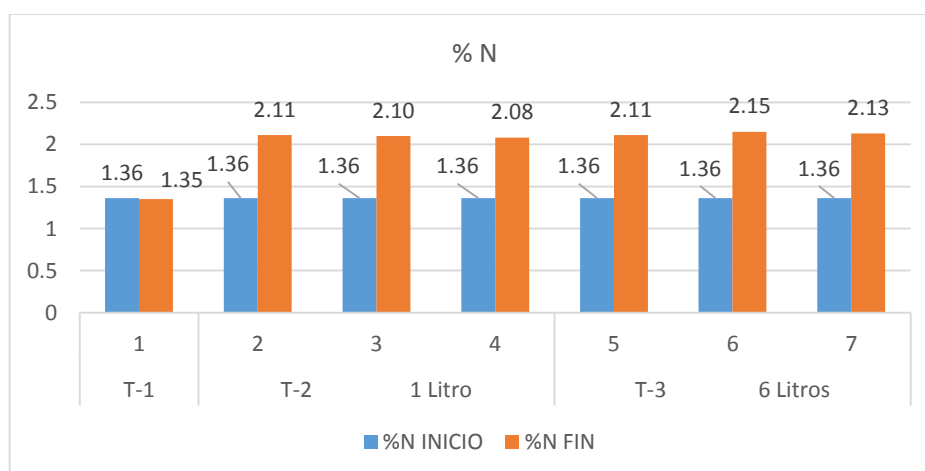
Figura 5: Conductividad eléctrica por cada tratamiento al inicio y término del proceso



Fuente: elaboración propia

Según Gordillo, F. et al. (2011). En su investigación, cada tratamiento presentó un comportamiento de descomposición y las fases de mineralización de la materia donde la primera corresponde a la mineralización inicial de la materia, la segunda es la lixiviación de metabolitos secundarios y material en estado líquido rico en microorganismos, y la tercera, muestra la última etapa de mineralización que indicó el final del proceso. En la figura derecha tenemos valores por cada tratamiento, cuyo comportamiento fue similar, debido a que el proceso se preventó una fase de lixiviación que produjo el transporte de las sales, pero otro factor que pudo intervenir fue la toma de muestra, logrando en la evaluación final, valores de 1 ms en el tratamiento de 6 L (T3) de microorganismos eficientes.

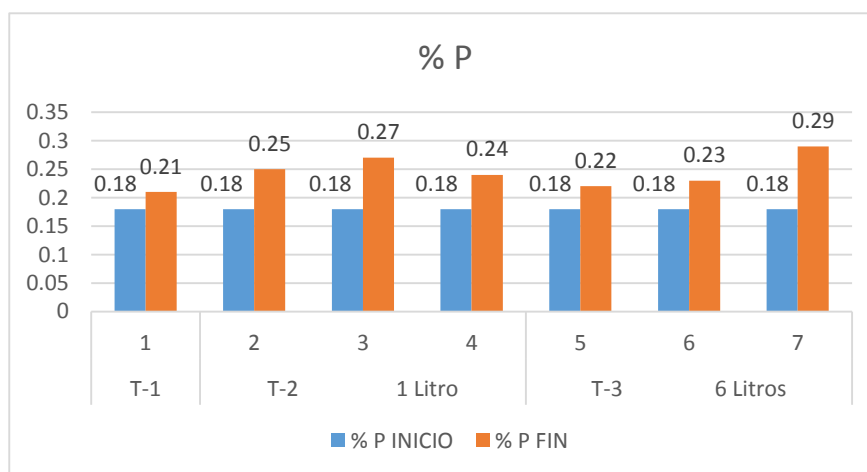
Figura 6: Porcentaje de Nitrógeno por cada tratamiento al inicio y término del proceso



