



FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

TESIS

**“ESTUDIO DE FACTIBILIDAD DEL
COMPOSTAJE EN EL DISTRITO DE YUCAY DE
LA PROVINCIA DE URUBAMBA – CUSCO”**

PRESENTADO POR EL BACHILLER

JEAN DARWIN CAMPANA ZELA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AMBIENTAL

LIMA – PERÚ

2016

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación, está dedicado a mis padres, quienes siempre me brindaron su inmenso amor, su incondicional apoyo, su comprensión y gracias a ellos estoy logrando muchos objetivos en mi vida.

AGRADECIMIENTO

- A mis Padres , familiares y amigos por el apoyo y comprensión que brindaron durante el desarrollo y culminación de mi trabajo de investigación.
- A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental de la Universidad Alas Peruanas, quienes con sus sabias enseñanzas, han permitido que logre un escalón más en el mundo académico científico de la ingeniería.

RESUMEN

En el presente trabajo dicha información nos sirvió de insumo para conocer la cantidad de residuos sólidos orgánicos aprovechables, opciones sobre los hábitos y costumbres de los usuarios domésticos, además obtener información sobre la generación per cápita (por habitante) de residuos sólidos y por último la composición detallada de los residuos domiciliarios producidos. Partiendo de esto se recomendaron algunas formas de aprovechamiento, tales como: el aprovechamiento de los residuos sólidos de tipo orgánico (restos de comida, papel mezclado y desperdicios de vegetales no legumbres) para la elaboración de compost, evitando su desperdicio y mala disposición, contribuyendo a una adecuada gestión de los residuos sólidos.

En cuanto a estos residuos orgánicos, restos de comida, papel mezclado y restos de desperdicios no legumbres en el distrito de Yucay, con el estudio de estos tres componentes compostables esenciales, se podrá implementar una planta para elaborar compost. La disponibilidad de un terreno, una fuente de agua accesible y la demanda de la población rural, urbana y la municipalidad del distrito de Yucay para su uso del compost en parques, viveros y agricultura en general; harán posible la implementación de una planta de compostaje como forma de tratamiento de estos residuos orgánicos.

ABSTRACT

In this paper such information served us input for the amount of usable organic solid waste, options on the habits of domestic users, plus information on the per capita generation (per capita) of solid waste and finally detailed composition of household waste produced. Starting with this some forms of exploitation, such as were recommended: the use of solid waste organic type (food scraps, mixed paper and waste vegetables are not vegetables) for composting, avoiding waste and bad characters, contributing to adequate management of solid waste.

As for these organic waste, food waste, mixed waste paper and leftover vegetables not Yucay district, with the study of these three essential compostable components, you can implement a plant to produce compost. The availability of land, an accessible source of water and demand for rural, urban and municipal district of Yucay for use of compost in parks, nurseries and agriculture in general; They will make it possible to implement a composting plant as a form of treatment of these organic waste.

INTRODUCCIÓN

Los volúmenes de residuos sólidos en nuestras comunidades en general siguen aumentando, lo que conduce a la pérdida de los recursos y el aumento de riesgos ambientales. Los residuos sólidos se generan por cada ser humano en la Tierra, no importa de un año de edad, el género, la ubicación, o ingresos monetarios. Al consumir las necesidades más básicas para la supervivencia, los residuos sólidos se crean como un subproducto. Los residuos sólidos incluyen todo, desde pizzas sobrantes, ordenadores rotos, productos químicos tóxicos, animales de peluche viejos y revistas del mes pasado, hasta tanto Más. De la cuna a la tumba, la cadena de la creación de residuos para un solo producto puede ser complicado e innecesario; sin embargo, los seres humanos adoptan los deseos y necesidades de todos los días y, por tanto, su vida es de consumo permanente. Como este proceso se multiplica por los miles de millones de personas en la Tierra hoy en día, la cantidad de residuos sólidos aumenta hasta irresponsable e incontrolablemente.

Como generación de residuos sólidos está conectado directamente a los hábitos de consumo elevado de los seres humanos, disminuir de forma activa estas tasas se ha convertido en una prioridad para muchos residuos sólidos. Al disminuir los niveles de generación de residuos, hay menos tensión puesta en las instalaciones de gestión de residuos sólidos, las comunidades circundantes, y las economías locales. Hay también una drástica disminución en el impacto ambiental de la gestión de residuos sólidos, incluyendo una disminución en la degradación del suelo, la contaminación del agua, la contaminación del aire a través de la emisión de efecto invernadero de gases, la propagación de peligros para la salud humana a través de la descarga de sustancias tóxicas.

