



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución- NoComercial-Compartirigual 2.5 Perú](http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/).

Vea una copia de esta licencia en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN - TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“EVALUACIÓN DEL COMPOSTAJE DOMICILIARIO COMO MODELO
DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA CIUDAD DE
MOYOBAMBA, 2015”**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Bach. Elías Rafael Quiroz Bartra

ASESOR:

Ing. Angel Tuesta Casique

Código N° 06051015

Moyobamba - Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN-TARAPOTO

FACULTAD DE ECOLOGÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL



**“EVALUACIÓN DEL COMPOSTAJE DOMICILIARIO COMO MODELO DE
GESTIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA CIUDAD DE
MOYOBAMBA, 2015”**

Tesis para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

Bach. Elías Rafael Quiroz Bartra

Sustentada y aprobada ante el honorable jurado el día 29 de diciembre del 2017.

Declaratoria de autenticidad

.....
Ing. Alfonso ROJAS BARDALEZ

Presidente

.....
Ing. M.Sc. Gerardo CÁCERES BARDALEZ

Secretario

.....
Lic. M.Sc. Ronald JULCA URQUIZA

Miembro

.....
Ing. Ángel TUESTA CASIQUE

Asesor

Declaratoria de autenticidad

Elias Rafael Quiroz Bartra, identificado con DNI N° 46093093, bachiller de la Facultad de Ecología, de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto, con la tesis titulada **“Evaluación del compostaje domiciliario como modelo de gestión de los residuos orgánicos en la ciudad de Moyobamba, 2015”**

Declaro bajo juramento que:

1. La tesis presentada es de mi autoría.
2. He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
3. La tesis no ha sido auto plagiada; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presenten en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De considerar que el trabajo cuenta con una falta grave, como el hecho de contar con datos fraudulentos, demostrar indicios y plagio (al no citar la información con sus autores), plagio (al presentar información de otros trabajos como propios), falsificación (al presentar la información e ideas de otras personas de forma falsa), entre otros, asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto.

Moyobamba, 29 diciembre del 2018.


.....
Bach. Elias Rafael Quiroz Bartra
DNI N° 46093093



Formato de autorización NO EXCLUSIVA para la publicación de trabajos de investigación, conducentes a optar grados académicos y títulos profesionales en el Repositorio Digital de Tesis.

1. Datos del autor:

Apellidos y nombres:	Quiroz Buitra Elias Rafael	Teléfono:	933744241
Código de alumno :	085174	DNI:	46093093
Correo electrónico :	requiroz0430@gmail.com		

(En caso haya más autores, llenar un formulario por autor)

2. Datos Académicos

Facultad de:	Ecología
Escuela Profesional de:	Ingeniería Ambiental

3. Tipo de trabajo de investigación

Tesis	(X)	Trabajo de investigación	()
Trabajo de suficiencia profesional	()		

4. Datos del Trabajo de investigación

Título:	EVALUACIÓN DEL COMPOSTAJE DOMICILIARIO COMO MODELO DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS ORGÁNICOS EN LA CIUDAD DE MOYOBAMBA, 2015
Año de publicación:	2018

5. Tipo de Acceso al documento

Acceso público *	(X)	Embargo	()
Acceso restringido **	()		

Si el autor elige el tipo de acceso abierto o público, otorga a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, una licencia **No Exclusiva**, para publicar, conservar y sin modificar su contenido, pueda convertirla a cualquier formato de fichero, medio o soporte, siempre con fines de seguridad, preservación y difusión en el Repositorio de Tesis Digital. Respetando siempre los Derechos de Autor y Propiedad Intelectual de acuerdo y en el Marco de la Ley 822.

En caso que el autor elija la segunda opción, es necesario y obligatorio que indique el sustento correspondiente:

--

6. Originalidad del archivo digital.

Por el presente dejo constancia que el archivo digital que entrego a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, como parte del proceso conducente a obtener el título profesional o grado académico, es la versión final del trabajo de investigación sustentado y aprobado por el Jurado.

7. Otorgamiento de una licencia *CREATIVE COMMONS*

Para investigaciones que son de acceso abierto se les otorgó una licencia *Creative Commons*, con la finalidad de que cualquier usuario pueda acceder a la obra, bajo los términos que dicha licencia implica

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>

El autor, por medio de este documento, autoriza a la Universidad Nacional de San Martín - Tarapoto, publicar su trabajo de investigación en formato digital en el Repositorio Digital de Tesis, al cual se podrá acceder, preservar y difundir de forma libre y gratuita, de manera íntegra a todo el documento.

Según el inciso 12.2, del artículo 12° del Reglamento del Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales - RENATI "**Las universidades, instituciones y escuelas de educación superior tienen como obligación registrar todos los trabajos de investigación y proyectos, incluyendo los metadatos en sus repositorios institucionales precisando si son de acceso abierto o restringido, los cuales serán posteriormente recolectados por el Repositorio Digital RENATI, a través del Repositorio ALICIA**".


.....
Firma del Autor

8. Para ser llenado en la Oficina de Repositorio Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso Abierto de la UNSM – T.

Fecha de recepción del documento:

26 / 10 / 2018



.....
Firma del Responsable de Repositorio
Digital de Ciencia y Tecnología de Acceso
Abierto de la UNSM – T.

***Acceso abierto:** uso lícito que confiere un titular de derechos de propiedad intelectual a cualquier persona, para que pueda acceder de manera inmediata y gratuita a una obra, datos procesados o estadísticas de monitoreo, sin necesidad de registro, suscripción, ni pago, estando autorizada a leerla, descargarla, reproducirla, distribuirla, imprimirla, buscarla y enlazar textos completos (Reglamento de la Ley No 30035).

** **Acceso restringido:** el documento no se visualizará en el Repositorio.

DEDICATORIA

A Dios por brindarme sabiduría, salud y fuerza para poder sobresalir y superarme día a día en este mundo adverso.

A mi querida madre, por su apoyo incondicional en el transcurso de mi existencia y en cada una de las etapas que me tocó vivir; quien por sus sabios consejos y sus palabras de aliento fueron la base para mi formación de lo que soy y lo que espero llegar a ser como futuro profesional de éxito, con todo el amor de su hijo que los quiere y adora.

Elías Rafael.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por bendecirme, darme la vida y darme fuerzas necesarias para llegar hasta donde he llegado, a mis abuelos que se encuentran en el cielo y que desde ahí me iluminan cada día.

Agradezco de manera especial a mis padres; a ellos que me brindaron la oportunidad de vivir, de crecer con ellos, de desarrollarme como persona y por brindarme su confianza y amor.

Al Ing. Ángel Tuesta Casique asesor de este presente trabajo de investigación y a la plana docente de la Facultad de Ecología de la Universidad Nacional de San Martín – Tarapoto por impartir sus conocimientos y brindarnos su apoyo incondicional durante todo el periodo de formación profesional.

A los amigos y conocidos que fui conociendo en el transcurso de mi vida universitaria con los cuales compartimos momentos y experiencias juntos.

Elías Rafael.

ÍNDICE

	Pág.
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	2
1.1. Antecedentes de la investigación	2
1.2. Bases Teóricas	8
1.2.1. Manejo y gestión de residuos sólidos	8
1.2.2. Características de los residuos sólidos según su origen	11
1.2.3. Tratamiento de los residuos sólidos mediante compostaje	12
1.2.4. Abonos Orgánicos:	17
1.2.5. Marco legal	18
1.3. Definición de términos básicos	20
CAPITULO II	25
MATERIAL Y MÉTODOS	25
2.1. Materiales	25
2.2. Técnicas de recolección de datos	26
2.3. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	28
CAPITULO III	31
RESULTADOS	31
3.1. Caracterización de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios (RSOD) generados en la comuna.	31

3.2. Grado de apropiación de la práctica del compostaje domiciliario por los vecinos.	34
3.3. Determinar la calidad agrícola del compost obtenido y recomendar potenciales aplicaciones.	41
3.4. Discusión	42
CONCLUSIONES	45
RECOMENDACIONES	46
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
ANEXOS	49
Anexo 01: Formato de encuesta domiciliaria	49
Anexo 02: Formato de caracterización de residuos sólidos orgánicos.	53
Anexo 03: Formato de registro de datos	54
Anexo 04: Imágenes del proceso de caracterización	55

RESUMEN

La presente investigación denominada “Evaluación del compostaje domiciliario como modelo de gestión de los residuos orgánicos en la Ciudad de Moyobamba, 2015” trata de determinar la satisfacción de la población respecto al uso de las composteras, así como el grado de eficiencia de las mismas en la producción de compost y la disminución de residuos sólidos para su disposición final la cual llega a las conclusiones siguientes:

- ❖ La cantidad de residuos sólidos pesado en total durante los 7 días de 20 viviendas en el sector Tipinillo de la ciudad de Moyobamba es de 703.27 kg, teniendo 23 tipos de residuos sólidos orgánicos domésticos, el que tiene mayor cantidad es la cascara de plátano con 18.33%. seguido por la hoja de bijao con un 10.30% y en menor cantidad es de hoja de lechuga con un 1.50%.
- ❖ El grado de apropiación de la práctica del compostaje domiciliario por los vecinos del sector Tipinillo es de 93.7%, ya que con ello puede obtener tierra, disminuir su basura y para mejorar sus cultivos (de flores y hortalizas), indicando lo que les falta para poder realizar esta actividad capacitación técnica en el manejo de las composteras.
- ❖ Los resultados nos indican que el compost obtenido es de buena calidad para cultivos, el pH que esta entre 5.89 a 6.96 se puede recomendar para diferentes cultivos, ya que la mayoría de los nutrientes son asimilados por las plantas si el suelo mantiene un rango de pH de 5.0 a 6.5 (ECOHORTUM, 2017), se puede recomendar para el cultivo de todo tipo de hortalizas, de flores en jardines, para abono en plantas frutales y otros. Al igual se puede recomendar compost obtenido como abono para cultivos como café, maíz, plátano y otros, por el contenido de NPK que contienen.

Palabras clave: compostaje, residuos, composteras, hortalizas.

ABSTRACT

The following research titled as “Evaluation of the domiciliary composting like model of management of the organic waste in the City of Moyobamba, 2015” tries to determine the satisfaction of the population with regard to the use of the composters, as well as what the degree of efficiency of the same in the production of compost and the reduction de solid waste for its final disposal which reaches the following conclusion:

- ❖ The total amount of solid waste during 7 days Of 20 homes in Tipinillo sector of the city of Moyobamba is 703.27 kg, having 23 types of domestic solid organic waste, the one with the largest amount is the banana peel with 18.33% followed by the leaf of bijao with a 10.30% and in smaller quantity it is of leaf of lettuce with a 1.50%.
- ❖ The degree of appropriation of the practice of home composting by the residents of Tipinillo sector is 93.7%, since it can obtain land, reduce their waste and improve their crops (flowers and vegetables), indicating what they lack in order to carry out this activity, technical training in composting management.
- ❖ The results indicate that the compost obtained is of good quality for crops, the pH that is between 5.89 to 6.96 can be recommended for different crops, since most of the nutrients are assimilated by the plants if the soil maintains a range of pH of 5.0 to 6.5 (ECOHORTUM, 2017), can be recommended for the cultivation of all types of vegetables, flowers in gardens, for fertilizer for in fruit plants and others. Likewise, compost obtained as fertilizer for crops such as coffee, corn, banana and others can be recommended for the content of NPK they contain.

Keywords: Composting, waste, composters, vegetables.



INTRODUCCIÓN

El boom demográfico actual y el incremento de las sociedades urbanas hoy en día significan una gran cantidad de demanda de productos de primera necesidad, que a la vez suponen una la generación de una gran cantidad de residuos sólidos, los miso que a la fecha son unas de las principales debilidades en la gestión de los municipios a nivel nacional y de la región sudamericana ya que no se satisface la demanda de recolección de residuos sólidos que tiene la población, a la que se suma la inexistencia de infraestructura adecuada para la disposición final de los mismos, sin que aquello signifique amenazas a la integridad de la salud de las poblaciones locales y la degradación de los ecosistemas, siendo en nuestro país que entre el 90- 95% de los residuos sólidos que se generan van a parar a los llamados botaderos. Ante tal situación se debe de tratar de disminuir de las diversas formas posibles con la ayuda de una serie de políticas, planes, programas la cantidad de residuos sólidos para disposición final, siendo esta la última opción, cuando se han descartado todas las demás posibles como el reciclaje, rehúso, incineración controlada, y en el caso de los residuos orgánicos, la utilización de estos para la realización de abono orgánico mediante el compostaje el cual puede ser utilizado en la fertilización de diversos cultivos, en especial de aquellos de crecimiento rápido tales como verduras, hortalizas, algunas frutas, etc.

De los antes mencionado se puede plantear la siguiente interrogante: ¿Cuál es la aceptación del modelo de compostaje domiciliario para tratar sus residuos sólidos orgánicos domiciliarios de la Ciudad Moyobamba?

Para resolver tal interrogante se plantearon los siguientes objetivos específicos

- Cuantificar y caracterizar los RSOD generados en la comuna.
- Evaluar el grado de apropiación de la práctica del compostaje domiciliario por los vecinos.
- Determinar la calidad agrícola del compost obtenido y recomendar potenciales aplicaciones

Es así que se desarrolló tal investigación y cuyo producto final está plasmado el presente documento, el mismo que está estructurado en tres capítulos, en el cual primero va la revisión de antecedentes y bases teóricas, en el capítulo dos están plasmados lo referido al aspecto metodológico y en tercer capítulo los resultados a los que se llegaron al desarrollo la presente investigación.