Fuente: Elaboración propia

Según Cabrera, V. y Rossy, M. (2016), los valores obtenidos respecto al nitrógeno en el compost final se mantuvieron con una disminución constante iniciando con 1,7% en su primer tratamiento, 1,6% en el segundo y tercero, culminando en 1,5% en el cuarto tratamiento. Según el autor, los resultados que obtuvo superan significativamente al mínimo recomendado por la norma chilena de 0,5% de Nitrógeno, por otro lado en la figura tenemos inicialmente un valor de 1,36% de N, en la muestra testigo mientras que en los tratamientos 1,2 y 3 con una sola dosis de microorganismos eficientes obtuvimos 1,34; 1,32 y 1,34 respectivamente, presentando un aumento de 0,04, 0,11 y 0,08 respectivamente en los tratamientos con 6 litros de EM. Los valores finales en los tratamientos con una dosis única de EM fueron 2,11; 2,10 y 2,08. Por otra parte los tratamientos con dosificación de 6 litros mostraron un leve aumento, obteniendo 2,11 - 2,15 y 2,13%. Notando que la variación entre los valores de tratamientos con dosificación de 1L y 6L no es significativa y que en temas de optimización de recursos, sería una buena opción utilizar una sola dosis de EM.

Figura 7: Porcentaje de fósforo por cada tratamiento al inicio y término del proceso

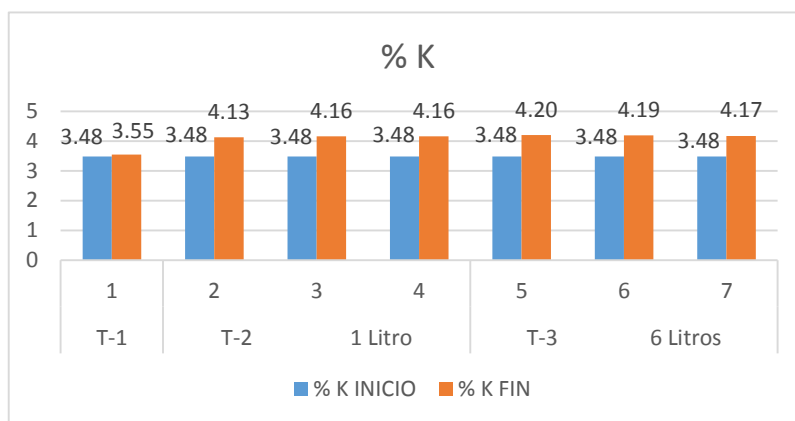


Fuente: Elaboración propia

Según Cabrera, V. y Rossy, M. (2016). El Rango encontrado fue de 1,42% a 1,59% de P, en los tratamientos con melaza y microorganismos que muestran valores altos en relación a los tratamientos sin melaza. A pesar de que el material vegetal utilizado estuvo constituido por 38% de restos leñosos delgados y 42% de corte de césped, la caracterización química obtenida reflejan valores de un compost producido a partir de mezcla de rastrojos de leguminosas, hojas de árboles y malezas. Por otro lado la figura muestra un intervalo 0,21 - 0,24 y 0,22 al inicio los tratamientos con un litro de EM y al final 0,22 - 0,23 - 0,29

Pudiendo afirmar que un compost inmaduro y los residuos vegetales contribuyen a la presencia de P y que los valores obtenidos son los óptimos considerado los valores que muestra el manual de compostaje de la Organización de las Naciones Unidas de Alimentación y Agricultura (2013).

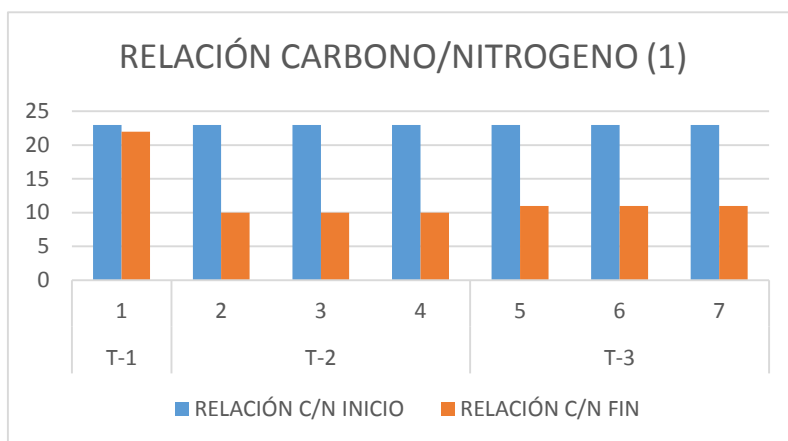
Figura 8: Porcentaje de potasio por cada tratamiento al inicio y término del proceso



