



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

**“Obtención de biofertilizante a partir de desechos orgánicos
domésticos en el distrito de Querocoto”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniera ambiental**

AUTORA:

Br. Tarrillo Jara, María Medali (ORCID: 0000-0002-5400-6876)

ASESOR:

Dr. Caján Alcántara, Jhon William (ORCID: 0000-0003-2509-9927)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Tratamiento y gestión de los residuos sólidos.

CHICLAYO – PERÚ

2020

Dedicatoria

A Dios

Por ser el guía de mi vida.

A mis queridos padres

Roberto Tarrillo y María Dorisa Jara, por todo su amor y enseñanzas en mi vida diaria.

María Medali

Agradecimiento

A la Universidad Cesar Vallejo, en particular a la facultad de Ingeniería Ambiental por permitirme ser parte de esta familia durante mi formación profesional.

Mi inmensa gratitud a mis asesores, el Ing. Jhon William Caján Alcántara y a la Ing. Betty Esperanza Flores Mino, por su orientación constante, retroalimentación, motivación y valiosos comentarios durante todas las etapas de esta investigación. Además, por haber despertado en mí el interés por la investigación desde mis estudios de pregrado.

Agradezco de forma especial al Ing. Wilter Heyner Saldaña Zorrilla por sus recomendaciones que me impulsaron a mejorar y lograr el objetivo trazado.

María Medali

Índice de contenidos

Carátula.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract.....	viii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA.....	15
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	15
3.2. Variables y operacionalización	15
3.3. Población y muestra.....	15
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	15
3.5. Procedimiento	16
3.6. Método de análisis de datos	17
3.7. Aspectos éticos	17
IV. RESULTADOS	18
V. DISCUSIÓN	32
VI. CONCLUSIONES	34
VII. RECOMENDACIONES.....	35
REFERENCIAS.....	36
ANEXOS.....	38
Acta de aprobación de originalidad de tesis	43
Reporte turnitin	44
Autorización de publicación de tesis en repositorio institucional UCV	45
Autorización de la versión final del trabajo de investigación	46

Índice de tablas

Tabla 01. <i>Características y nutrientes del compost</i>	10
Tabla 02. <i>Categorización de los residuos sólidos según su naturaleza y origen</i>	11
Tabla 03. <i>Clasificación de los residuos sólidos domiciliarios según. Días / K</i>	18
Tabla 04. <i>Porcentaje de residuos sólidos domiciliarios en 7 días / k</i>	20
Tabla 05. <i>Cantidad de residuos sólidos orgánicos utilizados para la elaboración de biofertilizantes</i>	21
Tabla 06. <i>Composición química del compost</i>	31

Índice de figuras

Figura 1. <i>Clasificación de los residuos orgánicos</i>	13
Figura 2. <i>Clasificación generalizada de los residuos sólidos orgánicos</i>	14
Figura 3. Total de residuos sólidos en kilogramos.....	19
Figura 4. Total de residuos sólidos domiciliarios, recogidos durante 7 días	21
Figura 5. Diseño de la planta de compostaje.....	25
Figura 6. Flujo grama del proceso de compostaje.....	29

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo general obtener biofertilizante a partir de desechos orgánicos domésticos en el distrito de Querocoto. En primer lugar, se recolectó, pesó y clasificó los residuos sólidos domiciliarios de 30 familias en la comunidad en un lapso de 7 días, encontrándose que los residuos domiciliarios con el porcentaje más alto son los rastrojos de jardinería con 25.07%, las hortalizas con 23.07%, el papel con 15.48%, el cartón 13.51% y las frutas con 13.35%.

Se elaboró compost con los desechos sólidos orgánicos, recolectados de las 30 familias, y la composición química del compost preparado con los residuos sólidos domiciliarios y rastrojos de jardinería, fue que la relación C/N fue de 17.4 y se encuentra dentro del rango ideal según la FAO (2015) es de 13 -17; la humedad debe de estar dentro de los rangos de 40 a 45% y la humedad del compost reparado es de 40%; el carbono orgánico CO el óptimo es de 14 -30% y el compost preparado fue de 8% lo cual indica que no figura dentro del rango. Concluyendo que el biofertilizante si es apto para la fertilización de los suelos.

Palabras claves: Residuos sólidos, biofertilizantes, desechos, abonos.

Abstract

The purpose of this research is to obtain a bio fertilizer from domestic organic waste in the district of Querocoto. Firstly, the solid household waste of 30 families in the community was collected, weighed and classified within a period of 7 days, and it was found that household waste with the highest percentage obtained is gardening stubble with 25.07%, followed by vegetables with 23.07%, and paper with 15.48%, cardboard 13.51% and fruits with 13.35%.

The compost was prepared, with the organic solid waste, collected from the 30 families, and the chemical composition of the compost, prepared with the household solid waste and garden stubble, was that the C / N ratio was 17.4 within the ideal range. Since according to FAO (2015) it is 13-17; the humidity and according to the same FAO must be within the ranges of 40 to 45% and the humidity of the compost prepared is 40%, the organic carbon CO The optimum is 14-30% and the compost prepared was 8%, which indicates that it is not within the range established by FAO (2015). Concluding that the bio fertilizer is suitable for fertilizing the soil.

Keywords: Solid waste, bio fertilizers, waste, fertilizers.

I. INTRODUCCIÓN

Aproximadamente hace 4000 millones de años, en nuestro planeta existen los residuos desde la existencia de los seres vivos. En épocas pasadas eliminar los desechos de las poblaciones no significaba un problema preocupante, porque las poblaciones eran reducidas y contaban con más extensiones de terreno para eliminar los residuos generados. Sin embargo, el problema de los residuos aparece a partir del avance de la sociedad moderna en la que vivimos ya que cada día se va generando más residuos por el solo hecho de la modernidad que esta genera, difícilmente asimilable por el medio ambiente. (Garrigues, 2003)

El 90% de los desechos en el planeta se arrojan o se incineran a campo abierto, siendo los países más pobres y las poblaciones de menos recursos económicos los más vulnerables y afectados.

En la actualidad, las grandes cantidades de basura han sepultado a hogares e individuos bajo los restos de basura; y los que sufren estas consecuencias son las personas de menos recursos económicos ya que estos viven en los basurales, también estas personas generan sus ingresos económicos reciclando todo tipo de materiales, lo que les hace más vulnerables a sufrir consecuencias graves a su salud.

La contaminación de los mares está causando graves problemas como el atasco de los drenajes produciendo inundaciones, propagación de enfermedades como afecciones a las vías respiratorias, por causa de la incineración, perjudicando a seres vivos, y en particular a los animales que consumen estos desperdicios. Además de esto, afecta el desarrollo económico entre ellos el turismo y todos estos problemas son causa de una gestión inadecuada como lo sustenta Sameh Wahba. (Banco Mundial, 2018)

El efecto invernadero y la propagación de gases es consecuencia de la putrefacción de los desechos orgánicos que se desintegran a campo abierto, factor determinante

para el cambio climático. En el año 2016, el 5% de las emisiones en el mundo procedían de la gestión de residuos sólidos, sin abarcar el transporte.

Si bien es un tema de que los seres humanos tienen conocimiento, la producción de los desechos se está incrementando a un ritmo preocupante. Las naciones a nivel mundial van incrementando su desarrollo muy rápidamente sin contar con planes o sistemas para administrar las diferentes desintegraciones de los desechos que producen sus habitantes. En las ciudades súper pobladas donde viven la mayor parte de la población y la que origina el 80% del (PBI) del mundo está en situación de desarrollo a hacer frente al reto de los residuos a nivel mundial.

Según el Banco Mundial titulado What a Waste, a nivel mundial se genera cada año 2010 millones de toneladas de residuos sólidos municipales, y el 33 % no cuentan con un sistema de gestión sin riesgo para el medio ambiente.

Según el dato del año 2018, se estima que el crecimiento urbanístico y poblacional y el avance económico, incrementaron en un 70% la generación de residuos en el mundo, y en las siguientes 3 décadas se llegara a 3400 millones de toneladas de residuos por año. (Banco Mundial, 2018)

Existen dos clases de residuos, orgánicos e inorgánicos y deben manejarse en forma correcta, ya que estos ocasionan contaminación al ambiente y generan riesgos a la salud de los seres vivos. Los desechos se generan producto de la generación de bienes y servicios, transformación, utilización y proceso de fabricación.

En Perú en los años 2010 – 2018 los residuos sólidos municipales alcanzaron 23000 toneladas por día, y son los pobladores de la costa los que generan mayor cantidad de desechos. Lima como ciudad capital es la principal generadora de residuos sólidos generando 8000 toneladas diarias, porque allí viven más de 8000 millones de personas, y cada habitante por día genera un promedio de 0.61 kg por día, lo que significa un incremento significativo de estos desechos.

Los desechos orgánicos que generan mayores proporciones son: los restos de cocina y alimentos (47%), plástico (9.48 %) y residuos peligrosos (6.37%); existen otro tipo de

residuos que ocasionan daños a la salud de las personas como son los residuos producto de la minería, industriales y hospitalarios, y en menor escala: el papel, madera, vidrio, fierro, cartón, residuos de construcción y residuos electrónicos, etc. (MINAN, 2018)

El distrito de Querocoto en el año 2016 tenía una población de 22, 675 habitantes, la generación de desechos domiciliarios era de 0.319 kg/hab/día, 7241.948 kg/día, 7242 ton/día, 217.258 ton/mes y 2643. 311 ton/año. Debido a ello es necesario darle un mayor agregado y convertir la materia orgánica en abono útil para la agricultura, ya que estos son botados al ambiente ocasionando daños al suelo, agua y aire y produciendo enfermedades en los seres humanos, producto de la desintegración.