CAPÍTULO I

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. Antecedentes de la investigación

A. Internacionales

Storino (2017) en la investigación doctoral “Compostaje descentralizado de residuos orgánicos domiciliario a pequeña escala: estudio del proceso y del producto obtenido” concluye que:

- La presencia de restos de alimentos cárnicos entre los materiales orgánicos compostados a nivel doméstico ha tenido efectos positivos sobre el desarrollo del proceso, favoreciendo mayores temperaturas y una estabilización más precoz del compost. En general, el compost doméstico resultante de mezcla de restos cárnicos presentó una mejor calidad con respecto al compost doméstico sólo vegetal, obteniendo un mayor nivel de humificación, mayor riqueza en elementos nutritivos y menor fitotoxicidad. La conductividad eléctrica, el pH del compost y la tasa de reducción de peso durante el proceso han sido mucho más afectados por la proporción de estructurante empleado en la mezcla inicial que por la dosis de restos cárnicos aportados, incluso aplicando un 15% del peso total de los restos orgánicos iniciales. Desde un punto de vista higiénico-sanitario, la presencia de restos cárnicos puede incrementar ligeramente los niveles de *Escherichia coli* en el compost final, sin alcanzar niveles que supongan riesgo para los usuarios. Las temperaturas alcanzadas y la mayor actividad biológica durante el proceso en composteras domésticas son suficientes para reducir la carga patógena en el compost. A la luz de los resultados obtenidos, resulta indispensable un correcto manejo de las composteras, con volteos suficientes, que aseguren que todo el material compostado sea sometido a condiciones óptimas de proceso.
- El estructurante se ha revelado como el factor de manejo clave para el correcto desarrollo técnico del compostaje. Las características físicas y mecánicas de diferentes estructurantes ensayados influyeron directamente sobre la actividad microbiana durante el proceso de compostaje. Además, las

distintas dinámicas de degradación del estructurante y de su incorporación en el compost final determinaron las diferencias de resultados observadas. Durante el ensayo de comparación de distintos estructurantes para compostaje doméstico en composteras se observaron diferencias en términos de actividad biológica de degradación de la materia orgánica afectando, de evolución de temperatura y humedad, de reducción de peso, de nitrógeno, de madurez del compost y de las principales características químico-físicas del compost. Los restos de poda triturados, tradicionalmente empleados como estructurante para el compostaje doméstico, ofrecieron las mejores prestaciones en término de desarrollo del proceso y madurez del compost obtenido.

- El compost doméstico para su utilización en agricultura y jardinería. Como fertilizante, con compost doméstico aplicado a dosis muy bajas se consiguieron producciones inferiores a las obtenidas con compost industriales o fertilizantes minerales. Por el contrario, a dosis elevadas de aplicación, los cultivos abonados con compost domésticos pueden llegar a superar el rendimiento de cultivos fertilizados con compost industrial o abono mineral, sin presentar reducción en las producciones. En consecuencia, es posible afirmar que el riesgo de una sobre fertilización con compost domésticos es menor que con los industriales o minerales. En espinacas y lechuga, la fertilización con compost doméstico ha permitido una menor acumulación de nitratos en hojas con respecto a compost industriales y fertilizantes minerales. A la luz de los resultados obtenidos en el ensayo de evaluación del compost doméstico como sustrato de cultivo, es posible afirmar que el compost HCC, debido a su menor salinidad, puede ser utilizado en mayor proporción respecto a otros compost industriales como ingrediente para la formulación de sustrato, sin presentar efectos negativos en los cultivos. En ambos ensayos, los restos cárnicos utilizados como ingredientes en algunos compost domésticos no afectaron negativamente al desarrollo de los cultivos.

Jara (2016) en la tesis para obtener el grado de doctor denominada “Oportunidades de valorización mediante compostaje de los residuos orgánicos de origen urbano y afines en Ecuador: propuesta de gestión para la provincia de Chimborazo” llega a las conclusiones siguientes:

- Los residuos sólidos urbanos de Chimborazo-Ecuador como materia prima para la potencial producción de compost presentan una elevada viabilidad gracias a la significativa concentración de nutrientes y a la baja concentración de metales pesados. Casi todas las muestras presentaron una alta biodegradabilidad potencial correlacionada con el contenido de materia orgánica total y de carbono hidrosoluble, incluyendo la muestra de lodo de la planta de tratamiento.
- Una mejora en la recolección separada de residuos de mercado y de poda de jardines municipales puede proporcionar flujos específicos limpios de residuos de materiales no degradables y con alta biodegradabilidad potencial. En este sentido se pueden considerar estrategias de compostaje sólo con los residuos de mercado, pero su compostaje con residuos de poda de jardines puede proporcionar mejores resultados en la provincia de Chimborazo.

Salamanca (2014) en la investigación “Estrategias para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la plaza de mercado de Fontibón, Bogotá D.C.” llega a las conclusiones siguientes en materia de compostaje:

- El separar muy bien los residuos en el origen (plaza de mercado de Fontibón) puede resultar muy favorable por cuanto uno de los requisitos para el éxito del proceso de compostaje es que estén limpios de contaminantes externos, de manera que proporcionen una buena cantidad y calidad de nutrientes en el producto y que finalmente sean catalogados como enmiendas orgánicas.
- El criterio de separación, aprovechamiento y valorización de a los RSO in situ: deben de estar dentro del marco de la educación ambiental, toda vez que es el individuo quien adquiere el conocimiento y desarrolla hábitos de conducta a la hora de adquirir conciencia, actitudes, aptitudes y participación en procura de prevenir, proteger y dar solución a manejo integral de los residuos sólidos y a los problemas ambientales que se generan en el lugar.
- Frente a la transformación de los RSO con el modelo de compostador urbano posiblemente no sea del todo sostenible desde el punto de vista financiero,

toda vez que lo que buscó la implementación de esta estrategia es lograr un cambio en la cultura de separación y aprovechamiento de los residuos, generando beneficios educativos, técnicos, económicos, sociales y ambientales.

- La viabilidad financiera y comercial futura del PMIRSO se deberá tener en cuenta los costos de separación en la fuente, recolección y transporte selectivo, adecuación y transformación in-situ, comercialización del producto (embalaje, etiquetado, transporte, etc.). Este análisis deberá ser desarrollado para un periodo mínimo de diez años y el sitio donde se instalará la infraestructura deberá ser compatible con los usos del suelo definidos en el Plan de Ordenamiento Territorial POT.

B. Nacionales

Mera (2017) en la investigación desarrollada en la ciudad de Lambayeque denominada “Restos de compost activado para el tratamiento de residuos orgánicos domiciliarios de la urbanización “Miraflores” en el centro de compostaje Lambayeque” concluye que:

- Con la técnica propuesta se logró tratar los residuos orgánicos domiciliarios satisfactoriamente y además que se obtuvo un compost de buena calidad. La mejor alternativa de porcentajes de materiales es de la pila 4B obtuvo mayor porcentaje de materia orgánica y relación carbono/ nitrógeno, esto quiere decir que al ser incorporado en el suelo va mejorar la estructura del mismo.
- Que la utilización de restos de compost activado es una buena alternativa debido a que se obtuvo un compost de buena calidad y además se consiguió el ahorro del recurso hídrico, la reutilización de los lixiviados evitando la contaminación del suelo (ya que el centro de compostaje colinda con una área de sembrío), aire (con los malos olores que genere los lixiviados al estar expuestos a la temperatura del ambiente) y agua (ya que contamos con una noria del cual también sirve como agua de consumo humano) a eso le sumamos la disminución que se obtuvo en cuanto al gasto económico que genera la compra de grandes cantidades de estiércol de animales

Collacci y Obregón (2015) en la investigación con la denominación "Determinación del potencial de uso de los residuos sólidos domiciliarios de la cooperativa Víctor Andrés Belaunde -Puente Piedra" cuyo propósito mejorar el manejo de los residuos sólidos de la comunidad, a través de la propuesta de implementación de programas de aprovechamiento de los residuos generados, contribuyendo así a mejorar la calidad de vida de sus pobladores, concluye que:

- El 65.22% de la producción de residuos lo constituye el material orgánico producto de los restos de comida y alimentos de la comunidad, por tanto, permite llevar a cabo el programa de elaboración de composta doméstica por que la cantidad de restos orgánicos disponibles constituye una fuente para la mejora de las áreas verdes del lugar de estudio.
- Con el uso de Jos residuos sólidos domiciliarios en la elaboración de compost, se disminuirá en nivel de la contaminación ambiental y aumentará el efecto sobre el mejoramiento y conservación de la salud en las personas de la zona de estudio.

Ortiz y Gonzales (2015). En la investigación denominada "Tratamiento de los residuos sólidos orgánicos del mercado central Virgen de Fátima Huaraz- Áncash, optimizando el proceso de compostaje" concluye que en materia de compostaje que:

- Al mejorar la estructura de la ruma se optimiza el proceso, no se encuentra malos olores, baja generación de lixiviados, ausencia de vectores y un menor 'tiempo de degradación; y se obtiene una buena calidad de compost.
- Debido a la alta cantidad de materia orgánica que se genera en el Mercado Central de Huaraz se debe iniciar un programa de recolección selectiva el cual permitirá reaprovechar los residuos mediante compostaje.
- Ventajas del compost frente a otros abonos comerciales. las ventajas del compost frente a otros abonos comerciales, son sin duda el contenido de nutrientes que están en forma balanceada, aunque en pocas cantidades, la

sustancia húmica, micronutrientes, capacidad de retener la humedad, enmendador y acondicionador del suelo, capacidad de aireación y del retomo de la materia orgánica a los suelos. Se requiere como microorganismos iniciadores del compostaje, la escoria de la cosecha del compost que es inóculo para el compostaje siguiente.

- En cuanto al proceso del compostaje, no se requiere de un personal altamente capacitado, puesto que lo principal es dar una buena estructura a la ruma y tener volteos frecuentes.

C. Locales

Vela y Velásquez (2003) realizaron la investigación (tesis) denominada: Manejo de Residuos Sólidos en la Ciudad de Moyobamba, finalmente concluyeron:

De los resultados obtenidos en campo, el porcentaje de materia orgánica de 73.58% son residuos municipales y 94.29% son procedentes de los mercados

Mendoza (2009) al realizar la investigación (tesis) denominada: Estudio comparativo de dos fuentes de generación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos de la ciudad de Moyobamba, concluye:

Que los resultados obtenidos en campo, de cada establecimiento de venta (fuentes de generación), mercado central y mercado Ayaymaman, coinciden tanto en el porcentaje de humedad, densidad, segregación física y otros parámetros; por otro lado, es importante señalar que el porcentaje de materia orgánica fluctúan en un 82% y 85% respectivamente, debido a que la mayor cantidad de residuos está conformada por frutas, verduras y restos de comidas.

Dávila (2013) realizó la investigación (tesis) denominado: Determinación de la Concentración de Nutrientes N, P, K, pH en los Residuos sólidos orgánicos selectivos provenientes del mercado Ayaymaman, mediante la Técnica del Compostaje, concluyo:

El análisis de las concentraciones de Materia orgánica, N, P, K, C.E. y pH del compost bien formado, proveniente de los sectores de generación de residuos sólidos orgánicos, se realizó en el Laboratorio de suelos, aguas y foliares de la Universidad Nacional de San Martín- Tarapoto. En las cuales, la materia orgánica

del sector comidas fue de 37.80 %, del sector fruta- verdura fue 25.80%, del sector jugos 39.60%, del testigo 19.60%; el Nitrógeno del sector comidas fue 1.89%, del sector frutas-verduras fue 1,29 %, del sector jugos 1,98% y el testigo fue 0.98 %. El fósforo en el sector comidas fue 0,02 %, del sector frutas-verduras 0.01%, del sector jugos 0.02 % y el testigo 0.01%. El Potasio del sector comidas fue 0.07 %, del sector frutas-verduras fue 0.07 %, del sector jugos fue 0.08 %, el testigo fue de 0.08 %.

La conductividad eléctrica (C.E.) del sector comidas fue 19.0, del sector frutas-verduras fue 12.43, del sector jugos fue 11.00 y del testigo 15.45.

1.2. Bases Teóricas

1.2.1. Manejo y gestión de residuos sólidos

En esta parte del curso vamos a hacer una definición y precisión de terminología que concierne a los residuos sólidos y es el uso del término “manejo de residuos sólidos” o el término “gestión de los residuos sólidos”, en las siguientes líneas haremos una explicación detallada de ambos términos. Toda actividad de carácter técnico - operativo en función de los residuos sólidos que involucre el manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final u otro procedimiento, desde la generación hasta la disposición final, se le denomina manejo.