Fuente: Elaboración propia

Según Cabrera, V. y Rossy, M. (2016). El Rango encontrado fue de 1,08% a 1,12% de K, observándose que en el inoculo el contenido de K fue de 1,10%, mostrando así un comportamiento que se encuentra influenciado por el intercambio de cationes y la meteorización, antes de que procesos microbiológicos, deduciendo así que el compost maduro y los residuos vegetales contribuyen con la presencia de K. La figura muestra un intervalo seguido por los valores 4,08 - 4,10 - 4,11 en los tratamientos iniciales con dosis única mientras que en los tratamientos con 6 litros de EM presentaron los valores 4,20; 4,19 y 4,17, deduciendo que los valores obtenidos sobre pasan el nivel óptimo del establecido en el manual de la FAO cuyo valor considerado optimo es de 0,3 a 1%.

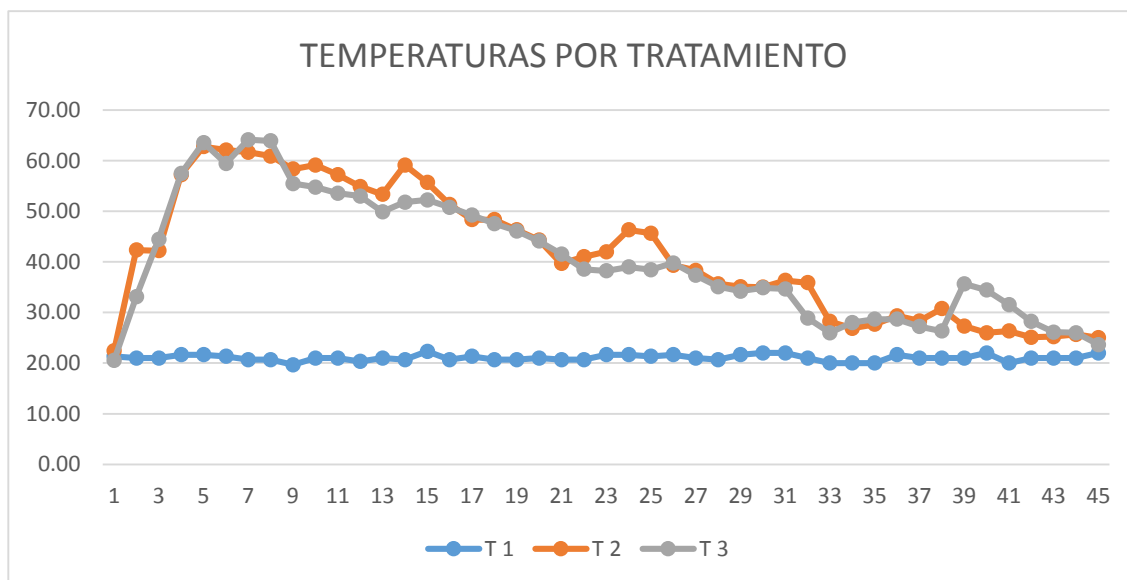
Figura 9: Relación Carbono:Nitrógeno por cada tratamiento al inicio y término del proceso



Fuente: Elaboración propia

La figura muestra que en los valores de inicio el contenido de carbono es de 23 y baja al final a 10 en el segundo tratamiento y 11 en el tercer tratamiento, y que según Gordillo, F. et al. (2011), sucede por el consumo de carbono en el proceso de compostaje, pero la diferencia no es significativa, ya que en el primer tratamiento no muestra una disminución y podemos decir que puede deberse a que no hubo pérdida de volumen a los 45 días del proceso y que el carbono se mantiene en la materia orgánica.