Este trabajo de investigación servirá como una alternativa de solución a la problemática antes mencionada, buscando también concientizar a los pobladores a fin de que sepan cómo afrontar la problemática de la inadecuada disposición final de residuos sólidos.

Después de haber descrito la problemática y haber hablado en relación a las variables de estudio se propuso la siguiente pregunta de investigación. ¿De qué manera se obtendrá un biofertilizante a partir de desechos orgánicos domésticos en el distrito de Querocoto? Este proyecto de investigación contribuirá en la formación de los desechos orgánicos domésticos generados por las familias del distrito de Querocoto, reduciendo los impactos negativos que generan al medio ambiente, cuando estos se degradan sin ningún tipo de tratamiento; con eso lograremos, mejorar la calidad de vida de los habitantes, creando conciencia en ellos, sobre la forma como deben de tratar los residuos generados.

La hipótesis de investigación del estudio fue “el tratamiento de los desechos orgánicos domésticos en el distrito de Querocoto permitirá obtener un biofertilizante”.

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- Clasificar los residuos sólidos domésticos,
- Diseñar una compostera para la elaboración del biofertilizante,
- Evaluar la composición química del biofertilizante obtenido.

II. MARCO TEÓRICO

Con relación a los precedentes internacionales podemos mencionar los estudios de Alvarado y otros (2018) en su artículo científico menciona que el inadecuado manejo de desechos de naranja producidos a nivel mundial puede ocasionar contaminación al medio ambiente. El procedimiento de compostaje de restos de naranja en el proceso de descomposición es útil por sus características fisicoquímicas y microbiológicas, por contener un alto contenido de acides, humedad, y aceites esenciales que retrasan el proceso del compost. La investigación tuvo como resultado que es posible disminuir el impacto ambiental en los restos de naranja, para la estrategia de compostaje por intermedio de un pre tratamiento deshidratado o la extracción de la pectina y de y D – limoneno con el propósito de mejorar el tiempo de descomposición y otras condiciones como las físico químicas y microbiológicas del compost.

Utta y Guelero (2018) en su investigación denominada “Residuos sólidos orgánicos y construcción de compostera en una escuela pública en San Luis, Maranhao, Brasil”, afirman que el objetivo de este trabajo fue sensibilizar a los alumnos acerca de la problemática de la basura, enfatizando la importancia del reciclaje a partir del proceso de compostaje. La primera etapa del trabajo consistió en realizar campañas de sensibilización y talleres de aula, la segunda etapa consistió en crear una compostera por los propios alumnos.

Llerena y Mayorga (2016) en su investigación sostiene que las sustancias de azúcar, melaza, y caña de azúcar, aceleran el proceso de descomposición de las sustancias orgánicas. El procedimiento con melaza acorto en 6 días el tiempo de putrefacción con relación al anterior, es decir un 9.68 %; además percibió una disminución en la temperatura en 8.7 °C y la humedad no tuvo variaciones relevantes, consignando valores que van desde 56.5 y 59.0%. En cuestión de pH no tuvo variaciones significativas, resultando un pH entre 8.0 y 8.4, además se pudo apreciar la pérdida de peso con la aplicación de melaza, un peso final de 39.3 kg y una disminución de peso de 10.8 kg.

Castro y Marmolejo (2015) en su estudio manifiesta que la utilización de biorresiduos o residuos orgánicos de origen edil es una buena elección para la adquisición de material para la aplicación de parcelas como fuente de materia prima. En Bogotá esta técnica ha presentado ciertas dificultades en las plantas de administración de desechos sólidos, ya que el compostaje de biorresiduos presenta alto contenido de humedad originada por las materias primas.

Ramos y Terry (2014) su estudio tuvo como objetivo principal, evaluar la composición de los abonos orgánicos y su empleo como opción nutricional para plantas y suelos, obteniendo como resultado que los microorganismos favorecen la fase de la descomposición de las materias, por otra parte da a conocer que cada año se originan grandes cantidades de residuos agrícolas, pero solo ciertas cantidades son aprovechadas para la alimentación, desaprovechando la gran mayoría de desechos, convirtiéndose en un medio de contaminación ambiental.

En los antecedentes nacionales podemos mencionar las investigaciones de Gallardo (2013) en su estudio sostiene que los residuos sólidos que generan las mineras de Moquegua pueden ser útiles para la obtención de compost utilizando la geomembrana impermeabilizada. Para este estudio se utilizó 4500 kg de restos de comida producto de un mes de los diferentes comedores mineros, con el fin de utilizarlos, procesarlos y reutilizarlos, en un inicio se tuvo la idea de mezclar 80% de residuos orgánicos con un 5% de excremento de alpaca y 15% de H₂O para preservar la humedad y aumentar la actividad bacterial, terminado dicho proceso después de 75 días se obtiene un material grumoso de color marrón y grisáceo con cualidades ricas en macro y micro nutrientes, gracias a la protección de la geomembrana ya que esta no permitió la infiltración de sustancias líquidos y manteniendo la temperatura del procedimiento del compost.

Cabrera y Rossi (2016) en su investigación llegan a la conclusión que es viable la preparación de compost utilizando residuos vegetales que proceden del mantenimiento de los jardines del distrito de Miraflores, para este estudio se tenía que realizar la caracterización, un pre tratamiento de los desechos, un análisis de cuatro

diferentes muestras, monitoreo y un análisis cuantitativo del compost final y su contrastación con normativas internacionales y por último la valoración de rentabilidad de la propuesta de gestión. El producto obtenido demostró que, si es una técnica rentable y económicamente, y este podría ubicarse en la clase B según normativa chilena. Por otra parte, se evitaría arrojar 230 mg al relleno sanitario ahorrando S/ 5,106.22 nuevos soles.

Según la FAO (2013) es importante estudiar los biofertilizantes orgánicos – compost. El compost puede ser aprovechado para aumentar la naturaleza de los suelos, proporcionar nutrientes u otras aplicaciones según su necesidad. El compostaje de calidad incluye varias etapas una de ellas es el proceso aeróbico. Si el proceso de maduración del compost no se ha realizado adecuadamente el proceso puede sufrir ciertos problemas como: fitotoxicidad que es un compuesto que no ha cumplido con el proceso de compostaje, el nitrógeno se encuentra en forma de amonio en vez de nitrato. El amonio en situaciones de calor y humedad se convierte en amoniaco, siendo perjudicial para las plantas y semillas por su toxicidad además generan olores.

El bloqueo biológico del nitrógeno también es nombrado como hambre de nitrógeno, esto puede ocasionar riesgos en sustancias que no han alcanzado una relación equilibrada de nitrógeno y carbono, ya que contienen sustancias más rico en carbono que en nitrógeno cuando se adhiere a los terrenos. Los microorganismos se alimentan del carbono presente en la materia, e inmediatamente aumentan la utilización del nitrógeno, gastando las provisiones de este compuesto. Los microorganismos se alimentan del carbono presente en la materia, e inmediatamente aumentan la utilización del nitrógeno, gastando las provisiones de este compuesto. Otro riesgo es la reducción de oxígeno ya que las bacterias utilizan el oxígeno que hay en el suelo agotando y no dejando disponible para las plantas.

Las etapas del compostaje de acuerdo con la FAO (2013), debe seguir los siguientes procesos biológicos como condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno), humedad y temperatura ideal, además asegurar la variación higiénica de los residuos orgánicos en material homogéneo y asimilable. El compostaje es un cambio sumatorio

metabólico llevado a cabo por distintas bacterias que, en presencia del oxígeno, se alimentan del nitrógeno y el carbono para producir su propio alimento.

En este trascurso estas bacterias propagan calor y una masa sólida con menos carbono y nitrógeno, que es llamado compost al momento de su descomposición. El compostaje tiene 3 principales etapas, incluida la etapa de maduración de duración cambiante.

La temperatura es muy importante en las fases del compostaje y estas se dividen en:

- Fase mesófila. En esta fase empieza el proceso de compostaje, la temperatura aumenta a 45 °C.
- Fase termófila o de higienización. El material alcanza temperaturas elevadas de 45 °C, asimismo puede durar unos días e incluso meses, el clima y las condiciones juegan un papel primordial en esta fase; también es llamada fase de higienización, porque aniquila microorganismos contaminantes de origen fecal como *Escherichia Coli* y *Salmonella* spp.
- Fase de enfriamiento o mesófila II. La temperatura nuevamente desciende a 45 a 40 °C, al descender la temperatura a 40 °C las bacterias mesófilas reanudan su acción y el pH del centro baja paulatinamente, aunque su pH se mantiene alcalino.
- Por último, fase de maduración. En esta fase se originan cambios secundarios de condensación y polimerización; esta fase tiene una duración de meses a temperatura ambiente.