En el reglamento de la Decreto Legislativo N° 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, establece en cuanto al manejo de residuos sólidos lo siguiente:

“El manejo de los residuos que realiza toda persona deberá ser sanitaria y ambientalmente adecuado de manera tal de prevenir impactos negativos y asegurar la protección de la salud; con sujeción a los lineamientos de política establecidos en la Ley”

Del párrafo podemos precisar que las municipalidades provinciales y distritales son responsables del manejo de los residuos sólidos en sus respectivas jurisdicciones, pudiendo estas contratar los servicios de EPS (Empresas Prestadoras de servicios) para facilitar una adecuada prestación. El

estado prioriza la prestación privada de los servicios de residuos sólidos, del ámbito de la gestión municipal y no municipal, bajo criterios empresariales y de sostenibilidad de la prestación, eficiencia, calidad, continuidad y la mayor cobertura de los servicios, así como de prevención de impactos sanitarios y ambientales negativos.

Guía para la Gestión y el Manejo de Residuos Sólidos Municipales – PROARCA (2003); se dice que:

- El mal manejo de los residuos sólidos tiene un impacto negativo en la salud de la población, en los ecosistemas y en la calidad de vida. Los impactos directos sobre la salud afectan principalmente a los recolectores y segregadores formales e informales.
- Estos impactos se agravan cuando los desechos peligrosos no se separan en el punto de origen y se mezclan con los desechos municipales, una práctica común en los países de la región. Algunos impactos indirectos se deben a que los residuos en sí y los estancamientos que causan cuando se acumulan en zanjas y en drenes, se transforman en reservorios de insectos y roedores. Los insectos y roedores son causantes de diversos tipos de enfermedades como el dengue, la leptospirosis, el parasitismo y las infecciones de la piel. Además, la quema de basura a cielo abierto, en el campo y en los botaderos aumenta los factores de riesgo de las enfermedades relacionadas con las vías respiratorias, incluido el cáncer.
- Los impactos al ambiente son la contaminación de los recursos hídricos, del aire, del suelo, de los ecosistemas tropicales diversos de Centroamérica y el deterioro del paisaje. La acumulación de residuos sólidos puede formar una barrera de contención del flujo del agua, lo que causaría inundaciones locales y, como consecuencia, la erosión y la pérdida de suelos fértiles. Además, los residuos acumulados atraen aves de rapiña y otros animales no deseables, y deteriora el valor estético de los hogares y de los paisajes.

CEPIS. (2003), Caracterización de Residuos Sólidos en Ciudades Pequeñas y Medianas.

En relación a generación de residuos sólidos considera que, todos los residuos sólidos no tienen las mismas características. El volumen y tipo de residuos que se generan en las ciudades pequeñas y poblados rurales pueden variar de comunidad en comunidad y son diferentes a los producidos en las grandes ciudades. Las características dependen de la actividad que los genera y es conveniente conocer el tipo el volumen de residuos que produce cada actividad para desarrollar métodos de manejo apropiados. La cantidad y características de los residuos sólidos domésticos dependen principalmente de los hábitos de consumo y de la actividad productiva que eventualmente desarrolle cada familia (por ejemplo, crianza de animales domésticos, jardinería, agricultura en pequeña escala, etc.

CEPIS. (2003) Análisis de las capacidades de gestión para el servicio.

Las Municipalidades tienen las competencias establecidas para realizar e implementar políticas de minimización en una función al manejo adecuado de sus residuos, obteniendo un manejo Ecoeficiente de los residuos sólidos.

Para que el Sistema de Gestión Integral de Residuos Sólidos Municipales, se desarrolle exitosamente se considera la planificación y la ejecución del sistema con eficiencia, ya que la Municipalidad no posee un manual de operaciones que planifique y brinde una respuesta adecuada al sistema de manejo de residuos hasta ahora sus operaciones no se encuentran adecuadamente documentada con funciones, responsabilidades, horarios, contingencias y respuestas que sean debidamente planificadas y con mecanismos de respuesta documentados, es decir se realiza ante la necesidad del servicio con la finalidad de no generar problemas en la jurisdicción.



Figura 1: Esquema de Manejo Ecoeficiente de los Residuos Sólidos. (Fuente: Dirección General de Calidad Ambiental, 2010).

1.2.2. Características de los residuos sólidos según su origen

Se puede definir por la actividad que los origines, esencialmente es una clasificación sectorial. Esta definición no tiene en la práctica límites en cuanto al nivel de detalle en que se puede llegar en ella. Se tiene los siguientes tipos de residuos más importantes:

Residuos Municipales

La generación de residuos municipales varía en función de factores culturales asociados a los niveles de ingreso, hábitos de consumo, desarrollo tecnológico y estándares de calidad de vida de la población, por ejemplo el creciente desarrollo de la economía chilena ha traído un considerable aumento en la generación de estos residuos; en la década de los años 60, la generación de residuos domiciliarios alcanzaba los 0.2 a 0.5 Kg/hab/día; hoy en cambio esta cifra se sitúa entre los 0.8 y 1.4Kg/hab/día.

Residuos Industriales

La cantidad de residuos que genera una industria está en función de la tecnología del proceso productivo, calidad de las materias primas o productos intermedios, propiedades físicas y químicas de las materias auxiliares empleadas, combustibles utilizados y los envases y embalajes del proceso.

Residuos Mineros

Incluye los materiales que son removidos para ganar acceso a los minerales y todos los residuos provenientes de los procesos mineros. En Chile y en el mundo las estadísticas de producción son bastantes limitadas. Actualmente la industria del cobre se encuentra empeñada en la implementación de un manejo apropiado de estos residuos, por lo cual se espera en un futuro próximo contar con estadísticas apropiados.

Residuos Hospitalarios

Actualmente este manejo no es el más apropiado, al no existir un reglamento y norma clara al respecto. El manejo de estos residuos es realizado a nivel del generador y no bajo un sistema descentralizado. A nivel de hospital los residuos son generalmente esterilizados.

La composición de los residuos hospitalarios varía desde el Residuo tipo residencial y comercial a residuos de tipo médico conteniendo sustancias peligrosas. (*Plan de Manejo de Residuos Sólidos – Capítulo 10*)

1.2.3. Tratamiento de los residuos sólidos mediante compostaje

El compostaje es un proceso mediante el cual diversos sustratos orgánicos se descomponen y estabilizan debido a la acción de una población mixta de microorganismos, obteniéndose un producto final denominado compost, orgánicamente estable, libre de patógenos y semillas de malezas que puede ser aplicado de manera eficiente al suelo para mejorar sus propiedades (Haug 1993).

1.2.3.1. Orígenes del compostaje.

La producción de compost se viene realizando desde tiempo inmemoriales ya que la naturaleza produce humus espontáneamente. Así, los agricultores de diferentes culturas desde antiguo han emulado esta forma de producir humus por parte del medio natural descomponiendo restos orgánicos. Ya Columela en su obra del siglo I titulada “De los trabajos del campo describía cómo "la aplicación de agua a mezclas apiladas de residuos de cosecha con excrementos

animales producía calor y transformaba esa mezcla en un producto diferente, un abono orgánico”. Durante el siglo pasado diversas escuelas agronómicas pusieron a punto la técnica de producir ese humus, denominando al producto final compost. El término procede del latín y significa “poner juntos” (Álvarez ,2007).

1.2.3.2. Fases.

Al descomponer el C, el N y toda la materia orgánica inicial, los microorganismos desprenden calor medible a través de las variaciones de temperatura a lo largo del tiempo. Según la temperatura generada durante el proceso, se reconocen tres etapas principales en un compostaje. Además de una etapa de maduración de duración variable. Las diferentes fases del compostaje se dividen según la temperatura, en:

Fase Mesófila. Es esta fase la materia orgánica comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C. Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor. La descomposición de compuestos solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase durar entre 2 y 8 días, pero es variable en función de la temperatura del medio (Román, Martínez y Pantoja, 2013)

Fase Termófila o de Higienización. Cuando la materia orgánica supera los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina. Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube. En especial, a partir de los 60 °C

aparecen las bacterias que producen esporas y actinobacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores (Román, Martínez y Pantoja, 2013).

Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* Igualmente, esta fase es importante pues las temperaturas por encima de los 55°C eliminan los quistes y huevos de helminto, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado.

Fase de Enfriamiento o Mesófila II. Agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C. Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a simple vista. Al bajar de 40 °C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración (Román, Martínez y Pantoja, 2013).

Para otros autores consideran dos fases en el proceso de compostaje una de descomposición y una de maduración, pero básicamente en la fase de descomposición incluyen las tres fases que se mencionaron en los párrafos anteriores, por lo que es solo agrupación distinta, pero con las mismas etapas.

1.2.3.3. Beneficios del compostaje.

Según Álvarez en el manual de compostaje para agricultura ecológica menciona los siguientes:

El compost contiene una gran reserva de nutrientes que poco a poco entrega a las plantas.

Se produce también con la aplicación del compost el secuestro del carbono en suelo. Es de resaltar cómo esta actuación es capaz de contribuir en mayor grado a la reducción de emisiones de Co, frente a la valoración 2 energética de los subproductos iniciales de los que se parte para su producción.

Al aumentar el contenido de materia orgánica del suelo, aumenta su estabilidad y así se evita la erosión y la desertificación.

Su utilización amortigua el peligro que supone para el suelo y el agua subterránea la aplicación abusiva de fertilizantes químicos de la agricultura convencional, absorbiendo los sobrantes.

Es un hecho ya probado que la materia orgánica bien compostada puede presentar propiedades fitosanitarias de carácter supresivo para determinadas enfermedades de las plantas.

1.2.3.4. Desventajas del compost.

Las desventajas del compost según FONCODES (2014) son las siguientes:

Requiere un área techada.

Requiere inversión inicial en mano de obra familiar, para la acumulación de estiércol y de residuos vegetales.

Requiere mano de obra para el volteo.

La fermentación se alarga por bajas temperaturas, es decir en zonas frías demora más.

Si no se acondiciona el drenaje, las lluvias excesivas pueden producir encharcamientos.

1.2.3.5. Sistemas de compostaje.

Existen diversos sistemas de compostaje dentro de cuales se detallan los siguientes:

Pilas volteadas. La materia orgánica se dispone en hileras de corte triangular en hachos que van de los 1-3 metros y alturas desde 1.2 metros con longitudes que son variables de acuerdo al espacio que se maneja y al equipo que se ayudara para la remoción, o si es manual se ajusta a los mínimos valores establecidos. Su nombre de pilas volteadas se debe a que estas acumulaciones de residuos son removidas periódicamente de forma regular para oxigenar y mezclar de manera homogénea (Barrena, 2006).

Canales. En este sistema de compostaje la materia orgánica es introducida por un extremo del canal y el compost ya procesado se obtiene por otro extremo del canal. Aquí la materia prima se deposita canales rectangulares con sistemas de aireación incorporados y con un sistema de remoción y homogenización ubicado en la parte superior el cual se desliza sobre unos rieles a lo largo de este (Barrena, 2006).

Túneles. En este sistema la materia orgánica se introduce en túneles de 4 m de alto por diámetros variables de entre 2 a 4 metros de ancho de longitud variada los cuales cuenta con sistemas de aireación forzada, mediante la inyección de aire a presión, la ventaja en el control de las condiciones, pero que sin embargo supone grandes costos para su realización (Barrena, 2006).

1.2.3.6. Factores que afectan el proceso de compostaje

Según (Palmero, 2010) se tiene los siguientes:

Composición de la materia prima.

Tamaño de las partículas.

Mezcla e inoculación.

Humedad.

Temperatura.

Aireación.

pH.

Relación carbono/nitrógeno.

1.2.4. Abonos Orgánicos:

En varios experimentos realizados en diferentes partes del mundo se ha podido ver que el uso de abonos orgánicos puede mejorar la estructura del suelo y el contenido de nutrientes, disminuir la erosión y mejorar la alimentación de las plantas, dando como resultados mayores rendimientos y menos susceptibilidad a las plagas. Además, estabilizan el pH del suelo.

Las condiciones ambientales, la vegetación natural, el tipo de suelo y los métodos que se utilizan para la agricultura son decisivos para el éxito del uso de abonos orgánicos.

Lo siguiente puede dar una idea sobre lo que es abono orgánico y para qué sirve.

1.2.4.1. Compost.

El compost suministra todos los nutrientes necesarios para el crecimiento de las plantas, no tiene efecto negativo para los seres humanos, los animales o el medio ambiente, y es prácticamente imposible sobre dosificarlo. La preparación de compost es la mejor forma de aprovechar desechos orgánicos para convertirlos en un fertilizante que también mejore notablemente la estructura del suelo y así evite tanto la erosión de los nutrientes como la erosión superficial del suelo.

La instalación de composteras depende generalmente de las condiciones ambientales y de la materia orgánica disponible para la preparación. A continuación, se describen en términos generales las condiciones óptimas, pero los diferentes componentes hay que definirlos en el campo. Se puede usar todo tipo de materiales tanto de origen vegetal, animal, como mineral. Según la estructura que tengan, varía la estructura interna del compost y esto influye en el proceso de descomposición. La riqueza en nutrientes del compost depende también del contenido de nutrientes de la materia prima. Por lo tanto, se puede ver la importancia de la materia básica. No es posible

esperar más del compost terminado que de la materia prima que estamos dispuestos a poner en las composteras.