Figura 10: Temperaturas internas por cada tratamiento al inicio y término del proceso

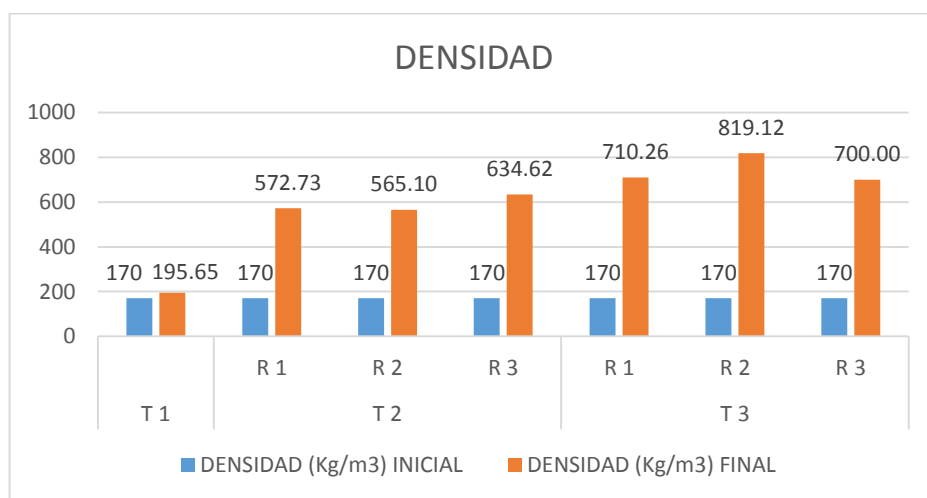


Fuente: Elaboración propia

La figura muestra que en el tratamiento T1 (sin microorganismos) la temperatura no sufre grandes variaciones, y que según Cabrera, V. y Rossy, M. (2016), esto se debe a que la

humedad disminuye por lo que no se inicia el proceso de compostaje. A diferencia del tratamiento 2 (1 L de microorganismos eficientes activados-única aplicación) y 3 (1 L de EM-A cada semana), existe un aumento de temperatura por que se activan los microorganismos encargados de acelerar el proceso de compostaje, y podemos decir que se debe a que en el inicio se inoculan microorganismos eficientes, por única vez al segundo tratamiento y semanalmente al tercero, realizando cada 3 días el proceso de aireación incorporando agua, cuya finalidad es dar las condiciones para que los microorganismos cumplan su función descomponedora.

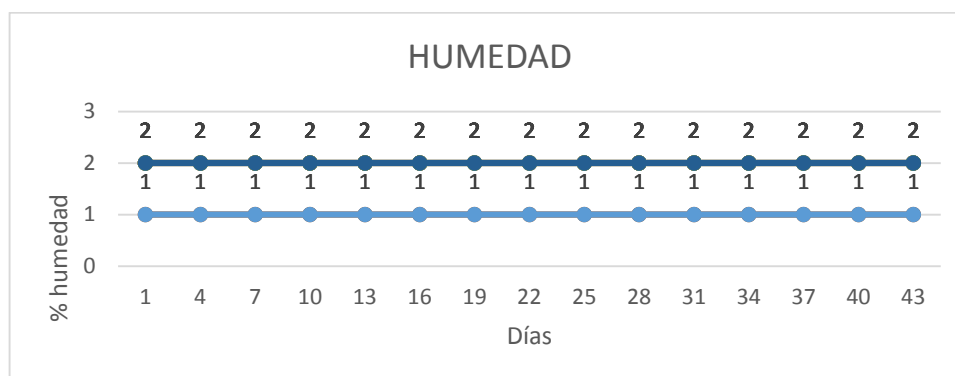
Figura 11: Densidad por tratamiento (T1, T2 y T3) medido cada 3 días