Ventajas del compostaje:

- Con relación a lo ecológico e industrial. Se manifiesta en eliminación y reciclado de muchos tipos de desechos, eliminando muchos productos tóxicos, por la descomposición incompleta de los materiales, es apropiado para el uso de la agricultura, porque aumenta la sustancia orgánica de los desechos y el humus de los terrenos.
- Acondicionamiento del suelo. Es un restituidor de los suelos, porque contiene gran cantidad de materia orgánica, proporcionando fertilidad y evitando la desertificación,

incluso podemos mencionar que la materia orgánica en los suelos provoca efectos de repercusión en los suelos de cultivo.

- Aumenta las propiedades físicas del suelo. La materia orgánica mejora la estabilidad de la estructura de los suelos agrícolas.
- Aumenta las propiedades químicas. Aporta macronutrientes y micronutrientes, además evita la lixiviación de los suelos.
- Aumenta la acción biológica del suelo. La materia orgánica del suelo funciona como fuente de energía y alimento para las bacterias del suelo. El compostaje disminuye el volumen, el peso, el contenido de humedad y la actividad de los estiércoles.

Métodos de elaboración. Tenemos:

Método Indore. Su creador fue el inglés Albert Howard, quien aplicó este método en la India en los años 1905 y 1934, para mejorar los suelos y atender las necesidades de mejoramiento en los cultivos de estos pobladores. Los materiales para realizar este tipo de compostaje son: residuos vegetales, (rastros, cascaras, restos de jardinería, etc.) y otros residuos como estiércoles, cascaras de huevo, conchas de mariscos, hueso molido, etc.

La técnica consiste en cavar una fosa, especialmente en lugares secos, lugares de bajas temperaturas o también lugares lluviosos, sus dimensiones son variables pero las más recomendables son de 4 x 4 x 1.5 m. Se debe colocar los residuos vegetales o rastros picados, teniendo la primera capa una dimensión de 20 cm de grosor. Se debe colocar postes de madera para darle una buena oxigenación a la pila del material.

Los materiales deben ser frescos y picados, no necesita agua o muy poca agua, de lo contrario necesita regarlo para que alcance la humedad necesaria. Se debe usar el estiércol de manera uniforme y en mayor cantidad cuando el material es leñoso, se debe colocar una capa fina de cal para corregir la acidez del terreno, se debe humedecer para facilitar la disposición de los excrementos y la cal. El volteo consiste en remover toda la masa de material de arriba hacia abajo, regulando paulatinamente

la humedad y la oxigenación para ayudar la fase de desintegración. Por último, la fase de compostaje tiene una duración de 3 a 4 meses. (Peña y otros, 2002)

Tabla 01. Características y nutrientes del compost

Variable	Composta 1 (*)	Composta 2 (*)
pH	6	7.7
Relación C/N	16	15.4
Nitrógeno (%)	2	2.1
Fosforo (%)	1	1.0
Potasio (%)	0	1.6
Calcio (%)	3	6.5
Magnesio (%)	0	0.6
Hierro (ppm)	8	300
Manganeso (ppm)	1	26
Zinc (ppm)	1	23

Fuente: Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural pesca y alimentación (2015).

Según Jaramillo y Zapata (2008) otro material de interés son los residuos sólidos, menciona que los residuos sólidos son sustancias, materiales, objetos o elementos sólidos producto de las diversas actividades que realizan los seres humanos para satisfacer sus distintas necesidades como domésticas, industriales, comerciales, institucionales o de servicio y que pueden ser reutilizables para ser aprovechadas o cumplir otro fin con un valor económico.

Los residuos sólidos se clasifican en diferentes formas:

- Por su estado físico. Existe 3 tipos, sólidos líquidos y gaseosos.
- Por su origen. Son desechos sólidos urbanos, como la basura domiciliaria, industriales, residuos tecnológicos incluidos los combustibles.
- Residuos sólidos urbanos. Restos de comedores, oficinas, etc.
- Residuos radioactivos. Materiales que emiten radioactividad.

- Residuos tóxicos y peligrosos. Son aquellos que están conceptuados con diferentes normas ambientales ya sea por sus características físicas o químicas.
- Residuos mineros. Son aquellos provenientes de las actividades mineras.
- Residuos hospitalarios. Restos de clínicas o de investigación, estos residuos no son los más apropiados porque no existe un reglamento claro.

Tabla 02. *Categorización de los residuos sólidos según su naturaleza y origen*

A. Domésticos.	
B. Voluminosos.	
C. Comerciales.	
D. Residuos procedentes de la limpieza de espacios públicos.	
E. Especiales.	
	E.1. Transporte y electrodomésticos malogrados.
	E.2. Llantas en desuso.
	E.3. Sanitarios no peligrosos.
	E.4. Animales muertos.
	E.5. Desmontes.
	E.6. Jardines.
F. Industriales parecidos a domiciliarios.	
G. Provenientes de camales.	
H. Barros.	
I. Agrícolas, ganaderos y forestales.	
J. Mineros y metalúrgicos.	
K. Peligrosos.	

Fuente: Ley del ambiente N° 28611. Reglamento de gestión de residuos sólidos.

Flores (2001) a los residuos orgánicos los define y los clasifica de la siguiente manera. Son desechos que proceden de material orgánico, en su mayoría son biodegradables, se desintegran o degradan fácilmente formando otra nueva sustancia (material orgánico) entre estos tenemos: los restos de alimentos, frutas, verduras, carne, huevos, etc. También existen otro tipo de residuos que toman más tiempo en degradarse como el cartón y el papel, en excepción el plástico ya que sus

componentes son resistentes y tiene una estructura molecular más complicada a pesar de ser un producto orgánico.

Hay diversas maneras para clasificar los desechos sólidos, y las dos formas más conocidas están relacionadas con la naturaleza y su origen de generación o propiedades físicas.

- Según origen de generación, se clasifican en desechos sólidos orgánicos proveniente de la limpieza, residuos almacenados en los contenedores donde sus contenidos son variados encontrándose restos de papel, frutas, plásticos, donde su aprovechamiento es limitado, por las dificultades que se dan al momento de la segregación.
- Desechos sólidos orgánicos institucionales. Son todos los residuos generados en los lugares públicos y privados, en su mayoría estos residuos son papeles y cartones, así como desechos de alimentos generados en los comedores de las instituciones.
- Desechos sólidos de mercado. Son los desechos sólidos provenientes de los mercados, establecimientos comerciales y restaurantes, siendo este último la mayor fuente de generación de residuos orgánicos por el expendio de alimentos. Estos residuos por su naturaleza tienen un trato especial porque pueden ser aprovechados para alimentación del ganado porcino.
- Desechos sólidos orgánicos domiciliarios. Son desechos generados en los domicilios, cuyas características son muy variadas, conteniendo restos de verduras, frutas, alimentos preparados, podas de jardín y papeles.

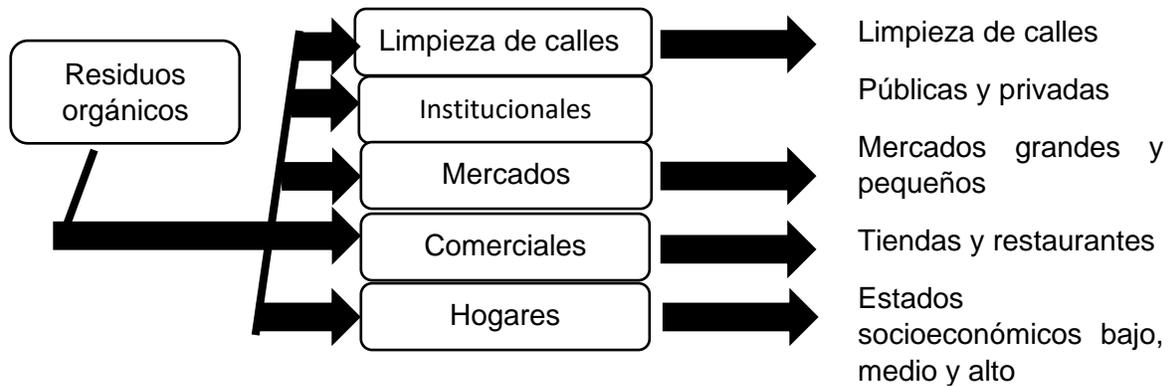


Figura 1. Clasificación de los residuos orgánicos.

Fuente. Flores, 2001.

a) Según su naturaleza y/o característica física.

- Desechos de alimentos. Desechos de alimentos que son generados en los hogares, comedores, restaurantes y lugares donde se expende alimentos.
- Estiércoles. Son las excretas de los animales, que son aprovechados para la elaboración de bioabono o para el biogás.
- Desechos vegetales. Son desechos que provienen de la poda de las áreas verdes, entre ellos parques y jardines, también acá se incluyen restos de cocina como son los vegetales, legumbres, cascaras de frutas y hortalizas.
- Papel y cartón. Estos residuos tienen gran importancia en el reciclaje.
- Cuero. Son residuos que provienen del cuero ya desgastado.
- Plásticos. Son residuos que provienen de compuestos orgánicos como el etanol, y algunos derivados del petróleo.