❖ **Propiedades del Compost:**

- Mejora las propiedades físicas del suelo: La materia orgánica favorece la estabilidad de la estructura de los agregados del suelo agrícola, reduce la densidad aparente, aumenta la porosidad y permeabilidad, y aumenta su capacidad de retención de agua en el suelo. El compost permite suelos más esponjosos que retienen una mayor cantidad de agua.
- Mejora las propiedades químicas: Aumenta el contenido de micronutrientes y macronutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio. Además, acrecienta la Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.), que es la capacidad de retener nutrientes para luego liberarlos para los cultivos.
- Mejora la actividad biológica del suelo: actúa como soporte y alimento de los microorganismos ya que éstos viven a expensas del humus, que es la materia orgánica descompuesta que resulta de la acción de los microorganismos y contribuyen a su mineralización.

1.2.5. Marco legal

El Ministerio del Ambiente (MINAN). Formula políticas y estrategias nacionales del manejo integral de los RRSS, respetando las peculiaridades de cada región o ciudad. Asimismo, provee la asistencia técnica necesaria a los gobiernos locales, sean estos provinciales o distritales para que puedan fortalecer sus actividades administrativas, financieras, comerciales, técnicas y de protección ambiental en cumplimiento de los mandatos y facultades de Ley que cada autoridad posee. Además, fomenta la capacitación a los gobiernos municipales, para el mejor manejo de los RRSS.

- 1.2.5.1. **Ley N° 28611 - Ley General del Ambiente.** Es la norma ordenadora del marco normativo legal para la gestión ambiental, establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, así como el cumplimiento del deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente, así como sus componentes, con el objetivo de mejorar la calidad de vida de la población y lograr el desarrollo sostenible del país.
- 1.2.5.2. **D.L. N° 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos y su reglamento.** Esta Ley es de aplicación a las actividades, procesos y operaciones de la gestión y manejo de residuos sólidos, desde la generación hasta su disposición final, incluyendo las distintas fuentes de generación de dichos residuos, en los sectores económicos, sociales y de la población. Asimismo, comprende las actividades de internamiento y tránsito por el territorio nacional de residuos sólidos. No están comprendidos en el ámbito de esta Ley los residuos sólidos de naturaleza radiactiva, cuyo control es de competencia del I. P. E. N., salvo en lo relativo a su internamiento al país, el cual se rige por lo dispuesto en esta Ley.
- 1.2.5.3. **D.S. 057-2004-PCM, Reglamento de la Ley General de Residuos Sólidos.** Precisa las responsabilidades y derechos de las municipalidades y otros actores involucrados en la gestión de los residuos sólidos.
- 1.2.5.4. **Ley N° 29419: Ley que regula la actividad de los Recicladores.** Establece el marco normativo para los trabajadores de la actividad de reciclaje en el Perú, promueve su formalización y contribuye al manejo ecológicamente eficiente de los residuos sólidos en el marco de los objetivos y principios de la ley general de Residuos Sólidos.

1.3. Definición de términos básicos

Residuos Sólidos. Es cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse, para ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso, su disposición final. (D.L. N° 1278 Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, 2017).

- **Basura:** Término que corrientemente se emplea para definir los residuos sólidos.
- **Botadero:** Acumulación inapropiada de residuos sólidos en vías y espacios públicos, así como en áreas urbanas, rurales o baldías que generan riesgos sanitarios o ambientales. Carecen de autorización sanitaria.
- **Botadero Controlado:** Lugar de disposición final de los residuos sólidos que no cuenta con la infraestructura necesaria ni suficiente para ser considerado como relleno sanitario. Puede ser usado de manera temporal debido a una situación de emergencia. En el botadero se dan las condiciones mínimas de operación para que los residuos no se encuentren a cielo abierto; estos residuos deberán ser compactados en capas para reducir su volumen y serán confinados periódicamente con material de cobertura.
- **Clausura de un Botadero:** Es la suspensión definitiva de la disposición final de los residuos sólidos en un botadero. Conlleva a un proceso gradual de saneamiento, restauración ambiental del área alterada debido a la presencia del botadero y las actividades a realizarse después de la clausura.
- **Conversión de un Botadero:** Es el proceso de transformación de un botadero a un sistema de disposición final técnico, sanitario y ambientalmente adecuado, el cual puede ser un botadero controlado o un relleno sanitario.
- **Contenido de Humedad:** Pérdida de peso (expresada en porcentaje) cuando se seca una muestra de residuos con un peso constante utilizando una temperatura de 100 – 105°C.
- **Contaminación Ambiental:** Acción que resulta de la introducción del hombre directa o indirectamente al ambiente, de contaminantes que por su

concentración, al superar los patrones ambientales establecidos o el tiempo de permanencia, hagan el medio receptor adquiera características diferentes a las originales, perjudiciales o nocivas a la naturaleza o la salud.

- **Densidad de la Basura:** (Peso Volumétrico) Es la relación entre el peso y el volumen ocupado. La basura tiene una densidad, dependiendo del estado de compresión.
- **Compost.** Material que se genera a partir de la descomposición de los residuos sólidos orgánicos y sirve como mejorador del suelo agrícola, parques y jardines, y recuperación de tierras no-fértiles.
- **Compostificación:** Proceso controlado de descomposición biológica de los residuos sólidos orgánicos que permite la producción de compost.
- **Gestión de Residuos Sólidos:** Toda actividad administrativa de planificación, coordinación, concertación, diseño, aplicación y evaluación de políticas, estrategias, planes y programas de acción de manejo de residuos sólidos del ámbito nacional, regional y local.
- **Manejo de Residuos Sólidos:** Toda actividad técnica operativa de residuos sólidos que involucra manipuleo, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento, disposición final a cualquier otro procedimiento técnico operativo utilizado desde la generación hasta la disposición final.
- **GPC:** Generación per cápita de residuos sólidos generalmente en kilogramos por habitante por día.
- **Reciclaje:** Reuso de los residuos sólidos, sean tratados previamente o no.
- **Residuos Domiciliarios:** Residuos generados en las actividades domésticas realizadas en los domicilios constituidos por restos alimenticios y otros generados cotidianamente en un domicilio.
- **Residuo Sólido Orgánico:** Son todos aquellos que contienen Carbono en su estructura química y provienen de materia viva tanto vegetal como animal, están representados por residuos de jardinería, restos alimenticios de mercados, industriales y domiciliarios (verduras, frutas, cascaras, huesos, etc.). Se descomponen rápidamente con fuertes olores y son fuente de proliferación bacteriana.
- **Residuo Sólido Inorgánico:** Materia inerte que proviene de material no vivo, incluye la mayoría de los residuos susceptibles de ser recuperados

como plásticos, vidrio, papel, latas, metales, telas, etc. No son biodegradables. Proviene en su mayoría de envases y embalajes característicos de los productos comerciales.

- **Ecoeficiencia:** Proporcionar bienes y servicios a precios competitivos, que satisfagan las necesidades humanas y proporcionen calidad de vida, mientras progresivamente reducen los impactos ecológicos y el consumo de recursos a lo largo de su ciclo de vida, por lo menos hasta un nivel acorde con la capacidad de carga estimada de la Tierra.
- **Residuos Comerciales:** Aquellos generados en los establecimientos comerciales de bienes y servicios, tales como: centro de abastos, de alimentos, restaurantes, supermercados, bares, tiendas, centros de comunicaciones, bancos, centros de espectáculos, oficinas de trabajo en general, entre otras actividades comerciales y laborales analógicos.
- **Relleno Sanitario:** Es una alternativa comprobada para la disposición final de los residuos sólidos. Los residuos sólidos se confinan en el menor volumen posible, se controla el tipo y cantidad de residuos, hay ventilación para los gases, se evitan los olores no deseados y hay drenaje y tratamiento para los líquidos que se generan por la humedad de los residuos y por las lluvias.
- **Clausura de un botadero:** Es la suspensión definitiva de la disposición final de los residuos sólidos en un botadero. Conlleva a un proceso gradual de saneamiento, restauración ambiental del área alterada debido a la presencia del botadero y las actividades a realizarse después de la clausura.
- **Contenedores:** Cualquier recipiente de capacidad variable utilizado para el almacenamiento o transporte interno o externo de los residuos.
- **Acondicionamiento:** Todo método que permita dar cierta condición o calidad a los residuos para un manejo seguro según su destino final.
- **Almacenamiento:** Operación de acumulación temporal de residuos en condiciones técnicas como parte del sistema de manejo hasta su disposición final.
- **Almacenamiento central:** Lugar o instalación donde se consolida y acumula temporalmente los residuos provenientes de las diferentes fuentes

de la empresa o institución generadora, en contenedores para su posterior tratamiento, disposición final u otro destino autorizado.

- **Almacenamiento intermedio:** Lugar o instalación que recibe directamente los residuos generados por la fuente, utilizando contenedores para su almacenamiento, y posterior evacuación hacia el almacenamiento central.
- **Auditor:** Persona natural o jurídica habilitada para ejercer las funciones de auditoría de manejo de residuos.
- **Bolsa de Residuos:** Instrumento de información cuyo propósito es fomentar la transacción y facilitar la valoración de los residuos que puedan ser reaprovechados.
- **Confinamiento:** Obra de ingeniería sanitaria y de seguridad para la disposición final de residuos peligrosos, que garantice su apropiado aislamiento definitivo.
- **Contenedor:** Caja o recipiente fijo o móvil en el que los residuos se depositan para su almacenamiento o transporte.
- **Degradación:** Proceso de descomposición de la materia, por medios físicos, químicos o biológicos.
- **Empresa Comercializadora de Residuos Sólidos (EC-RS):** Persona jurídica que desarrolla actividades de comercialización de residuos para su reaprovechamiento.
- **Envasado:** Acción de introducir un residuo en un recipiente, para evitar su dispersión o evaporación, así como para facilitar su manejo.
- **Generación de residuos:** Acción no intencional de generar residuos.
- **Incineración:** Método de tratamiento de residuos que consiste en la oxidación química para la combustión completa de los residuos en instalaciones apropiadas, a fin de reducir y controlar riesgos a la salud y ambiente.
- **Infraestructura de disposición final:** Instalación debidamente equipada y operada que permite disponer sanitaria y ambientalmente segura los residuos sólidos, mediante rellenos sanitarios y rellenos de seguridad.
- **Infraestructura de transferencia:** Instalación en la cual se descargan y almacenan temporalmente los residuos de los camiones o contenedores de

recolección, para luego continuar con su transporte en unidades de mayor capacidad, posibilitando la integración de un sistema de recolección con otro, de modo tal que se generen economías de escala.

- **Infraestructura de tratamiento:** Instalación en donde se aplican u operan tecnologías, métodos o técnicas que modifiquen las características físicas, químicas o biológicas de los residuos sólidos, de manera compatible con requisitos sanitarios, ambientales y de seguridad.
- **Lixiviado:** Líquido proveniente de los residuos, el cual se forma por reacción, arrastre o percolación y que contiene, disueltos o en suspensión elementos o sustancias que se encuentren en los mismos residuos.
- **Quema de residuos sólidos:** Proceso de combustión incompleta de los residuos ya sea al aire libre o empleando equipos inapropiados, que causa significativos impactos negativos a la salud y el ambiente.
- **Recolección:** Acción de recoger los residuos para transferirlos mediante un medio de locomoción apropiado y luego continuar su posterior manejo, en forma sanitaria, segura y ambientalmente adecuada.
- **Residuos Sólidos.** Aquellas sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido de los que su generador dispone, o está obligado a disponer.
- **Residuo del ámbito de gestión municipal:** Son los residuos de origen domiciliario, comercial y de aquellas actividades que generen residuos similares a éstos.
- **Residuo del ámbito de gestión no municipal:** Son aquellos residuos generados en los procesos o actividades no comprendidos en el ámbito de gestión municipal.
- **Residuo incompatible:** Residuo que, al entrar en contacto o mezclado con otro, reacciona produciéndose uno o varios de los siguientes efectos: calor, explosión, fuego, evaporación, gases o vapores peligrosos.
- **Residuo orgánico:** Se refiere a los residuos biodegradables o sujetos a descomposición.
- **PIGARS. Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos.**
- **EC-RS.** Empresas Comercializadoras de Residuos Sólidos.
- **EPS-RS.** Empresas Prestadoras de Servicios de Residuos Sólidos.

CAPITULO II

MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Materiales

Cuadernos y libretas

Lapiceros y lápices

Guantes

Mascarilla

Mandil

Botas

El modelo tecno-organizativo de compostaje domiciliario para tratar sus residuos sólidos orgánicos domiciliarios (de aquí en adelante RSOD) en el hogar será adoptado de manera aceptable en la Ciudad de Moyobamba, permitiendo a los vecinos obtener un compost de calidad agrícola aceptable y a la comuna reducir la cantidad de residuos que actualmente se transportan y disponen en el botadero municipal, disminuyendo el impacto ambiental y los costos asociados a la gestión.

En la presente investigación se estudió las siguientes variables:

- Compostaje domiciliario.
- Modelo de gestión de los residuos sólidos.

Población.

El trabajo de tesis que se presenta medió los resultados de una prueba piloto de compostaje domiciliario que llevará a cabo en el sector Tipinillo de la ciudad de Moyobamba, comunidad ubicada en la provincia de Moyobamba que cuenta con aproximadamente 80 familias de residencia permanente.

Para sensibilizar a la población en la práctica de compostaje domiciliario, se realizó una serie de seminarios-talleres con el objetivo de dar a conocer sus ventajas ambientales y el modo de operar una compostera en el hogar.