Fuente: Elaboración propia

La siguiente figura muestra la densidad del material inicial y maduro (compostado), para cada uno de los tres tratamientos, cuyos valores al inicio presentan una densidad menor respecto a los valores finales, cuya diferencia es significativa y que según Pierini, V et al (2010): Propiedades físicas de un compost obtenido a partir de residuos de poda, afirma que la densidad ve ve afectada por la distribución del tamaño de las partículas, el grado de descomposición del material maduro, el porcentaje de humedad de la materia y la compactación del material, afirmaciones con las que estamos de acuerdo y que sustentan lo experimentado concerniente al proceso de campo y la toma de mediciones de humedad descritos en la tabla N° de nuestros resultados.

Figura 12: Humedad medida por tratamiento (T1, T2 y T3) cada 3 días



Fuente: Elaboración propia

En la figura se muestra el volumen inicial y final del tratamiento 1, 2 y 3, cuyos valores obtenidos presentan una gran diferencia al final con respecto a la humedad iniciales, al inicio todos los tratamientos presentaron muy baja humedad menor a 45% y al final logramos valores óptimos entre 45% y 60%, por lo que según Román, Pilar (2013), en su investigación Manual del Agricultor: Experiencias en América Latina, afirma que la humedad está muy vinculada con microorganismos, y que por esta razón al inicio del proceso la actividad de estos es muy baja y no se completan todas las fases del proceso. Mientras que si la humedad sobrepasa el 60%, el agua satura los poros y interfiere con la oxigenación del material vegetal utilizado.

V. CONCLUSIONES

- Se determinó la dosificación de 1 litro y 6 litros de microorganismos eficientes para el proceso de compostaje que tuvo una duración de mes y medio (6 semanas), cuya aplicación fue a los tratamientos T2 (1 litro-única aplicación) y T3 (1 litro cada semana por mes y medio), obteniendo que no existe diferencia significativa al comparar los resultados de los parámetros analizados en el proceso.
- Se realizaron análisis de los parámetros físicos (Densidad, Temperatura y humedad) de las pilas durante el proceso de compostaje, obteniendo una disminución progresiva de los residuos vegetales; humedad óptima, ya que en ningún momento las cajas mostraron exceso de agua ni falta de ésta, y valores que son aceptables respecto a las fases que presentó el proceso.

- Se evaluaron los parámetros químicos (N, P, K, relación C:N, pH y CE) en el proceso de compostaje, obteniendo valores óptimos respecto al contenido de Nitrógeno, relación C:N, pH y CE de acuerdo a la norma técnica Chilena N° 2880, donde nuestros valores pueden ser considerados en la Clase A, según la normativa mencionada, pudiendo deducir que nuestro biofertilizante cumple los niveles óptimos para ser utilizado, pudiendo mostrar que se realizó el aprovechamiento correcto de los residuos vegetales.

VI. RECOMENDACIONES

- Podemos recomendar al Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo el implementar esta tecnología de uso de Microorganismos Eficientes para poder realizar la gestión de los residuos sólidos generados en el mantenimiento de las áreas verdes del distrito de Trujillo, para darle un valor a este residuo y evitar que estos por su mala disposición generen contaminación al aire, suelo y agua.
- Por el volumen de residuos que se genera es necesario realicen un proyecto de inversión pública para poder buscar el financiamiento e implementar una planta de producción de compost con maquinaria ya que este proceso necesita mucha mano de obra.
- Recomendamos una sola aplicación de Microorganismos Eficientes al inicio del proceso de compostaje ya que en los resultados podemos evidenciar que no hay diferencias significativas ni en la concentración de macronutrientes ni en el tiempo de elaboración, la empresa que distribuye estos EM, recomienda una aplicación semanal esto nos traería gastos innecesarios.
- Tener cuidado en el abastecimiento de agua donde se instale esta planta ya que el agua debe estar libre de cloro.
- Realizar una prueba de toxicidad debido a la presencia del parque automotor obsoleto que tenemos en nuestro distrito, los cuales usan gasolina y diésel y estos en su combustión contaminan el aire con metales pesados como el plomo y el azufre.