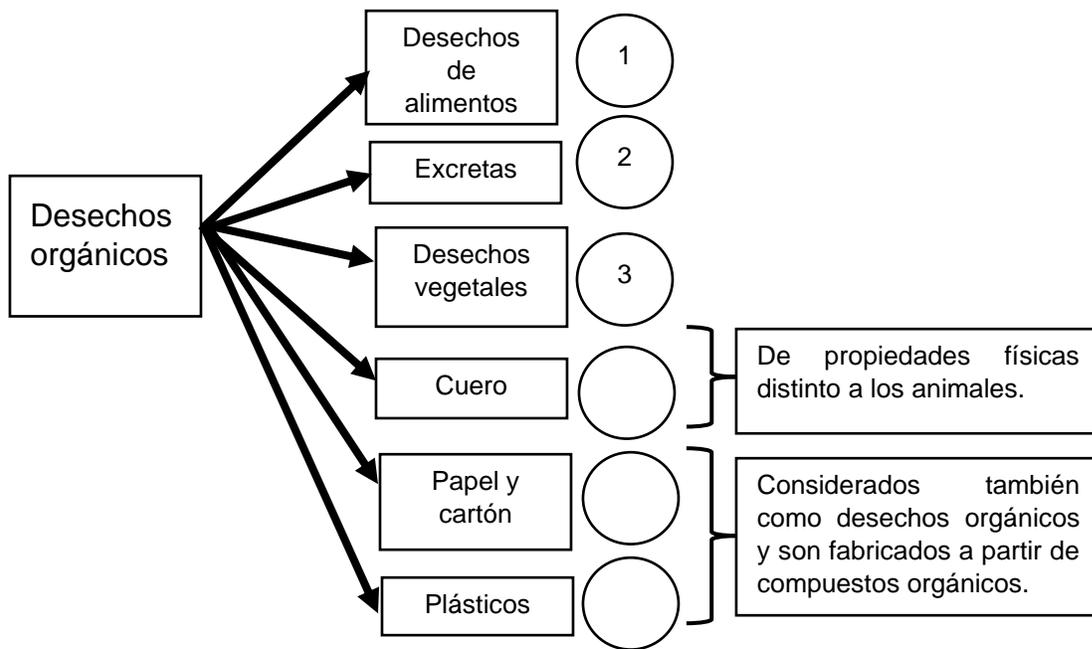


Figura 2. Clasificación generalizada de los residuos sólidos orgánicos.

Fuente. Flores, 2001.

III. MÉTODOLÓGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

La investigación de tipo descriptiva transversal, porque se describió las variables y se explicó cómo se produce el fenómeno, y transversal porque se realizó en un tiempo y espacio específico.

El diseño utilizado es de tipo no es experimental, porque no se manipulo la variable independiente.

3.2. Variables y operacionalización

VI: Biofertilizante.

VD: Desechos orgánicos domésticos.

3.3. Población y muestra

3.3.1. Población. Compuesta por los residuos domiciliarios generados en el distrito de Querocoto, obteniendo un total de 900 kg por día.

3.3.2. Muestra. Para la muestra se consideró un aproximado de 250 kilogramos, generados en diferentes viviendas del mencionado distrito, en 7 días.

3.3.3. Localización. El trabajo de investigación se localizó en el sector Las Tres Cruces, comunidad del Rocoto, distrito de Querocoto, provincia de Chota, departamento de Cajamarca.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

- **Observación directa.** Se aplicó esta técnica, con la finalidad de aplicar en situ, las etapas de la formación del compost, en los lugares donde se desarrolló el estudio, además se desarrolló los exámenes previos para el estudio.

En la presente investigación se utilizó la técnica de campo (observación y laboratorio).

- **Fichas de observación.** Se empleó en la anotación de los valores de distintos parámetros a controlar, durante la elaboración del compost.
- **Instrumentos técnicos.** Los instrumentos técnicos utilizados fueron el Peachimento, medidor de humedad, termómetro modelo: SKU: 1105 y el análisis fisicoquímico.

Las muestras fueron examinadas por especialistas que laboran en el laboratorio SYSAG de la ciudad de Chiclayo.

3.5. Procedimiento

Para ejecutar este trabajo de investigación, en primer lugar se hizo de conocimiento a las autoridades del lugar, del proyecto que teníamos en mente realizar. Luego se realizó las coordinaciones con las 30 familias que estaban interesadas en el proyecto de investigación con la finalidad de indicarles el propósito del estudio, y así poder recibir las facilidades para la ejecución del estudio, ya que para realizar este tipo de trabajos de estudio se necesita el apoyo para conseguir la materia prima, como son los restos de residuos orgánicos.

También se hizo un análisis minucioso en donde iba a desarrollarse el proyecto de investigación, describiendo varios lugares para poder elegir cual sería el lugar perfecto que preste las condiciones para desarrollar nuestra investigación, eligiendo la parcela del señor Vicente Díaz Tarrillo como lugar de estudio.

Además, se realizó charlas con los participantes involucrados enseñándoles a como separar los residuos sólidos orgánicos e inorgánicos, y como estos pueden servir para elaborar el compost y posteriormente obtener abono orgánico. Se les brindo algunas sugerencias, de la importancia y daños que

puede acarrear el no uso correcto de algunos residuos orgánicos a las áreas de cultivo.

Asimismo, se realizaron pruebas de laboratorio para conocer la calidad de biofertilizante que se pudo obtener de los residuos sólidos orgánicos de las familias involucradas; estos estudios se realizaron en el laboratorio agrícola SYSAG de la ciudad de Chiclayo.

Por último, se analizaron los resultados estadísticos contenidos en las tablas y gráficos de los cuales se evidencian cual es el porcentaje y el residuo sólido que más generan las familias del sector las Tres Cruces comunidad del Rocoto, distrito de Querocoto. Por lo tanto, la investigación servirá como fuente de información para aprovechar los residuos sólidos orgánicos para obtener abono orgánico y así mejorar las áreas de cultivo de la población del sector las Tres Cruces comunidad del Rocoto

3.6. Método de análisis de datos

Los datos recolectados se procesaron mediante la aplicación del software SPSS, y los análisis fisicoquímicos se realizaron en un laboratorio especializado.

3.7. Aspectos éticos

La investigación se propuso obtener un producto que contribuya con el cuidado del medio ambiente.

Confidencialidad, de propiciar la identidad de las personas que elaboran como informantes.

Originalidad en la elaboración de la investigación, se respetaron los derechos de autores considerados como fuentes bibliográficas, se citó y se referencio, siguiendo la norma y el estilo de redacción ISO.

IV. RESULTADOS

Clasificación de los desechos sólidos domésticos

La clasificación y la caracterización de los desechos sólidos urbanos se realizaron a 30 familias del sector Tres Cruces de la comunidad del Rocoto del distrito de Querocoto de la provincia de Chota, del año 2019, se realizó la caracterización de los desechos sólidos domiciliarios, en la tabla N°03 se detallan por 7 días, el peso del recojo de los desechos sólidos domiciliarios de las 30 familias que forman parte de la muestra.

Tabla 03. *Clasificación de los residuos sólidos domiciliarios según. Días / K*

Tipo de Residuos Sólidos	Días de clasificación de RR. SS. Domiciliarios							TOTAL
	Lunes 23/09/19	Martes 24/09/19	Miércoles 25/09/19	Jueves 26/09/19	Viernes 27/09/19	Sábado 28/09/19	Domingo 30/09/19	
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
	Kg		Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
Bolsas Plásticas	0.15	0.18	0.22	0.14	0.12	0.19	0.22	1.22
Papel	9.9	9.5	8.3	7.6	6.2	9.2	9.7	60.4
Cartón	7.5	7.8	7.3	7.5	7.4	7.7	7.5	52.7
Rastrojos de jardinería	12.3	12.4	13.8	14.1	14.5	15.6	15.1	97.8
Pilas	0.35	0.23	0.38	0.55	0.47	0.66	0.41	3.05
Madera y aserrín	1.3	2.8	2.3	3.4	2.1	2.4	2.9	17.2
frutas	8.5	6.8	6.5	7.4	7.2	7.6	8.1	52.1
Hortalizas	10.2	11.3	12.5	13.6	14.5	13.7	14.2	90
Carnes	2.1	1.8	2.1	2.5	2.3	1.9	2.2	14.9
Total	52.3	52.81	53.4	56.79	54.79	58.95	60.33	389.82

Fuente: Elaboración propia.

Como se visualiza en la tabla anterior, se detalla el recojo de los desechos sólidos domiciliarios de los 7 días con sus respectivos pesos, y a la vez se clasifican estos residuos domiciliarios. Como se puede apreciar los rastrojos de jardinería con un 97.8 kg, hortalizas con 90 kg, papel con 60.4 kg, cartón con 52.7 kg y las frutas con 52.1 kg.