Muestra.

El estudio se llevó a cabo en aproximadamente en veinte (20) hogares del sector Tipinillo, seleccionados dentro de la población permanente, pudiendo tener o no experiencia en el compostaje. Algunos de los hogares tenidos en cuenta en el estudio serán vecinos que se manifestaron interesados en participar de manera voluntaria y otros van a ser incorporados previa aceptación de invitación.

2.2. Técnicas de recolección de datos

Se realizó el seguimiento de la operatoria de un grupo de composteras. Los vecinos dispuestos a participar, reunieron las siguientes características:

- Viven permanentemente en el sector.
- Cuentan con espacio verde suficiente como para compostar residuos de cocina y jardín
- Además, se han mostrado dispuestos a:
 - ✓ Operar la compostera con los RSOD que se generen, según el instructivo que les ha sido entregado y ser asesorados técnicamente para garantizar que puedan sostener la práctica del compostaje en sus domicilios.
 - ✓ Que se les realice el seguimiento durante 4 meses. Las actividades serán el pesaje de los RSOD que generen y la toma de muestras del compost dos veces por mes.
 - ✓ Recibir asistencia técnica y capacitación, acceder a una visita de seguimiento en sus domicilios por los técnicos una vez por mes.

Instrucciones a los vecinos que se analizarán:

Cada hogar fue provisto de una compostera construida con recortes de madera, cuyas dimensiones han sido determinadas de acuerdo al número de habitantes del hogar (uno o dos, tres a cinco y más de cinco); y en base a estimaciones de la cantidad de RSOD generado promedio por habitante/día y cantidad de RSU generado promedio por habitante/día.

Como se ha mencionado anteriormente, los vecinos participantes recibieron asesoramiento técnico a los fines de que el proceso de compostaje se lleve adelante de manera homogénea, ya que las prácticas de compostaje no serán una variable en estudio.

La asistencia técnica y capacitación se realizó en las semanas previas al inicio del estudio, y están contempladas las visitas de seguimiento destinadas a subsanar problemas operativos, así como un seguimiento a distancia haciendo uso de diferentes herramientas virtuales. Se realizarán alrededor de 30 visitas.

Para la transferencia de las prácticas de manejo recomendadas a los vecinos elaboró un instructivo que se entregó a los mismo, en el cual se detallaron, entre otros, los siguientes aspectos:

- La selección de los RSOD a incorporar a la compostera, evitando aquellos que puedan atraer roedores (carnes y lácteos) y a sus depredadores; y los que sean capaces de impactar negativamente en los suelos enmendados con el compost obtenido (comidas elaboradas). Se consideraron tres categorías: **poda-jardín**: hojas, césped, ramas, malezas y plantas herbáceas; **cocina**: restos de frutas y verduras, embalajes biodegradables (cartón, papel), servilletas de papel-rollos de cocina y otros como yerba, café y saquitos de té; y **estiércoles** provenientes de animales como conejos, caballos y rumiantes como vacas, cabras y ovejas.
- El modo de introducir los residuos: triturado parcial en el momento de su incorporación a la compostera.

A su vez, se le entregó a cada vecino una planilla para que registre los RSOD que ingresarán a la compostera, donde consten las cantidades y tipos de residuos incorporados (poda-jardín, cocina y estiércoles) y el momento en que fueron introducidos a la compostera.

2.3. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Evaluación de la apropiación de la tecnología de compostaje domiciliario.

Durante las primeras visitas a los hogares participantes, se realizó encuestas a los vecinos a fin de identificar la ubicación y características de los hogares y las costumbres de los vecinos sobre generación de residuos tales como tipo de residuos generados, conocimiento y aplicación de prácticas de compostaje, entre otras.

A su vez, durante el desarrollo de la ejecución de la tesis, se efectuaron encuestas de seguimiento a los vecinos, con el fin de conocer la evolución de la práctica del compostaje dentro de los hábitos cotidianos por parte de los vecinos; se intentará identificar y analizar los inconvenientes operativos que podrían desalentar esta práctica. Al final del estudio, se volvió a realizar una encuesta que recabará información sobre la disponibilidad y confianza adquirida por los vecinos en relación a esta práctica cotidiana y su intención de sostenerla en el tiempo.

Caracterización cuali-cuantitativa de residuos orgánicos generados en la comuna.

Se realizó la caracterización cuali-cuantitativa del RSU generado en el Sector Tipinillo según la metodología propuesta por Cantanhede *et al.* (2005), a los fines de conocer los siguientes indicadores:

Tabla 1

Características cualitativas de los residuos orgánicos

A. Cantidad de residuo generado promedio [kg RSU/ habitante.día]	Se relevará información secundaria sobre los volúmenes de residuos que se envía por día/mes o semana al sitio de disposición final.
B. Cantidad de residuos generados, por fracciones [kg/ habitante.día]	Se realizará un estudio de caracterización de los residuos generados (metodología del cuarteo IRAM 29523). Esta caracterización se repetirá 3 veces para comparar las variaciones según épocas del año.
C. Tipos y proporciones de RSOD generados por los habitantes	Para relevar los tipos y volúmenes de RSOD generados se cuantificarán por separado los residuos de cocina y los de jardín (césped, poda pequeña y hojas). Esta metodología será aplicada igualmente, según épocas del año.

Cálculo del balance de masa del proceso de compostaje

Se cuantificó la cantidad de RSOD que se pueden desviar de la corriente tradicional de residuos de la comuna (a la entrada a la compostera) y de compost que se puede obtener (a la salida de la compostera), en el seguimiento se contabilizará la cantidad (en masa) de RSOD que ingresan a la compostera y de compost que se obtiene.

Los vecinos acopiaron los RSOD diferenciados para compostar en forma de pilas. De la primera pila, que se formará a los 20 días de iniciado el acopio, se registrarán la cantidad y tipo (cocina o jardín) de residuos. Del resto de las pilas que construyan los vecinos, solo se tendrá en cuenta la cantidad de RSOD acopiados a los fines de conocer la cantidad que se evita el municipio tenga que recolectar, transportar y disponer en un vertedero.

Evaluación de la calidad agronómica del compost obtenido

Se les pidió a los vecinos que formen una pila con los RSOD, que se le indicaron, generados durante los primeros veinte días de la experiencia (*primera pila*). Esta *primera pila*, que los vecinos luego compostarán, será la que, una vez terminado el proceso de compostaje, se sometió a los análisis de calidad que se detallarán seguidamente. El inicio del proceso de compostaje se considera cuando se completa la primera pila (día 20); en este momento se midió la temperatura para corroborar si se alcanzó la fase termófila. La medición se realizará tres veces, en el centro de la pila durante los tres primeros días de iniciado el proceso, con un termómetro de pinche con visor digital. Este aspecto tiene relevancia por la repercusión directa en la calidad sanitaria del compost final (**Campitelli, 2010**).

Durante el proceso de compostaje se controlaron las siguientes variables:

- **pH:** Se medirá al inicio del proceso de compostaje, cada 15 días y luego durante el análisis de calidad que se realizará al finalizar el proceso.
- **Aireación:** Se recomendará el volteo atendiendo a los indicadores de aireación detallados en el instructivo.
- **Temperatura:** Se medirá al día cero y durante los primeros tres días del ensayo, a la mañana y a la tarde, y luego con una frecuencia mínima de 15 días.

La cosecha del compost de la primera pila se realizó a fines de julio, momento en que se tomarán las muestras para efectuar el análisis de calidad. Se tomará una muestra compuesta y representativa en el centro de la pila. Los análisis de calidad a efectuarse serán:

- pH, conductividad eléctrica, contenido de carbono oxidable y contenido de nitrógeno total (con lo cual se realiza la relación C/N0), concentración de NPK, según las metodologías de los autores que se nombraron en la sección 2.

Las muestras fueron remitidas a laboratorio para realizar el análisis respectivo.

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Caracterización de los residuos sólidos orgánicos domiciliarios (RSOD) generados en la comuna.

Para ello se realizó la segregación de los residuos sólidos orgánicos generados en el Sector Tipinillo durante 7 días, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 2

Cantidad por tipo residuos sólidos orgánicos en el sector Tipinillo.

Componentes	Peso (Kg)
Cascara de Alverja	12.09
Arroz Cocido	46.99
Cascara de Cebolla	12.74
Cascara de Huevo	9.74
Cascara de Limón	27.72
Cascara de Palta	16.41
Cascara de Papa	23.76
Cascara de Plátano verde	128.94
Cascara de Plátano maduro	66.34
Cascara de Tomate	18.51
Cascara de yuca	24.6
Cascara de Pepino	12.4
Cascara de Zanahoria	16.41
Hoja de Bijao	72.41
Hoja de choclo	13.26
Hojas de Culantro	9.41
Hoja de Lechuga	10.57
Papas cocidas	22.24
Plátano cocidas	59.09
Maduro cocidas	30.3
Frijol cocido	24.74
Yuca cocida	30.54
Cascara de Frejol	14.06
Total	703.27

En el cuadro se observa la cantidad de residuos sólidos pesado y caracterizado durante los 7 días de 20 viviendas en el sector Tipinillo de la ciudad de Moyobamba

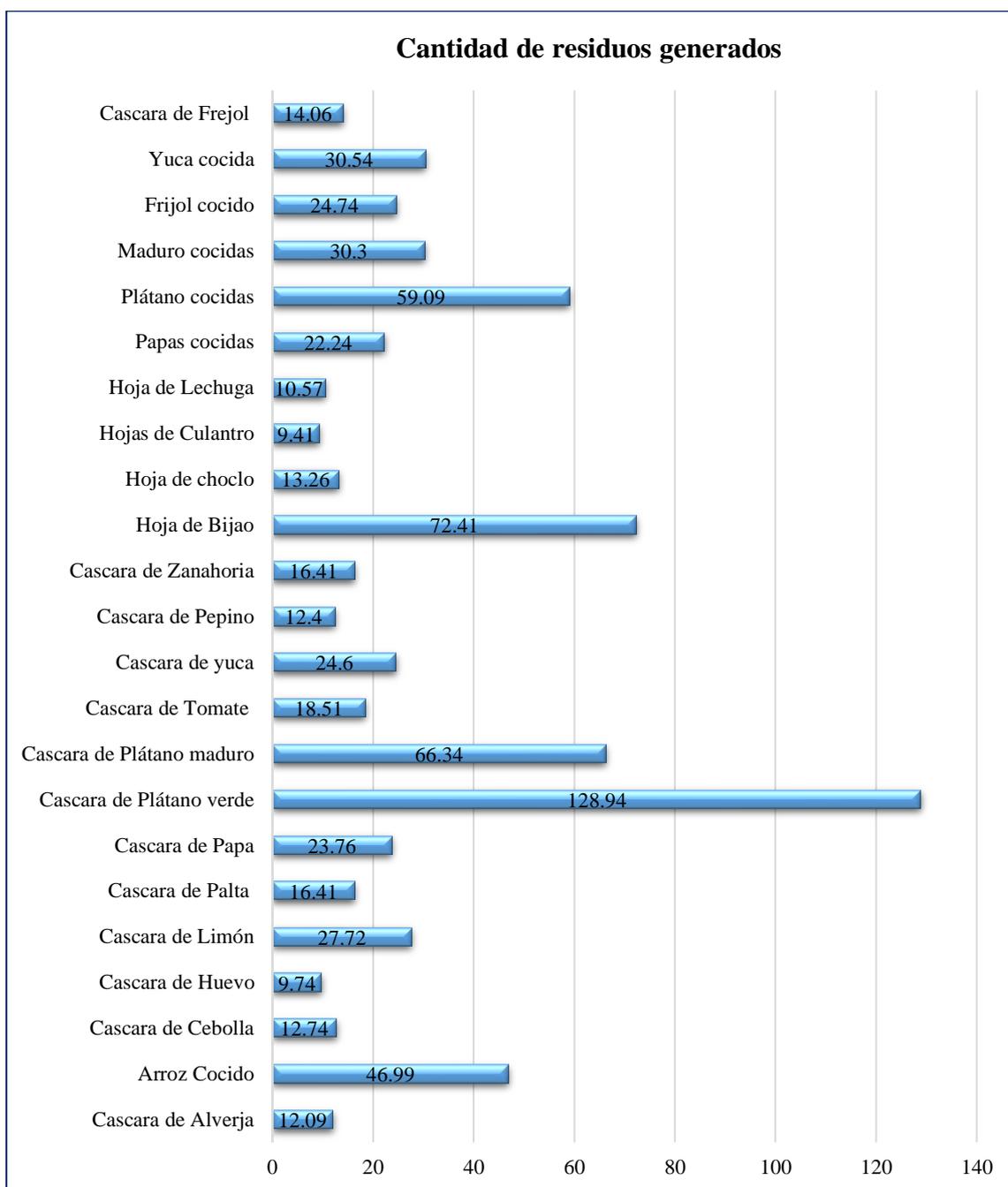


Figura 2. Cantidad de residuos sólidos recolectados del sector Tipinillo durante 07 días.

En los datos que se muestran la gráfica se puede apreciar que la mayor cantidad de residuos recolectados son cascaras de plátano verde y eso básicamente se debe a las actividades que realiza la población de la zona.

Tabla 3

Porcentaje por tipos de residuos sólidos orgánicos.