VII. REFERENCIAS

- ACOSTA, Julián, et al. Efecto de abonos orgánicos a partir de subproductos del fique en la producción de maíz. Colombia. Revista BioAgro 2011. Volumen 11 N° 1 ISSN 1692-3561.
- PIERINI, V. et al. Propiedades físicas de un compost obtenido a partir de residuos de poda. Revista de la Facultad de Agronomía UBA 2010. Volumen 30, N° 1-2.
- GARCÉZ, María. Producción de abono orgánico a partir de residuos de caña de azúcar y azolla con la aplicación de microorganismos eficientes. Tesis (Ingeniera Química). Ecuador: Universidad Técnica de Ambato, facultad de ciencia e Ingeniería en alimentos, 2014. 140pp.
- SOSORANGA, Claudio. Elaboración y evaluación de tres tipos de Bocashi con la aplicación de microorganismos eficientes (EM) en diferentes UPAs de la comunidad La Matara, Cantón Saraguro. Tesis (Ingenier Agrícola). Ecuador: Universidad Nacional de Loja, Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, 2018. 120pp.
- CAMACHO, Jeniffer y ROJAS, Zulieth. Alternativas de producción de abono orgánico a partir de residuos sólidos (provenientes de restaurantes, cartón, pasto y aserrín) mezclados con microorganismos eficientes (M.E). Tesis (Ingeniero agrónomo). Colombia: Universidad de los Llanos, facultad de ciencias agropecuarias y recursos naturales, escuela de ingeniería agronómica, 2016. 113pp.
- CABRERA, Víctor Y ROSSI, María. “Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores”. Tesis (Ingeniero agrónomo/Ingeniero Ambiental). Perú: Universidad Nacional agraria la Molina, 2016. 101pp.
- MENDOZA, Marcos. “Propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en la Universidad de Piura”. Perú. Universidad de Piura.2012. Trabajo de titulación (ingeniero industrial y de sistemas).
- MERINO, Erica. “Efecto de la aplicación de abonos procesados con microorganismos eficientes en la producción de plantones de cacao (*Theobroma cacao L.*) clon CCN-51”. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Perú:

Universidad Nacional Agraria de la Selva, escuela de Ciencias Agrarias, 2013. 70p.

- VELASCO, Héctor. “Efecto de la incorporación de microorganismos eficientes en la elaboración del compost, Distrito de la Banda de Shilcayo-San Martín-Perú”. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Perú: Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, facultad de ciencias agrarias, escuela de Agronomía. Año 2014. 112p.
- SANCHEZ, Franklin. Evaluación de la producción de compost con microorganismos eficientes en el Distrito de Rupa Rupa. Tesis (Ingeniero en Recursos Naturales renovables y conservación de suelos y agua. Perú: Universidad Nacional agraria de la Selva, facultad de Recursos Naturales renovables. Año 2015. 14p.
- CHAVEZ, Gilbert. “Evaluación de la aplicación de cinco dosis de microorganismos eficientes, para el control de *Pythium sp.* Y *Fusarium sp.* En el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*) variedad great lakes 659 en Lamas-San Martín”. Perú: Universidad Nacional de San Martín, facultad de ciencias agrarias, escuela de agronomía. 2012. 51p.
- MANSILLA, Marco. Determinación de la concentración de nutrientes N, P, K en los residuos orgánicos selectivos provenientes del mercado Ayaymaman, mediante la técnica del compostaje, Moyobamba, 2012. Tesis (Ingeniero ambiental). Perú: Universidad Nacional de san martín-Tarapoto, facultad de ecología, escuela de ingeniería ambiental. 2013. 109 pp.
- ARANGO, María. Abonos orgánicos como alternativa para la conservación y mejoramiento de los suelos. Tesis (Especialista en Gerencia Agropecuaria). Colombia: Corporación Universitaria Lasallista, facultad de ciencias administrativas y agropecuarias. 2017. 55pp.
- CRUZ, Nathalie. Aprovechamiento y manejo de desechos orgánicos de cocina utilizando microorganismos eficientes de montaña (MEM) aislados de dos bosques secundarios de Costa Rica. Tesis (Biólogo). Costa Rica-Cartago: Instituto tecnológico de Costa Rica, escuela de biología. 2010. 75 pp.
- CASTILLO, Marisol. Evaluación de tres niveles de microorganismos eficientes activados (EN-A) en la fertilización de cultivos de forraje verde hidropónico (*FVH*) en la quinta experimental Punzara de la UNL. Tesis