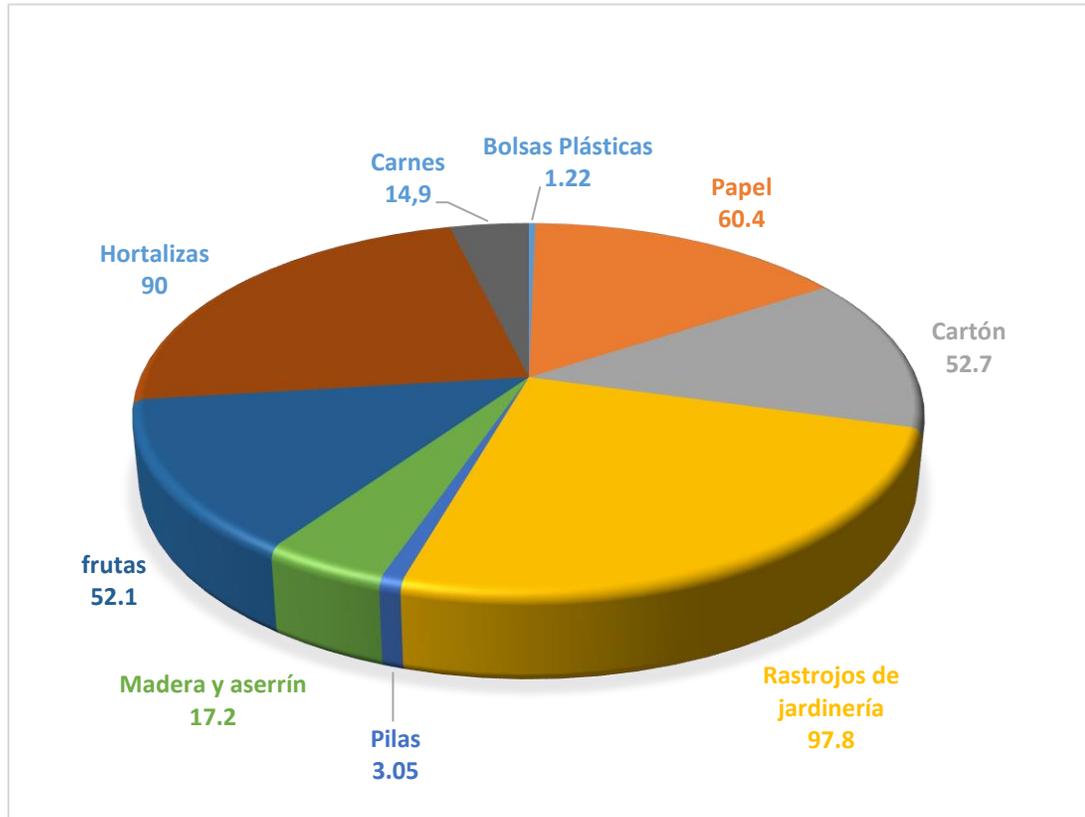


Figura 3. Total de residuos sólidos en kilogramos

En la figura N° 3 se visualiza el total de los residuos sólidos domiciliarios ya clasificados, en los 7 días, donde se recogió, caracterizó y clasificó dichos residuos.

En la tabla N° 04, se puede apreciar el monto total y el porcentaje, teniendo que el porcentaje más alto obtenido son los rastrojos de jardinería con 25.07 %, le sigue las hortalizas con 23.07 %, papel con 15.48 %, cartón con 13.51 %, y las frutas con 13.35 %.

Tabla 04. *Porcentaje de residuos sólidos domiciliarios en 7 días / k*

Tipo de Residuos Solidos	Kg	%
Bolsas Plásticas	1,22	0,312
Papel	60,4	15,48
Cartón	52,7	13,51
Rastrojos de jardinería	97,8	25,07
Pilas	3,05	0,78
Madera y aserrín	17,2	4,41
frutas	52,1	13,35
Hortalizas	90,0	23,07
Carnes	14,9	3,82
Total	389,37	100%

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla N° 04 se puede apreciar los residuos sólidos domiciliarios en porcentaje y kilogramos, el total de los desechos sólidos recogidos de las 30 familias fue de 398,37 kg en 7 días, además se les pidió a los pobladores que los desechos de frutas, hortalizas y carne, no lo utilizaran en la alimentación para la crianza de porcinos, brindándonos mucha ayuda en la investigación y así poder elaborar el compost.

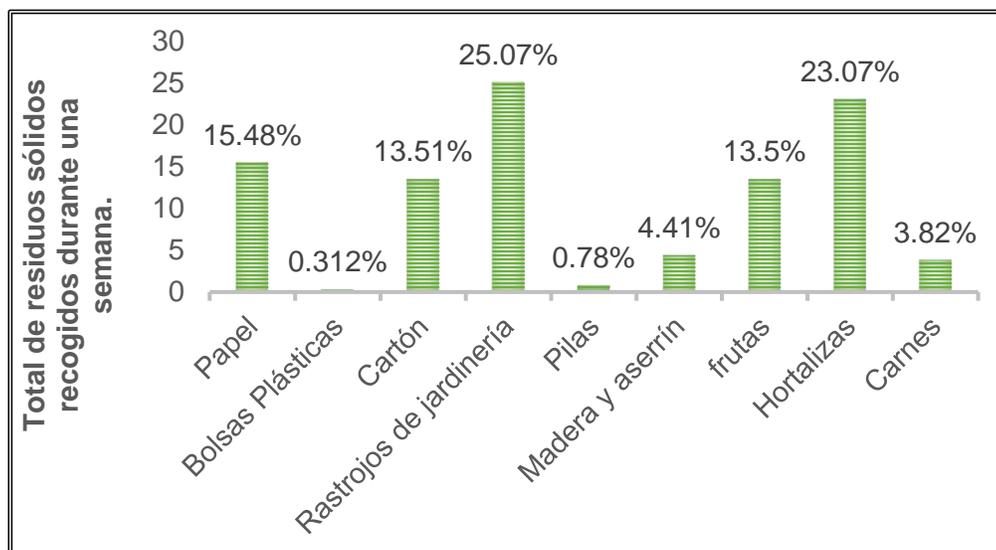


Figura 4. Total de residuos sólidos domiciliarios, recogidos durante 7 días

Para la presente investigación se utilizó todos los residuos orgánicos como frutas, hortalizas y carnes, y también se incluyó los rastrojos de jardinería para elaborar biofertilizantes.

Tabla 05. Cantidad de residuos sólidos orgánicos utilizados para la elaboración de biofertilizantes

Tipo de Residuos Sólidos	Kg	%
Rastrojos de jardinería	97,8	38,38
frutas	52,1	20,45
Hortalizas	90,0	35,32
Carnes	14,9	5,85
Total	254.8	100%

Fuente: Elaboración propia.

El mayor porcentaje obtenido son los rastrojos de jardinería, ya que la mayoría de los pobladores, tienen en casa un jardín o corral donde siembran plantas de diferentes especies, ya sea ornamentales o de pan llevar y es por eso que se

recolecta muchos residuos de este tipo, y servirían como materia prima para la elaboración de compost.

Diseñar una compostera para la elaboración del biofertilizante

Para la elaboración se diseñó un área de segregación que tiene como ejemplo la planta de segregación de la empresa edil de Santiago de Surco en la ciudad de Lima. Cuyo objetivo principal es segregar y reutilizar los residuos sólidos que se generan en San Andrés, Pisco. (Villar, 2012).

A continuación, nos detalla las características de la planta de tratamiento.

El área de segregación aproximadamente tiene un área de 27 m², para esta área se tuvo en cuenta el aproximado de la cantidad o volumen que se recogen diariamente los residuos sólidos domiciliarios.

El lugar de segregación en su interior debe tener:

- Mesa de segregación.
- Área para el almacenamiento temporal, para bolsas de desechos, procedentes de los basureros o cilindros recolectores, oficinas, aulas y pasillos.
- Área de almacenamiento temporal, para bolsas de desechos, ya segregados y preparadas para ser llevadas a los lugares de reciclaje o lugares de acopio.

Un ambiente de segregación debe contar con los siguientes materiales:

- Ladrillos y cemento. Estos se utilizan para revertir el perímetro del área de segregación, es conveniente que el piso sea de cemento. La altura debe ser de 1.5 metros para tener buena ventilación en la periferia.
- Listones de madera de 4 – 1 y longitud de 100 (2.5 metros) que van a servir como columnas para el techo.
- Malla que se utilizara para tapar las zonas entre el muro y el techo, para darle ventilación al ambiente, y también para que los roedores no ingresen.

- El techo podría ser de policarbonato u otro material para que pueda ayudar a tapar la luz solar.

Dentro de la planta de segregación, es necesario implementar una zona para la acumulación transitoria para las bolsas de desechos provenientes de la recolección de la basura, y también de las bolsas de los residuos ya segregados, que después serán llevados a su destino final, al lugar de acopio y posteriormente a la zona de reciclaje.

Dentro de toda planta de segregación siempre se debe contar con una mesa de segregación, el área de la mesa debe estar protegida por madera ya que es un material resistente y fuerte para dicho trabajo, además evita que los desechos sólidos dejados en la mesa se caigan, o sean esparcidos por efecto del viento. (Zeta y otros, 2013)

Las dimensiones de la mesa deben ser ergonómicas, para evitar que el trabajo sea sofocado. Es de gran importancia que se tenga un buen diseño para la mesa de segregación ya que esta puede agilizar el proceso de segregación y/o selección.

Toda planta de residuos sólidos debe de contar con tachos de basura ya sea de plásticos o cilindros de una dimensión de 80 cm de altura, estos se utilizarán para seleccionar o segregar la basura, estos recipientes tendrán una bolsa en su interior.

Los residuos sólidos comerciales deben tener una zona especial o un almacén, ya que estos residuos estarán en forma temporal, ya que estarán puestos a la venta. Estos residuos deben estar en un ambiente protegido para que la lluvia o humedad no los malogre o se produzca el lixiviado a estos residuos.

Planta de compostaje.