Componentes	Peso(Kg)	%
Cascara de Alverja	12.09	1.72
Arroz Cocido	46.99	6.68
Cascara de Cebolla	12.74	1.81
Cascara de Huevo	9.74	1.38
Cascara de Limón	27.72	3.94
Cascara de Palta	16.41	2.33
Cascara de Papa	23.76	3.38
Cascara de Plátano verde	128.94	18.33
Cascara de Plátano maduro	66.34	9.43
Cascara de Tomate	18.51	2.63
Cascara de yuca	24.6	3.50
Cascara de Pepino	12.4	1.76
Cascara de Zanahoria	16.41	2.33
Hoja de Bijao	72.41	10.30
Hoja de choclo	13.26	1.89
Hojas de Culantro	9.41	1.34
Hoja de Lechuga	10.57	1.50
Papas cocidas	22.24	3.16
Plátano cocidas	59.09	8.40
Maduro cocidas	30.3	4.31
Frejol cocido	24.74	3.52
Yuca cocida	30.54	4.34
Cascara de Frejol	14.06	2.00
Total	703.27	100

En la tabla se puede observar los porcentajes obtenidos por tipo de residuos sólidos orgánico encontrado durante los 7 días de estudio en el área de estudio.

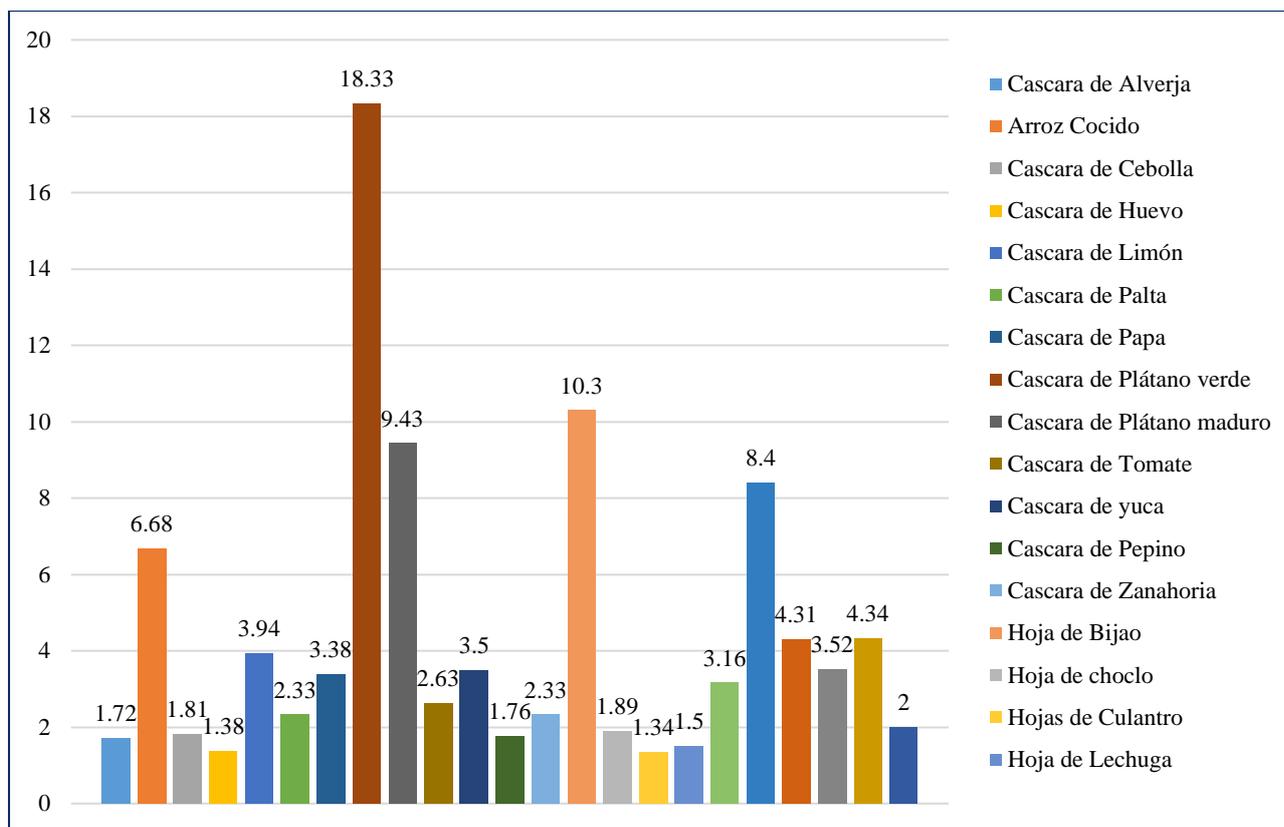


Figura 3. Porcentaje por tipo de residuo sólidos orgánicos.

En ella se puede observar que la mayor cantidad de residuos sólidos es el de cascara de plátano con 18.33%. seguido por la hoja de bijao con un 10.30% y en menor cantidad es de hoja de lechuga con un 1.50%.

3.2. Grado de apropiación de la práctica del compostaje domiciliario por los vecinos.

Encuestas

A continuación, se presenta un resumen de los resultados de las encuestas en la comuna del Sector Tipinillo. Cada encuesta caracterizó al representante de la vivienda y a su grupo familiar. Se utilizó una encuesta para las viviendas que tenían compostera y otra para las viviendas que no la tenían; ambas encuestas fueron administradas en la zona sector en mención Se administraron 20 encuestas a las viviendas que tenían compostera. Por otro lado, para viviendas sin compostera se administraron 10 encuestas. El formato de las dos encuestas administradas en la comuna del Sector Tipinillo se puede observar en el Anexo N° 02.

Caracterización de los representantes de cada vivienda encuestada.

Identificación de los encuestados

Sexo: De un total de 30 encuestas administradas en la comuna del Sector Tipinillo, 22 fueron realizadas a mujeres y 8 a hombres. En las dos encuestas se mantuvo similar proporción, es decir, en las viviendas que tienen composteras y las que no tienen, más de la mitad de las personas que contestaron la encuesta fueron mujeres.

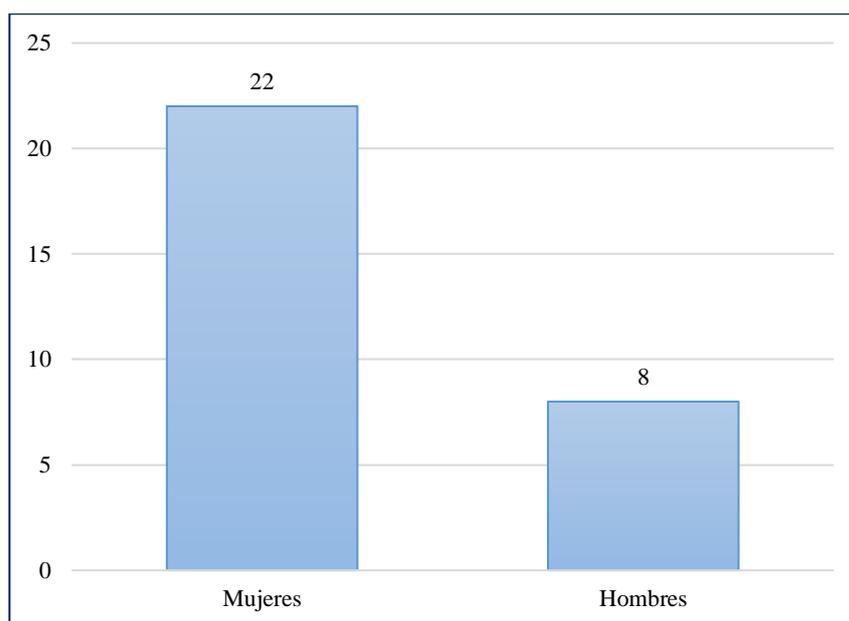


Figura 4. Distribución por sexo de los encuestados.

En donde se parecía que el mayor número de encuestados pertenece al sexo femenino

La mayor parte de las mujeres que contestaron la encuesta eran dueñas de casa (67%) y los hombres (7%) jubilados. La disposición para responder la encuesta fue muy similar entre ambos sexos y coincidió que la encuesta, por lo general, fue contestada por la persona que atendía a la puerta en cada vivienda.

Educación: El nivel de educación formal de la mayor parte de las personas representantes de los grupos es sin nivel educativo (47,7%) y con primaria incompleta (39,6%). Este resultado es similar en cada una de las encuestas.

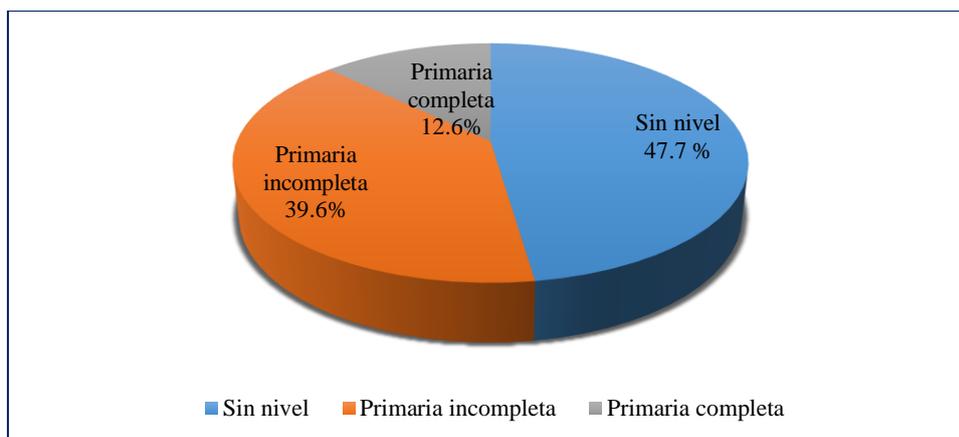


Figura 5. Nivel educativo de la población encuestada.

Características de los grupos encuestados.

Número total de hombres y mujeres:

El número total de personas que conformaron las 20 viviendas encuestadas fue 149. El tamaño medio de los grupos familiares encuestados fue de 5 personas, mientras que el tamaño más repetido fue 4.

Edad: En la mayoría de las viviendas viven adultos-jóvenes cuya edad fluctúa entre los 18 y 40 años (37,8%). También se presenta una importante cantidad de niños y adolescentes entre los 0 y 17 años (32,2%) y de adultos con edades entre los 41 y 60 años (22,3%), y el resto son mayores a 60 años

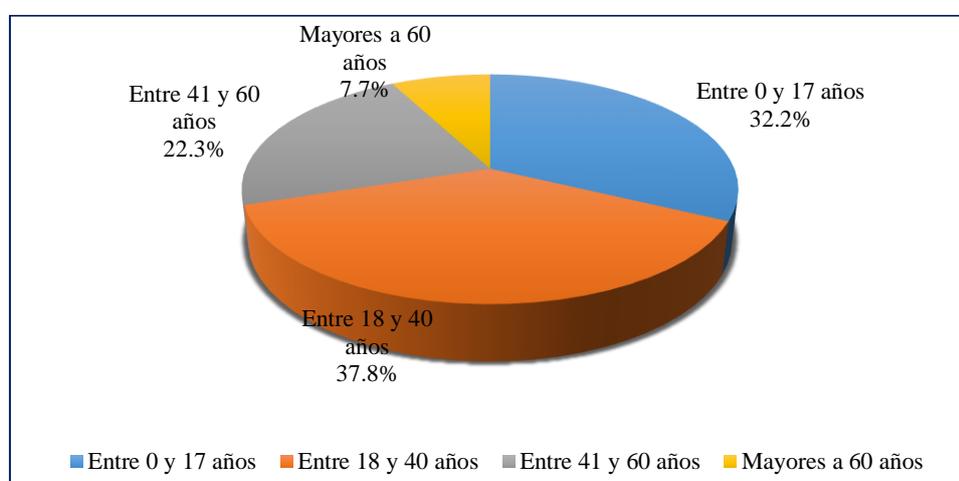


Figura 6. Clasificación por edad de la población de estudio.

La clasificación por edades puede ser un elemento importante, debido a que el uso de la compostera puede estar más marcado en un segmento que en otro.

Encuestas administradas a viviendas que tienen compostera.

Uso de la Compostera: La mayor parte de las viviendas encuestadas que poseen composteras hace uso de ellas (93,7%).

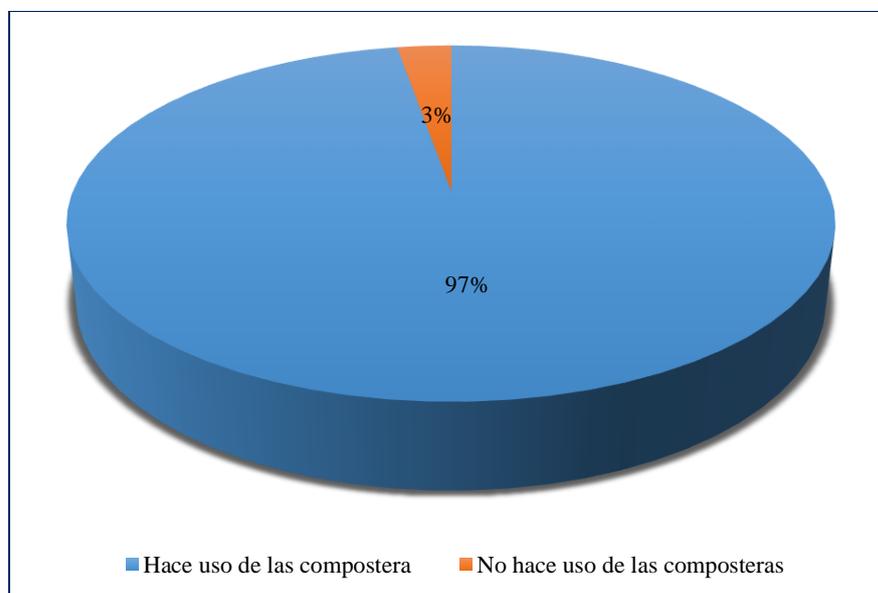


Figura 7. Uso de las composteras por parte de las familias encuestadas.