- (Médico Veterinario Zotecnista). Ecuador: Universidad Nacional de Loja, área agropecuaria y de recursos naturales renovables. 2014. 107 pp.
- AZURDUY, Sheila, et al. “Evaluación de activadores Naturales para acelerar el proceso de compostaje de Residuos Orgánicos en el Municipio de Quillacollo”. Bolivia. Fundación PROINPA 2016. Volumen 7 N° 4 ISSN:1683-0768.
 - GORDILLO, F y CHÁVEZ, E. “Evaluación comparativa de la calidad del compost producido a partir de diferentes combinaciones de desechos agroindustriales azucareros”. Ecuador. Año 2010. Escuela Superior Politécnica del Litoral.
 - ACOSTA, Julián, et al. “Efecto de abonos orgánicos a partir de subproductos del fique en la producción de maíz”. Colombia. Revista BioAgro 2011. Volumen 11 N° 1 ISSN 1692-3561.
 - DIMAS, José et al. Effect of organic fertilizers on physical-chemical soil properties and Corn Yield. Revista Red de revistas científicas de América Latina y el Caribe- Redalyc [En línea]. Octubre-diciembre 2009, n° 4. [Fecha de consulta: 05 de Noviembre de 2018]. Disponible en <http://www.redalyc.org/pdf/573/57319401.pdf>
 - GORDILLO, F, et al. Producción y evaluación del proceso de compostaje a partir de residuos agroindustriales de *saccharum officinarum* (caña de azúcar). Revista Dialnet. [En línea]. Abril-Junio 2011 n° 2. [Fecha de consulta: 26 de Octubre de 2018]. Disponible en <http://dialnet.unirioja.es/srvlet/articulo?codigo=3962632>.
 - MEDINA, socorro et al. Generación de un inoculante acelerador del compostaje. Revista Argentina de Microbiología. [En línea]. Julio-Marzo de 2017 n° 5. [Fecha de consulta: 17 de Noviembre de 2018]. Disponible en <http://www.Sciencedirect.com/science/article/pii/S0325754117301050>.
 - VALLADOLID, A. R. “Cultivos con potencial de exportación”. Ministerio de Agricultura del Perú. 2008. Centro de Información tecnológico.
 - URZUA, H. Y BARRALES, L. Nitrogen fertilization of green beans for agroindustrial use in the central zone of Chile: 2008 preliminary indications. Ciencias e Investigación Agraria.