Objetivo. Elaborar compost a través de los residuos orgánicos producidos en el distrito de Querocoto, con el objetivo de aprovechar al máximo estos residuos y

que sirvan como fertilizante orgánico, libre de químicos para las áreas verdes y jardines del distrito. El compostaje es la transformación de la descomposición aeróbica de material orgánico para finalmente producir material estable parecido al humus. (Lovo, 2008)

Caracterización de residuos.

Para poder diseñar una planta de compostaje, previamente hay que caracterizar los desechos, que tipos de residuos se van a aprovechar para elaborar la planta. Es vital que antes de proyectar una planta de compostaje, primero se realice la caracterización de los desechos que se van a utilizar de acuerdo a los componentes que dañan el proceso, es necesario contemplar la magnitud que se pone, la estacionalidad de éstos y la frecuencia con que se alcanzarán, esto facilitará estipular el tipo y tamaño de la planta de compostaje (OPS, 1999)

En el distrito de Querocoto, se cuenta en mayor cantidad los residuos de desechos orgánicos producto de las viviendas y también de los árboles y las plantas como las hojarascas, flores, ramas, etc.; los cuales se pueden aprovechar para hacer abono orgánico.

Áreas de compostaje:

Según lo que indica la Organización Panamericana para la Salud “que las áreas de compostaje conviene ubicarse en las partes altas de una finca, es preciso que tenga una inclinación mayor al 1% hacia las alturas menores del terreno para poder sacar las aguas de lluvias y también los lixiviados que se formen en el proceso. Y si existen aguas superficiales, es preciso impermeabilizar la superficie para evitar la contaminación del suelo” (OPS, 1999).

En el presente plan se está proponiendo que la planta de compostaje debe tener 42,0 m² y que debe estar en la parte alta y lejos de la ciudad, esta planta contiene un almacén de residuos orgánicos de 3,5 x 2,5 m, donde estarán los residuos

orgánicos que son recogidos diariamente, también contendrá un área para 4 pilas en donde se procesará el compost, cada pila tiene un área de 1,5 x 2,5m; asimismo se tiene un área para el material ya compostado que tiene un área de 3,5 x 2,5 m; y que después servirá como abono orgánico para fertilizar las áreas verdes y jardines.

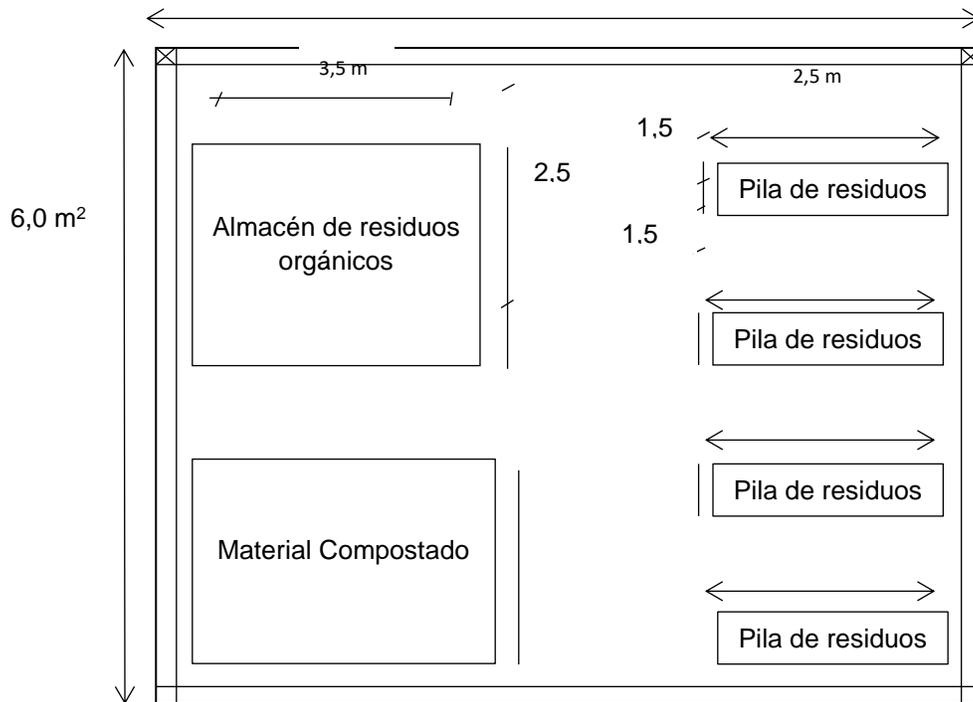


Figura 5. Diseño de la planta de compostaje

Selección de materia prima y maduración.

Después que se ha seleccionado los residuos orgánicos, para preparar el compost, se procede a mineralizar la materia prima que es parte del desarrollo. Para llevar a cabo este procedimiento es necesario madurar el material o mejor dicho reducirlo en partículas sumamente pequeñas, todo esto se realiza en una estructura tipo pila (cuyas dimensiones son de 2,50 x 1.50 m²), para acumular los ácidos débiles (incluido el ácido carbónico) con la finalidad que se disuelva en forma más fácil la materia que se va a utilizar. Otro punto importante que se debe indicar es que no se debe colocar agua.

Maduración.

El compuesto debe ser homogéneo y debe estar bien cerrado. Su maduración tiene un periodo de 70 días y cada 20 días se debe remover la mezcla, para que pueda estar homogénea el producto. Hay que resaltar que en la mezcla o compuesto se reduce el peso, ya que el proceso de maduración convierte la materia en energía y tendrá los elementos minerales disponibles.

Fases del proceso de compostaje.

Según Morales (2013), las fases del proceso de compostaje son 3.

Fase 1. Se realiza la digestión de los carbohidratos y sacáridos de bajo peso molecular por las bacterias vivientes. En esta etapa la temperatura llega a 35 °C y un pH ácido de (4,5 y 5,5). Conforme aumenta la acción de las bacterias la temperatura se eleva a 65 °C.

Fase 2. En esta fase se descomponen las proteínas y carbohidratos superiores, por la proliferación de las bacterias termofílicas. El pH aumenta por el almacenamiento de amoníaco y el aumento de la temperatura originando el proceso de pasteurización del material.

Fase 3. Última fase, disminuye la actividad de los microorganismos, la temperatura baja generando el equilibrio del compost. En esta fase se genera la segunda parte de la digestión de la celulosa y la descomposición de la mayor parte del material orgánico del residuo dispuesto.

Componentes que impiden el curso del compostaje.

El manejo del procedimiento es fundamental para la obtención de un buen compost, para esto es importante generar los medios para que los microorganismos tengan un ambiente perfecto para incrementarse. La presencia de oxígeno, temperatura, agua y una alimentación perfecta es importante para el desarrollo de los microorganismos aeróbicos. A esto se le suma el factor pH,

fuentes energéticas de fácil solubilización y la zona de contacto que fomentan la incremento de los microorganismos. (Soto y Núñez, 2015).

a. Relación carbono / nitrógeno (C/N).

Es importante la relación carbono – nitrógeno para la elaboración del compost, ya que el carbono es fuente de energía y el nitrógeno es útil para el desarrollo y funcionamiento celular de las bacterias. (Richard, 1992).

Hay que tener presente que, si existe una alta relación entre estos dos elementos, se retarda el proceso, y si es lo contrario obstruye la descomposición, lo ideal es una relación de 30/1 indispensable para el incremento de las bacterias. (Soto y muños, 2002).

La materia prima que es verde y húmeda como son las hojas, flores, césped, despojos de frutas y verduras, contienen alto contenido de nitrógeno donde la relación de C/N es más baja. (Richard, 1992).

b. Temperatura.

La temperatura es un indicador, ya que la acción inicia a temperatura natural, pero como transcurre la labor microbiana esta puede llegar alcanzar niveles de 55 y 60 °C, y este proceso se le conoce como termófila, porque es útil para la expulsión de agentes patógenos y semillas de hierbas indeseadas. (CEMPRE, 1998).

Fuentes (2000) en el proceso de fermentación la temperatura debe mantenerse a 35 y 60 °C para mantener las características que limitar el crecimiento de los agentes patógenos, parásitos y semillas de hierbas indeseadas.

c. Humedad.

Es importante para que el proceso tenga éxito, la humedad idónea debe estar entre 50 y 80 %, que servirá para el incremento de las bacterias descomponedores. (Brutti, 2001).

d. pH.

Sirve como parámetro de control. Los residuos sólidos frescos son ligeramente alcalinos entre 6 y 7, cuando empieza el proceso de compostaje la reacción debe disminuir a un rango de 4,5 y 5,5, pero como la temperatura va en aumento debe llegar entre 8 y 9, y al terminar el proceso el pH debe tener un valor neutro. (Morales, 2003).

e. Aireación.

Es importante para generar oxígeno a las bacterias, ya que estas pueden mantener los desechos orgánicos. Esta fase se puede conseguir por medio del método del volteo periódico o la inclusión de tubos perforados en las pilas del compost. La aireación forzada es una técnica importante, impulsada por una bomba por intermedio de tubos, pero puede tener problemas ya que esta puede perder calor y puede producir un gasto innecesario de energía. (Santibáñez, 2002).

f. Granulometría.

Soto y Núñez (2002) la superficie de contacto es afectado por el tamaño de las partículas. Podemos decir que las partículas muy diminutas impiden la respiración (fluyo aire) sin lograr la descomposición.

Las partículas diminutas aumentan la actividad microbiana, facilitando de manera más rápida la descomposición de la materia.