A un gran número de encuestados (96%) les agrada utilizar la compostera porque:

Tabla 4

Motivo porque les agrada la compostera

Descripción	Cantidad
Les sirve para obtener tierra	55
Disminuir su basura	17
Para mejorar sus cultivos (Flores y hortalizas)	24
TOTAL	96

En la tabla se observa los porcentajes por lo que les agrada la compostera, obtenida como resultado de la aplicación de la encuesta.

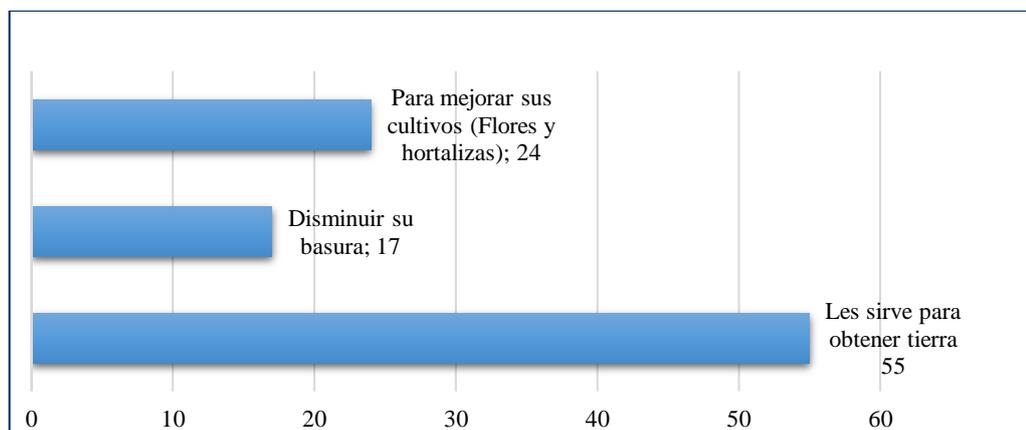


Figura 8. Porcentajes por los que les agrada el compostaje

En la figura se observa que la mayor cantidad es porque les sirve para obtener más tierra (55 del total de encuestados)

Un pequeño grupo encuestado (3 %) no le agrada hacer uso de la compostera, porque no tiene espacio en su hogar o porque no le ha dado resultado.

En general a los encuestados no les genera ningún problema utilizar la compostera (93,4%) y estarían dispuestos a cambiar su compostera por otra nueva (87,6%). Al consultarles a los encuestados su disposición a pagar por una nueva compostera, éstos en promedio están dispuestos a pagar S/ 230.00

Frecuencia de depósito de basura: La mayor parte de los encuestados depositan su basura orgánica todos los días (47,1%) o dos días (41,3%) y a la diferencia menciono que lo hace cada tres días. Esta frecuencia se debe a que la descomposición de la materia orgánica es rápida y genera malos olores.

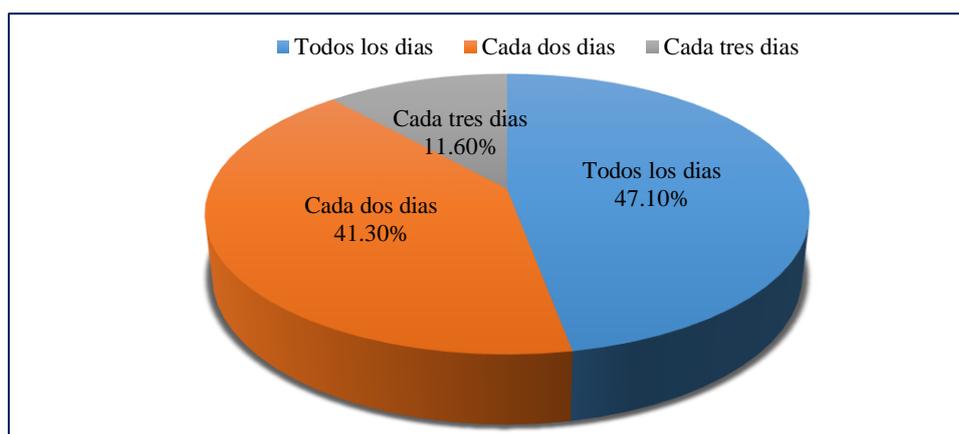


Figura 9. Frecuencia del depósito de basura.

Compost: La mayoría de los encuestados logró obtener compost (70,2%). Lo extraían cada dos meses (46,3%) y lo utilizan en el jardín de su vivienda (66,1%). El promedio de compost que sacan las personas es 13 kilos por mes. Cabe destacar que la cantidad de compost que se saca de una compostera es muy variable porque depende netamente del proceso de producción del compost, es decir, de la cantidad y tipo de basura que ingresa a la compostera. Generalmente después de dos meses de uso de la compostera se comienza a obtener compost y la mayoría de las personas sacan la cantidad que necesitan.

Reciclaje: Un 86% de las personas encuestadas sabe lo que es reciclar; la mayoría recicla algún producto (95%) y los entregan a lugares de beneficencia (59%). Los materiales que principalmente reciclan son materia orgánica (94,2%), papeles y cartones (52%), vidrios (51,2%) y, un pequeño porcentaje recicla latas de aluminio (15,7%) y plásticos (14%).

En este grupo existe una notable conciencia del reciclaje. Reciclan la mayor parte de su basura y tienen muy claro que al realizar esta actividad ayudan a mantener limpio su entorno y pueden obtener beneficios.

Encuestas administradas a viviendas que no tienen compostera.

Reciclaje: En este grupo, la mayor parte de las personas encuestadas (74,4%) sabe que es reciclar, pero en contraste con las personas que tienen compostera en su hogar, sólo un 41% recicla algún material. Las viviendas que hacen reciclaje, reciclan principalmente vidrios (30%), papeles y cartones (28,7%), materia orgánica (16,4%) y latas (10,3%). En gran parte estos materiales son entregados (87,5%) y utilizados para beneficio personal (8,7%).

Al preguntar a los encuestados en forma específica, si alguna vez han reciclado residuos orgánicos, éstos respondieron que sí lo han hecho (79%).

Proteger la Naturaleza: La mayor parte de las personas encuestadas, 87,78%, tiene muy claro que al reciclar ayudan a cuidar la naturaleza y que a la vez pueden

obtener beneficios directos, sin embargo, como se observó en el análisis anterior, sólo un 41% recicla algún material en su hogar.

Compost: La mayor parte de los individuos encuestados no sabe qué es el Compost (65,6%) y nunca lo ha hecho (77,9%). Cabe mencionar que, cuando los individuos no sabían que era el compost, se les dio una breve explicación, debido a que mucha gente conoce el proceso de compostaje, pero el material obtenido no lo conocen por Compost.

Composteras: En relación a las composteras, un 53% de las personas encuestadas conocía las composteras y un 58% las había visto. En el proceso de toma de encuestas, cuando las personas no sabían que era la compostera, se les dio una breve explicación.

Una vez dada una breve explicación de las composteras, se les preguntó si la aceptarían de regalo y la utilizarían, un 62% las aceptó. Las razones de porque la utilizarían son: por la tierra de buena calidad que ésta entrega (37,2%), por la disminución de basura que ésta genera (15,7%) y porque sirve para reciclar desechos. Las personas que no utilizarían la compostera dieron las siguientes razones: no tienen espacio suficiente (29,7%), no tienen tiempo (25,7%) y no les interesa (13,5%).

Reciclaje: Un 83% de las personas encuestadas les gustaría reciclar porque ayudan a proteger el medio ambiente. Las razones que dan las personas que no les gustaría reciclar son: no tienen tiempo (36,4%), no les interesa (30,3%) y no tienen espacio (15,2%).

Las personas que provienen de viviendas que no tienen composteras, en general tienen interés en el tema del reciclaje, por lo que se les debe incentivar y motivar para que comiencen a practicarlo en forma cotidiana, ya que muchas personas saben lo qué es y conocen sus beneficios.

3.3. Determinar la calidad agrícola del compost obtenido y recomendar potenciales aplicaciones.

La calidad agrícola del compost se determinó en base a la concentración de nitrógeno, fósforo y potasio.

Los métodos para la determinación de la concentración de Nitrógeno, Fósforo y Potasio se ha realizado en el laboratorio de suelos tanto del PEAM como del ICT (Instituto de Cultivos Tropicales), fue el siguiente:

- **Para el N:** El método de Kjeldahl modificado.
- **Para el P:** El método de Olsen (PEAM) y de Digestión $\text{HNO}_3\text{HClO}_4$ / Espectro UV-Vis (ICT)
- **Para el K:** El método del incinerado y Digestión $\text{HNO}_3\text{HClO}_4$ / Espectro absorción atómica (ICT).

Nota: Los métodos mencionados por el laboratorista de suelos tanto del PEAM como del ICT.

Los resultados generales se muestran en las siguientes tablas:

Tabla 5

Características químicas del compost

Muestra	MO Oxidable	Relación C/N	pH	C.E.
1	19.50%	7.62	6.96	0.29
2	29.58%	11.14	5.89	0.157
3	20.51%	7.08	6.76	0.23
4	20.17%	7.2	5.14	0.109

En la tabla se observa los resultados del análisis de laboratorio de las muestras de compost, obtenidas de compost de 4 viviendas seleccionadas al azar.

Nota: Datos obtenidos del laboratorio de análisis agrícolas de suelos PEAM.

Tabla 6
Nivel de NPK del compost

Muestra	N	P	K
1	3.13	0.41	7.9
2	2.26	0.73	4.74
3	3.75	0.62	2.78
4	2.43	0.64	4.36

En la tabla se observa los resultados del análisis de laboratorio de las muestras de compost, obtenidas de compost de 4 viviendas seleccionadas al azar.

Nota: Datos obtenidos del laboratorio de análisis agrícolas de suelos PEAM.

Los resultados nos indican que el compost obtenido es de buena calidad para cultivos.

Por el pH que esta entre 5.89 a 6.96 se puede recomendar para diferentes cultivos, ya que la mayoría de los nutrientes son asimilados por las plantas si el suelo mantiene un rango de pH de 5.0 a 6.5 (ECOHORTUM, 2017), se puede recomendar para el cultivo de todo tipo de hortalizas, de flores en jardines, para abono en plantas frutales y otros.

Al igual se puede recomendar compost obtenido como abono para cultivos como café, maíz, plátano y otros, por el contenido de NPK que contienen.

3.4. Discusión

En la caracterización vemos que en la segregación de encontramos que en el sector comidas hay 23 componentes.

Según los componentes de los residuos sólidos orgánicos descritos anteriormente con respecto a su peso vemos que en el sector de comida se produjo un total de 703.27 kg.

Esta metodología, se considera adecuada para obtener una buena caracterización de Residuos Sólidos Orgánicos y su respectivo análisis para evitar las interferencias. Para el mejor estudio de los residuos sólidos orgánicos urbanos, es recomendable la clasificación, tal como lo manifiestan Vela y Velásquez, 2003, además Mendoza, 2009 en su estudio comparativo de dos fuentes de generación de residuos sólidos orgánicos.

Tal como indica Moreno y Moral (2007), que un compost con un alto grado de madurez ha de presentar un olor característico similar al de “Tierra húmeda”, producido fundamentalmente por la excreción de geosmina (y también 2-metilsobomeol), metabolito secundario producido por actinomicetos mesófilos, microorganismos predominantes durante la fase de maduración del compost. Así mismo indica que el producto final, después de un adecuado periodo de maduración, ha de presentarse un color pardo oscuro o casi negro, debido a la formación de grupos cromóforos, fundamentalmente de compuestos con dobles enlaces conjugados y a la síntesis de melanoidinas.

Por ende (Huerta et al., 2008) afirma que el estudio del rendimiento del proceso y los balances de masas son instrumentos muy útiles para controlar el desarrollo del proceso, así como también permiten planificar la organización del espacio a partir de la comprobación de las reducciones volumétricas que producen.

Del compost obtenido en los sectores no presentó significación estadística en el análisis de varianzas; de igual modo no se encontró significación estadística en la prueba de Duncan al 0.05 de los promedios del contenido de Nitrógeno producido a partir de las tres clases de residuos sólidos orgánicos del mercado Central de la ciudad de Moyobamba, sin embargo el sector Futas - Juguerías presentó el mayor valor porcentual de Nitrógeno con 3.05%, el testigo con 2.59%, el Sector Comidas con 2.14%, finalmente el Sector Verduras adquirió el menor valor con el 2.07% de Nitrógeno existente en el compost. De igual modo el contenido de fibras y celulosa (carbohidratos) presentan una relación con el contenido de Nitrógeno.