- PINO, C. “Determinación de la mejor dosis de biol en el cultivo de (*Musa sapientum*) banano, como alternativa a la fertilización foliar química.” Escuela Superior politécnica del litoral. 2005 Centro de investigación científica y tecnológica. Cuba.
- ABREU, Marcos. “Compostagem Doméstica, comunitaria e institucional de Resíduos Orgânicos”. Brazilia -Ministério do Meio Ambiente-Cepagro 2017. ISBN: 978-85-7738-313-9
- SOTO, G. “Abonos orgánicos: principios, características e impacto en la agricultura.” 2003 Costa Rica, CATIE, UCR.
- CARRIÓN, Wilson y PERALTA, Milton. “Elaboración De Abonos Orgánicos A Partir Del Compostaje De Residuos Agrícolas En El Municipio De Fusagasugá” En La Universidad De Cundimarca. Colombia Año 2015.
- MIRANDA, Magali “Comparación De Abonos Orgánicos En El Rendimiento Del Cultivo De Trigo Negro (*Fagopyrum Esculentum*; *Polygonaceae*) En El Municipio De San Mateo, Quetzaltenango, Universidad Rafael Landívar. Guatemala Año 2009”. Trabajo de titulación (Licenciada en Ciencias Ambientales y Agrícolas).
- Instituto Nacional de Normalización (Chile). NCh N°2880. Compost: Clasificación y requisitos-Proyecto de Norma en consulta pública. Santiago: INN 2003. 27 pp.
- *MEMORIA* 2012. (febrero, 2012). Servicio de Gestión Ambiental de Trujillo. Disponible en http://www.Segat.gob.pe/files/transp/02_2013_MEMORIAS.pdf
- Decreto Supremo N° 1278. Diario Oficial El Peruano, Lima, Perú, 21 de diciembre de 2017.
- ROMÁN, Pilar, et al. “Manual de compostaje del Agricultor”. Santiago de Chile. Organización de la Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura. 2013. ISBN 978-92-5-307845-5.
- CASTRO, Adriana, et al. “Capacidad de suministro de N, P y K de cuatro abonos orgánicos”. Revista Agronomía Costarricense 2010. ISSN: 0377-9424.

VIII. ANEXOS



Figura 2: Frasco de Microorganismos Eficientes de 1 Litro.



Figura 2: Melaza de 1 Kg.



Figura 3: Activación de Microorganismos Eficientes.



Figura 4: Materiales de trabajo en campo.



Figura 5: Elaboración de cajas de 1m³



Figura 6: Selección de material a trabajar.



Figura 7: Residuos Vegetales.



Figura 8: Picadora de residuos Vegetales.



Figura 9: Cajas de maderas de m^3



Figura 10: Peso de Residuos Vegetales en una balanza digital.



Figura 11: riego antes de la aplicación EM.



Figura 12: llenado de EM a la Mochila para verter agua.



Figura 13: Dispositivo de medición.



Figura 14: Producto final de biofertilizante.



Figura 15: pesado de muestras.



Figura 16: Análisis de Muestras de biofertilizante.

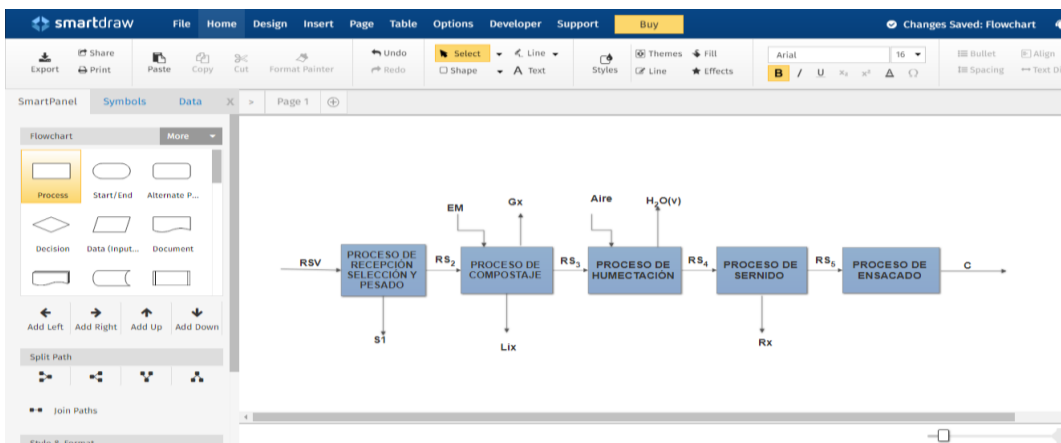


Figura 17: Programa para realizar diagrama de flujo "Smart Draw"



Figura 18: Aplicación de EM en la mochila fumigadora.



Figura 19: Llenado de cajas



Figura 20: sensores de temperatura.



Figura 21: centímetro para altura de residuos. Vegetales



Figura 22: aireación de Residuos vegeta



Figura 23: cernido de biofertilizante.