Figura 6. Flujo grama del proceso de compostaje.

Fuente: Elaboración propia

Pasos para la obtención del biofertilizante.

1. Fosa de 4 x 4 x1.5 m.
2. Colocar residuos de vegetales, rastrojos de preferencia picados, constituyendo una capa de 20 cm de espesor.
3. Colocar palos de madera de 10 cm de espesor, en posición vertical, y serán retiradas dentro de 2 o 3 días, para formar agujeros para darle una buena aireación a la pila del material.
4. Esparcir rastrojos hasta alcanzar la humedad adecuada.
5. Regar excretas en forma adecuada, sobre la masa de rastrojos, alcanzando una capa de 10 cm.
6. Colocar una capa fina de cal uniformemente.
7. Humedecer ligeramente hasta adecuar la posición de las excretas y la cal.
8. Repetir el proceso hasta tener una pila de compost con capas sustitutas hasta llegar a una altura de 1.0 o 1.5 m.
9. Remover los materiales cuando la temperatura ha descendido y se encuentre estable.
10. Remover los materiales en forma adecuada de arriba hacia abajo, regulando la humedad y aireación para facilitar el proceso de descomposición.
11. Por último, se observa que el material se ha descompuesto por completo, las emisiones de gas y la temperatura se encuentra estable.
12. El abono está listo para su utilización.

Según la FAO (2015) el rango de relación C/N es de 13 -17 y el compost elaborado en esta investigación es de 17.4, estando dentro del rango establecido, así mismo otro factor importante que hay que tener en cuenta es la humedad y esta debe de estar dentro de los rangos de 40 a 45% y la humedad del compost preparado es de 40%; el carbono orgánico óptimo es de 14 -30% y el compost preparado fue de 8% lo cual indica que no figura dentro del rango establecido.

Tabla 06. *Composición química del compost*

Código de la muestra	pH (1:1)	CE (1:1)	C.O %	M.O %	N %	C/N	P₂O₅ %	K₂O %	Ca O %	Mg O %	Humedad %
Compost	7.22	26.84	8.00	13.80	0.46	17.4	0.38	0.02	3.90	0.95	40.15

Fuente: Informe del laboratorio CYSAG.

El nitrógeno obtenido en el compost preparado en esta investigación fue de 0.46, el fósforo como P₂O₅ fue de 0.38%, y el potasio como K₂O fue de 0.02% y el calcio como Ca O fue de 3.90% encontrándose dentro del rango óptimo.

V. DISCUSIÓN

Los problemas más grandes que tiene nuestro país es la generación de residuos sólidos, ya sean domiciliarios, industriales, hospitalarios, entre otros. Estos no tienen una debida disposición final, en muchas municipalidades los llevan a botaderos, donde se acumulan estos desechos generando otro problema como es la contaminación.

La presente investigación busca dar una solución a dicho problema, reutilizando estos desechos domiciliarios en la elaboración de biofertilizante, y para ello se realizó una planta de compostaje. En primer lugar, se recolecto, peso y clasificó los residuos sólidos domiciliarios de 30 familias en la comunidad en un lapso de 7 días, y se encontró que los residuos domiciliarios con el porcentaje más alto obtenido son los rastrojos de jardinería con 25.07%, le sigue las hortalizas con 23.07%, y el papel con 15.48%, el cartón 13.51% y las frutas con 13.35%.

Estos resultados nos indican que el desecho sólido que más botan los pobladores del sector Tres Cruces de la comunidad del Rocoto del distrito de Querocoto Son los rastrojos de jardinería, esto se explica que los pobladores cuentan en sus domicilios con jardines, solares o los llamados corrales. Ellos no aprovechan dichos desechos de jardinería, que lo podrían utilizar para preparar compost o biofertilizante.

Landeras (2007) hizo un trabajo de investigación en la ciudad de Trujillo, sobre bioabono orgánico, encontrando que la producción per cápita de residuos se encuentra entre 0,3874 a 0,9753 kg/día. Y en relación a la materia orgánica el promedio fue de 74,84 % del total de los desechos de la ciudad de Trujillo.

Se diseñó y realizó una planta de compostaje, este lugar de segregación, tuvo un área aproximada de 27 m², el área se diseñó, tomando en cuenta un aproximado de la cantidad o volumen que recogen diariamente de residuos domiciliarios.

La zona de segregación contó en su interior con una mesa de segregación, un área de disposición provisional para las bolsas de residuos provenientes de los basureros o cilindros, de las aulas, pasillos y oficinas, además se contó con un área de

almacenamiento provisional para las bolsas de desechos sólidos ya segregados y listas para ser trasladadas a los lugares de reciclaje o centro de acopio. El compostaje es una tecnología sencilla y económica que sirve para aprovechar toda clase de desechos biodegradables, desechos de jardín o cocina, papeles e incluso excretas de animales, pudiendo emplearse en diferentes niveles. (Roben, 2002).

según la FAO (2015) el rango de relación C/N es de 13 -17 y el compost elaborado en esta investigación es de 17.4, estando dentro del rango establecido, así mismo otro factor importante que hay que tener en cuenta es la humedad y esta debe de estar dentro de los rangos de 40 a 45% y la humedad del compost preparado es de 40%; el carbono orgánico óptimo es de 14 -30% y el compost preparado fue de 8% lo cual indica que no figura dentro del rango establecido.

Se realizó el análisis del biofertilizante obtenido de los desechos y se obtuvo que los minerales como, el nitrógeno obtenido en el compost preparado de esta investigación fue de 0.46, el fósforo como $P_2 O_5$ fue de 0.38%, el potasio como $K_2 O$ fue de 0.02% y el calcio como $Ca O$ fue de 3.90% encontrándose dentro del rango óptimo.

Flores (2017) en su investigación preparo biofertilizante, y lo elaboró con las vísceras de las truchas, las molió y las mezclo y paso por hidrólisis enzimática con proteasa, y obtuvo que el contenido de nitrógeno fue de 12057 mg/L, fósforo 953 mg/L, y potasio, 4230 mg/L.

VI. CONCLUSIONES

1. Se caracterizó y clasificó los residuos sólidos domiciliarios a 30 familias del sector Tres Cruces de la comunidad del Rocoto del distrito de Querocoto de la provincia de Chota en un lapso de 7 días, en donde se encontró que los rastrojos de jardinería ocupan el primer lugar con 97.8 kg y le sigue hortalizas con 90 kg, el papel con 60.4 Kg, le sigue el cartón con 52.7Kg y frutas con 52.1kg.
2. El zona de segregación debe tener en su interior todas las áreas necesarias para poder realizar el proceso de compostaje, como mesa de segregación, un área de almacenamiento provisional para las bolsas de desechos procedentes de los basureros o cilindros para la basura, aulas, pasillos y oficinas, lugares de almacenamiento provisional para las bolsas de desechos sólidos ya segregadas y listas para ser trasladadas a los lugares de reciclaje o centro de acopio.
3. La composición química del compost, preparado con los residuos sólidos domiciliarios y rastrojos de jardinería, fue que la relación C/N fue de 17.4 y se encuentra dentro del rango ideal ya que según la FAO (2015) es de 13 -17 y la humedad, según la misma FAO debe de estar dentro de los rangos de 40 a 45% y la humedad del compost reparado es de 40%, el carbono orgánico CO el óptimo es de 14 -30% y el compost preparado fue de 8% lo cual indica que no figura dentro del rango establecido por la FAO (2015).

VII. RECOMENDACIONES

1. Capacitar a los pobladores para que reutilicen sus residuos sólidos domiciliarios, ya que dichos residuos los pueden reutilizar preparando compost, que es un fertilizante natural, ecológico amigable con el ambiente y económico.
2. La municipalidad debería dar más énfasis a los residuos sólidos domiciliarios, ya que los depositan al botadero, fomentando la contaminación, el mal olor y hay pobladores que viven cerca del botadero y ellos reciben y perciben los malos olores y la contaminación.
3. Asimismo, la municipalidad debería también educar a los pobladores para que aprendan a segregar sus desechos sólidos, ya que ellos los mezclan y a la hora de la clasificación es más dificultoso la selección de estos residuos.
4. Los restos de vegetales y residuos de cocina, deben ser picados lo más fino posible, para conseguir un menor tamaño de partículas con la finalidad de agilizar el proceso de descomposición en el compostaje.
5. Se debe impermeabilizar el fondo de la poza para evitar la infiltración de los lixiviados generados durante el proceso de compostaje.
6. La Municipalidad de Querocoto debería realizar alianzas estratégicas con otras organizaciones ya sean públicas o privadas para implementar una planta de compostaje, para poder reutilizar los residuos sólidos domiciliarios.