El fósforo orgánico más se encuentra en los Residuos Sólidos Orgánicos provenientes de pescados, huesos de aves y mamíferos entre otros Residuos Orgánicos, también

podemos manifestar que todos los Residuos Sólidos Orgánicos de origen vegetal tienen bajo contenido de fosforo, esta experiencia fortalece lo manifestado por, Ortiz y Gonzáles 2015.

Observamos en este análisis experimental que el testigo es superior con 3.97%, seguido del Sector Verduras con 3.86%, el sector comida con 3.77 y por último el sector Frutas- Juguerias con 2.37%. Los resultados encontrados tienen cierta similitud con lo manifestado por Jaramillo y Zapata, 2008, quienes también reportan datos en las cuales las frutas usadas en los jugos más la combinación con resto de comida y de verduras tienen cierto contenido de Potasio ligeramente superior a las demás especies alimenticias. Lo manifestado también es reportado por, Ortiz y Gonzáles 2015.

CONCLUSIONES

- La cantidad de residuos sólidos pesado en total durante los 7 días de 20 viviendas en el sector Tipinillo de la ciudad de Moyobamba es de 703.27 kg, teniendo 23 tipos de residuos sólidos orgánicos domésticos, el que tiene mayor cantidad es la cascara de plátano con 18.33%. seguido por la hoja de bijao con un 10.30% y en menor cantidad es de hoja de lechuga con un 1.50%.
- El grado de apropiación de la práctica del compostaje domiciliario por los vecinos del sector Tipinillo es de 93.7%, ya que con ello puede obtener tierra, disminuir su basura y para mejorar sus cultivos (de flores y hortalizas), indicando lo que les falta para poder realizar esta actividad capacitación técnica en el manejo de las composteras.
- Los resultados nos indican que el compost obtenido es de buena calidad para cultivos, el pH que esta entre 5.89 a 6.96 se puede recomendar para diferentes cultivos, ya que la mayoría de los nutrientes son asimilados por las plantas si el suelo mantiene un rango de pH de 5.0 a 6.5 se puede recomendar para el cultivo de todo tipo de hortalizas, de flores en jardines, para abono en plantas frutales y otros. Al igual se puede recomendar compost obtenido como abono para cultivos como café, maíz, plátano y otros, por el contenido de NPK que contienen.

RECOMENDACIONES

- Para trabajos posteriores se recomienda monitorear los parámetros fisicoquímicos durante el proceso de compostaje, así como parámetros relativos a la naturaleza del sustrato, así como también con mayor cantidad de material orgánico.
- Se recomienda utilizar el compost elaborado con los residuos sólidos orgánicos, proveniente de las viviendas del Sector Tipinillo de la ciudad de Moyobamba, específicamente para la aplicación en producción de hortalizas, para contrarrestar a la contaminación de los suelos por la utilización de agroquímicos convencionales, y por ser una forma más barata de enriquecer los suelos de nutrientes.
- A la población en general a segregar sus residuos sólidos y así facilitar las labores de recolección selectiva que en un futuro se puedan dar en la ciudad de Moyobamba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J. (2006). *Manual de Compostaje para agricultura ecológica*. Andalucía, España: Albanta creativos, S.L.
- Barrena, R. (2006). *Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso* (Tesis pregrado). Universidad de Barcelona. Cataluña, España.
- CEPIS. (2003). *Caracterización de Residuos Sólidos en Ciudades Pequeñas y Medianas -2003*.
- Collacci, A. y, Obregón, P. (2015). *Determinación del potencial de uso de los residuos sólidos domiciliarios de la cooperativa Victor Andrés Belaúnde - Puente Piedra* (Tesis pre-grado). Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Huacho, Perú
- Dávila, A. (2013) *Determinación de la Concentración de Nutrientes N, P, K, pH en los residuos sólidos orgánicos selectivos provenientes del mercado Ayaymaman, mediante la técnica del compostaje* (Tesis pre-grado). Universidad nacional de San Martín-Tarapoto, Moyobamba, Perú.
- Ecohortum (2017). *Paso a paso: Preparar un buen compost*. Recuperado el (01/10/2017) Desde: <https://ecohortum.com/paso-paso-preparar-compost-organico/>.
- FONCODES (2014). *Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humus*. Lima, Perú: Tarea Asociación Gráfica Educativa.
- Haug, R. (1993) *The practical Handbook of Compost Engineering*. Washinton, EE.UU. Lewis Publishers
- Jara, J. (2016). Ooportunidades de valorización mediante compostaje de los residuos orgánicos de origen urbano y afines en Ecuador: propuesta de gestión para la provincia de Chimborazo. Universidad Miguel Hernández de Elche, España.

- Jaramillo G. y Zapata L. (2008) *Aprovechamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos en Colombia* (Tesis-pregrado). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Mera, K. (2017). *Restos de compost activado para el tratamiento de residuos orgánicos domiciliarios de la Urbanización Miraflores en el Centro de Compostaje Lambayeque* (Tesis pre-grado). Universidad Cesar Vallejo, Chiclayo, Perú.
- Mendoza (2009) *Estudio comparativo de dos fuentes de generación de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos de la ciudad de Moyobamba* (Tesis pre-grado). Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Perú.
- Ortiz, D. y Gonzales, T. (2015). *Tratamiento de los residuos sólidos orgánicos del mercado central Virgen de Fátima Huaraz- Áncash, optimizando el proceso de compostaje*. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Huarza, Perú.
- Palmero, R. (2010). *Elaboración de compost con restos vegetales por el sistema tradicional en pilas o montones*. Tenerife, España: Litografía Santa Elena.
- PROARCA. 2003. *Guía para la Gestión y el Manejo de Residuos Sólidos Municipales*. Proarca/Sigma, El Salvador.
- Román, P. Martínez, M. y Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del agricultor: experiencias en América Latina*. Santiago, Chile: Fondo editorial FAO.
- Salamanca, E. (2014). *Estrategias para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la plaza de mercado de Fontibón, Bogotá D.C.* (Tesis post-grado). Universidad de Manizales, Caldas, Colombia.
- Storino, F. (2017). *Compostaje descentralizado de residuos orgánicos domiciliario a pequeña escala: estudio del proceso y del producto obtenido* (Tesis post-grado). Universidad Privada de Navarra, Pamplona, España.
- Vela y Velásquez (2003) *Manejo de Residuos Sólidos en la Ciudad de Moyobamba* (Tesis pre-grado). Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, Perú.

ANEXOS

Anexo 01: Formato de encuesta domiciliaria

ENCUESTA PARA LOS MORADORES DE LAS VIVIENDAS DE LA MUESTRA

DISTRITO: _____ FECHA: _____

CÓDIGO:	SECTOR:
NOMBRE COMPLETO:	
DIRECCIÓN:	
NUMERO DE HABITANTES	

a) DATOS GENERALES

1. Edad:

10 a 14 años	()	15 a 19 años	()
20 a 24	()	25 a 29	()
30 a 39	()	40 a 49	()
50 a 59	()	60 a más	()

2. Sexo: Femenino () Masculino ()

3. Instrucción:

Sin instrucción	()	Primaria Incompleta	()
Primaria Completa	()	Secundaria Incompleta	()
Secundaria Completa	()	Técnica	()
Superior completa	()	Superior incompleta	()

4. Ocupación Económica:

Ama de casa	()	Obrero	()
Oficinista	()	Empresario	()
Comerciante	()	Profesional	()
Desempleado	()	Otros	()

5. Nivel de educación del jefe de familia (persona que aporta el ingreso principal del hogar):

Sin instrucción	()	Primaria Incompleta	()
Primaria Completa	()	Secundaria Incompleta	()
Secundaria Completa	()	Técnica incompleta	()
Técnica completa	()	Universidad incompleta	()

Universidad completa () Estudios de Post grado ()

6. ¿Cuánto es el ingreso familiar al mes?

Menos de 150 nuevos soles () Entre 150 y 350 ()

Entre 350 y 550 () Entre 550 y 800 ()

Mas de 800 ()

7. ¿Tipo de servicios con que cuenta?

Luz () agua () Desagüe ()

Teléfono () Cable ()

b) SOBRE GENERACION DE RESIDUOS SÓLIDOS

8. ¿Qué es lo que más bota al tacho de basura en casa?

Sobras de alimentos () Papeles ()

Latas () Plásticos ()

Otro () ¿cuál?.....

c) SOBRE EL ALMACENAMIENTO Y RECOLECCION DE RESIDUOS SÓLIDOS

9. ¿En qué tipo de envase/recipiente/tacho tiene la basura en su casa/oficina?

Caja () Cilindro ()

Bolsa Plástica () Costal ()

Tacho de plástico ()

Otro recipiente () ¿cuál?

10. ¿En cuántos días se llena el tacho de basura de su casa?

En 1 día () En 2 días ()

En 3 días () En más de 3 días ()

11. ¿En qué lugar de la casa/oficina tiene el tacho de basura?

Cocina () Patio () Corral ()

Otro () ¿Donde?.....

12. ¿El tacho de basura se mantiene tapado?

SI () NO () Algunas veces ()

13. ¿Quién de la familia se encarga de sacar la basura?

Yo () Padre () Madre ()

Hijo () Hija ()

Cualquiera ()

14. ¿Cada cuánto tiempo recogen la basura de tu casa?

Todos los días () Dejando 1 día ()

Dejando 2 ó 3 días. () Muy pocas veces ()

Nunca ()

15. ¿Quién recoge la basura de tu casa?

Municipio () Triciclos ()

Empresa () Desconocidos ()

No se tiene recojo () Otros () ¿Cuál?.....

16. Cuando se acumula varios días la basura en la casa/oficina, ¿Qué se hace con esta basura?

Se quema () Se entierra () Se bota a la calle ()

Se bota al río () Se lleva al botadero más cercano ()

Otros () ¿Cuál?.....

17. ¿Por qué crees que existen acumulaciones de basura en tu barrio o calle?

No sabe () No hay ese problema ()

Porque no pasa el basurero () Por negligencia de la población ()

d) SOBRE LA SEGREGACION Y REUSO DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS

18. ¿Qué hace con las sobras de comida? ¿Se reaprovechan?

SI () ¿En qué?.....

NO ()

19. ¿Qué se hace en su casa/empresa con las botellas de plástico vacías?

Se botan al tacho () Se venden ()

Se regalan () Otro uso () ¿Cuál?.....

20. ¿Qué se hace en su casa/empresa con las botellas de vidrio vacías?

Se botan al tacho () Se venden ()

Se regalan () Otro uso () ¿Cuál?.....

21. ¿Qué se hace en tu casa/empresa con las bolsas de plástico?

Se botan () Se usan para poner basura ()
 Se queman () Se venden ()
 Se regalan () Otro uso () ¿Cuál?.....

22. ¿Qué se hace en tu casa con las latas?

Se botan () Se usan para poner basura () Se venden ()
 Se regalan () Otro uso () ¿Cuál?.....

23. ¿Qué se hace con el periódico y el cartón?

Se botan () Se usan para poner basura () Se queman ()
 Se venden () Se regalan () Otro uso () Diga ¿cuál?.....

24. ¿Quién(es) trabaja(n) en la casa algún tipo de manualidades con alguna cosa que sobre o esté para botarse? Padre () Madre () Hijo () Hija () Nadie ()

25. ¿Estaría dispuesto a separar sus residuos en casa/empresa para facilitar su reaprovechamiento? SI () NO () ¿Por qué?.....

26. ¿Cuál de los siguientes tiempos de recojo de la basura le parece bien?

Todos los días () Cada 2 días () 1 vez por semana ()

e) SOBRE LA DISPONIBILIDAD DE PAGAR EL SERVICIO

27. ¿Está Usted satisfecho con el servicio de recojo de basura que recibe?

SI () NO () ¿Por qué?.....

28 Si, su respuesta es NO ¿le interesaría tener un servicio de recojo de basura, realizado por una empresa privada? SI () NO () ¿Por qué?.....

29. Si, su respuesta es SI ¿Estaría dispuesto(a) a pagar por este servicio de recojo de basura?

SI () ¿Cuánto? :..... NO () ¿Por qué?.....

30. ¿Le interesaría tener el servicio de recojo de basura, a través de un servicio municipal mejorado? SI () NO () ¿Por qué?.....

31. Si, su respuesta es SI ¿Estaría dispuesto(a) a pagar por este servicio de recojo de basura?

SI () ¿Cuánto? :..... NO () ¿Por qué?.....

Anexo 02: Formato de caracterización de residuos sólidos orgánicos.

DISTRITO:.....

ESTRATO:.....

Fecha:.....

Componente	Peso (kg)
A. Residuos aprovechables (A1 + A2)	
<i>A.1 Compostificables</i>	
<i>Residuos orgánicos:</i>	
Fibra dura vegetal	
Hueso	
Madera	
Residuos alimenticios (restos de comida, frutas)	
Residuos de jardines (restos de poda de jardines ò de áreas verdes)	
Cuero	
Algodón	
Pluma	
TOTAL (A+B+C)	

Anexo 04: Imágenes del proceso de caracterización



Imagen 1: Proceso de caracterización



Imagen 2: Acondicionamiento de compostera en viviendas



Imagen 3: Proceso de descomposición en composteras