REFERENCIAS

ALVARADO, Tatiana, HERNÁNDEZ, Alba. Revisión de alternativas sostenibles para el aprovechamiento del orujo de naranja [en línea]. 2018, volumen 5, n°2. [Citado el: 15 de junio de 2019]. Disponible en: <http://revistas.sena.edu.co/index.php/recia/article/view/1393/1903>

CABRERA Córdova, Víctor; ROSSI, Luna, 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 Ambiental]. Lima. Universidad Nacional Agraria La Molina, 2016. Disponible en: <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2251/Q70-C32-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CASTRO, Gustavo, DAZA, Martha y MARMOLEJO, Luis. Evaluación de la adecuación de humedad en el compostaje de biorresiduos de origen municipal en la Planta de Manejo de Residuos Sólidos (PMRS) del Municipio de Versalles, Valle del Cauca” [en línea]. 2016. [Citado el: 20 de junio de 2019]. Disponible en: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/53672>

FLORES, Dante. (2001). Guía práctica N°2 para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos [en línea]. Ecuador. Marzo de 2001. [Citado el: 12 de abril de 2019]. Disponible en: <http://rfd.org.ec/biblioteca/pdfs/LG-056.pdf>

GALLARDO, Minaya, Kelsy. Obtención de compost a partir de residuos orgánicos impermeabilizados con geomembrana. Tesis [Maestría]. Moquegua. Concejo Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica. Disponible en: https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UUNI_7a7140a075a89f32c449dd33599a3ec5/Description#tabnav

JARAMILLO, Henao, Gladys, ZAPATA, Márquez, Liliana. Aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos en Colombia. Tesis [Maestría en biotecnología]. Colombia. Universidad de Antioquia, 2008. Disponible en:

<http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/45/1/AprovechamientoRSOUenColombia.pdf>

LLERENA, Ramos, Luis; MAYORGA, Ruíz, Esther. Aceleración y descomposición de sustratos orgánicos en la elaboración de compost mediante el uso de diferentes sustancias (azúcar, melaza, caña de azúcar)". Tesis [Ingeniero Agrónomo]. Ecuador. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2016. Disponible en: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1643>

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA [en línea]. América Latina y el Caribe, 2015. [Citado el: 08 de agosto de 2019]. Disponible en: <http://www.fao.org/family-farming/detail/es/c/339921/>

PEÑA, Turruela, Elizabeth, CARRIÓN, Ramírez, Mirian; MARTINEZ, Francisco; y CAMPANIONI, Concepción Nelso. Manual de abonos orgánicos [en línea]. Cuba, 2002. [Citado el: 08 de agosto de 2019]. Disponible en: http://redmujeres.org/wp-content/uploads/2019/01/manual_abonos_agricultura_urbana.pdf

RAMOS, David, TERRY, Elein. Generalidades de los abonos orgánicos: importancia del Bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas [en línea]. Cuba, octubre - diciembre de 2014. [Citado el: 10 de agosto de 2019]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000400007

UTTA, Ana; GUELERO, Valle, Mariana. Resíduos sólidos orgánicos na construção de composteira em uma escola pública em São Luís, Maranhão, Brasil [en línea]. Brasil, 2008. [Citado el: 08 de agosto de 2019]. Disponible en: file:///C:/Users/usuario/Downloads/Residuos_solidos_organicos_na_construcao_de_compos.pdf

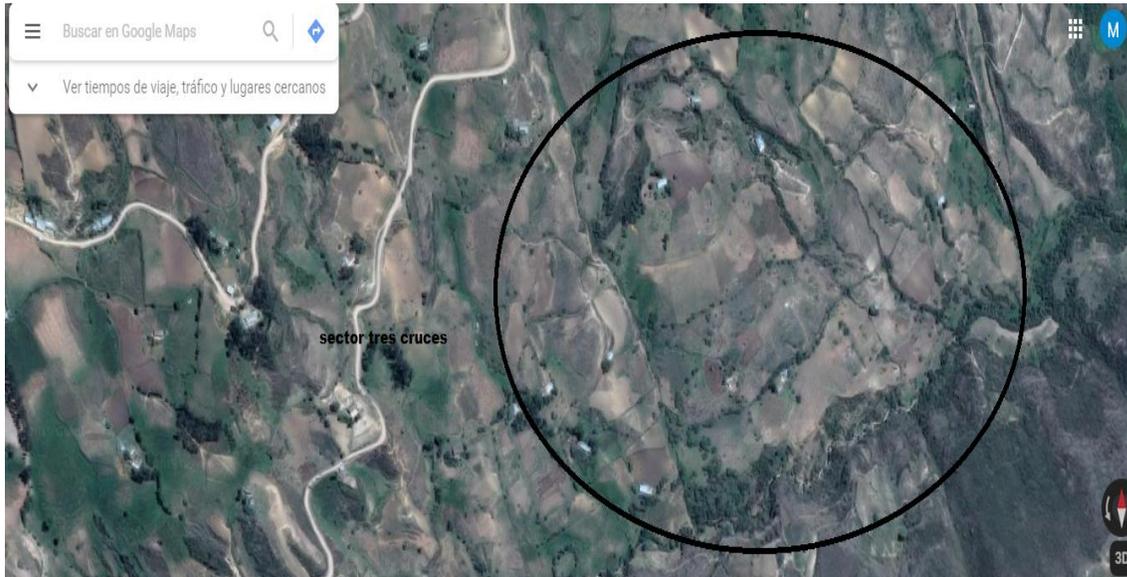
ANEXOS

Anexo 01. Matriz de operacionalización de variables

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Indicadores	Escala de medición	
VARIABLE INDEPENDIENTE Biofertilizante.	Es un abono orgánico natural de color café oscuro, de olor y apariencia como el de la tierra, útil para la agricultura y jardinería, es obtenido mediante un proceso controlado de degradación de material orgánico, a través de un proceso biológico, la materia prima puede ser, restos de comida, frutas, verduras, de podas, pasto, hojas, etc.). Zeballos (2012).	Humedad, nitrógeno, fósforo, potasio, ácidos húmicos, pH, carbono orgánico, calcio, magnesio, sodio, cobre, hierro y manganeso.	- 40 - 45 %	- Nominal.	
			- 1.5 - 2 %		
			- 2 - 2.5 %		
			- 1 – 1.5 %		
			Relación C/N 10 – 11		
			2.5 - 3 %		
			6.8 - 7.2		
			14 - 30 %		
			2 - 8 %		
			1 - 2.5 %		
VARIABLE DEPENDIENTE Desechos orgánicos domésticos.	Son los residuos que provienen de la eliminación de las actividades domésticas, de los productos que se consumen, de sus envases, embalajes o empaques; los residuos que provienen de cualquier otra actividad dentro de establecimientos o en la vía pública que genere residuos con características domiciliarias. (Diario oficial federación, 2015)	Recolección de materia orgánica. Clasificación de materia orgánica.	Kg	- Nominal.	
					0.02 %
					0.05 %
					0.02 %
					0.06 %

Fuente: Elaboración propia.

Anexo 02. Instrumentos de recolección de datos



Fuente: Google earth



Acopiamiento de material orgánico para realizar el proceso de compostaje.



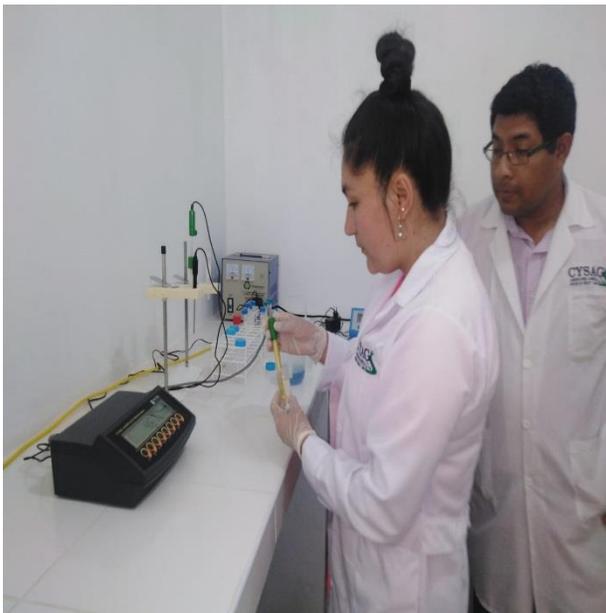
Obtención del biofertilizante.



Realizando las muestras de laboratorio de los compuestos orgánicos.



Realizando las muestras de laboratorio de los compuestos orgánicos desde otro ángulo.



Analizando el pH de los compuestos orgánicos.



Guardando las muestras de los residuos orgánicos para su análisis final.



Utilización de reactivos químicos para conocer la capacidad de reacción en los compuestos orgánicos en el laboratorio acreditado.



Utilización del abono orgánico en plantas y hortalizas.

Anexo 03. Resultados de los análisis de los compuestos químicos para la obtención del biofertilizante en el laboratorio SYSAG.



RUC : 20561187488
 E-MAIL : cysagperu@hotmail.com
 RPM : #941882746
 DIRECCIÓN : Km 1.5, Carretera a Pimentel
 Mz L, lote 7, P.J Miguel Grau
 Entrada: Frente a la UCV.

INFORME DE LABORATORIO CYSAG N° 199-2019

Solicitud de análisis N° : 199
 Proyecto : Tesis.
 Solicitante : María Medall Tarrillo Jara
 Tipo de análisis : Nutrientes
 Procedencia de la muestra : Chota.
 Parcela, Coordenadas, Área : -----
 Fecha de recepción de muestras : 30.11.2019.
 Fecha de reporte de resultados : 05.12.2019.

RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO.

Codigo de Muestra (COMPOST)	pH (1:1)	CE (1:1) (ds/m)	C.O %	M.O %	N %	C/N	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	Humedad %
COMPOST	7.22	26.84	8.00	13.60	0.46	17.40	0.38	0.02	3.90	0.95	14.05