Los residuos sólidos pueden ser divididos en varias categorías que incluyen: basura, materiales reciclables, materiales reutilizables residuos electrónicos,

residuos tóxicos / peligrosos, residuos para compost y otros. Una vez descartado y etiquetado como un desperdicio, cada categoría tiene una ruta específica o ruta para la eliminación. Varios de estos métodos incluyen vertido, incineración, transporte, reciclaje, compostaje y la reutilización. Estos procesos de eliminación de residuos son siempre cambiantes ya que a menudo requieren elaborar modificaciones o nuevos planes de diseño para actualizar con éxito y de manera sostenible desarrollar un métodos de gestión de residuos de las instalaciones.

Con muchas instalaciones de gestión de residuos urbanos dedicados a la reducción de los residuos sólidos mediante el desarrollo de programas de desvío de residuos, la adquisición de un plan único para el desarrollo sostenible crecimiento es una necesidad. Este proceso puede ser muy complicado teniendo en cuenta la naturaleza dinámica de cada comunidad urbana individual. A lo largo de todo el proceso de desarrollo, una instalación de gestión de residuos urbanos se centra en la búsqueda de un equilibrio, incluso entre las naturalezas dispares de tres factores de crecimiento sostenible: social, ambiental, y económico.

Para reducir la amplia lente de la gestión de los residuos sólidos y el crecimiento sostenible dentro de un área urbana, esta investigación se centró exclusivamente en la corriente de desechos orgánicos y la forma en que se gestiona dentro de una instalación de procesamiento de materiales orgánicos

El proceso de investigación incluyo el examen del lugar de la generación de residuos orgánicos dentro del área urbana de Yucay. La cantidad total de residuos generados anualmente en la ciudad de Yucay se estima en alrededor de 606.76 (TN/ANUAL). Tradicionalmente, la principal opción para la gestión de residuos ha sido el depósito en vertederos. El vertido de residuos biodegradables contribuyen a un medio ambiente donde la producción de lixiviados es altamente contaminante así como la producción

del gas metano constituye uno de los gases de efecto invernadero, que necesita ser reducida, con el fin de luchar contra el cambio climático. Las emisiones de metano de los rellenos sanitarios constituyen alrededor del 30% de las emisiones antropogénicas mundiales de metano a la atmósfera.

El tratamiento biológico de los residuos incluye el compostaje, la digestión anaeróbica, o tratamiento mecánico-biológico. El compostaje es fuertemente apoyado en diferentes partes del mundo. El término residuos biológicos se refiere a la parte biodegradable de los RSU, que representa alrededor del 65% de la total de los RSU generados.

Se dispone de datos estimados en relación con la cantidad de residuos orgánicos producidos en el distrito de Yucay. El uso de compost en la agricultura es cada vez mayor ayudando a resolver la gestión de los residuos biodegradables, así como medios para aumentar o conservar la materia orgánica del suelo. Esta investigación tuvo como objetivo contribuir a la identificación de un sistema para la gestión de la utilización de residuos compostables utilizando residuos alimentarios y otros del distrito de Yucay, que contribuirán a una agricultura sostenible, en lo que respecta en particular a la disponibilidad de nitrógeno y carbono.

El autor

ÍNDICE

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTO	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
INTRODUCCIÓN	v

CAPÍTULO I

PLANEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.	Descripción de la realidad problemática	01
1.1.1.	Caracterización del problema.	01
1.1.2.	Definición del problema	02
1.2.	Formulación del problema	03
1.2.1.	Problema general	03
1.2.2.	Problemas específicos	03
1.3.	Objetivo de la investigación	03
1.3.1.	Objetivo general	03
1.3.2.	Objetivos específicos	03
1.4.	Justificación de la investigación	04
1.4.1.	Justificación teórica	04
1.4.2.	Justificación metodológica	04
1.4.3.	Justificación practica	05
1.5.	Importancia de la Investigación	05
1.6.	Limitaciones de la Investigación	05

CAPÍTULO II

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.	Marco referencial	06
2.1.1.	Antecedentes de la Investigación	06

2.1.2. Referencias históricas	10
2.2. Marco legal	15
2.3. Marco conceptual	19
2.4. Marco teórico	23
2.4.1. El compost	23
2.4.2. Objetivo del compostaje	24
2.4.3. Sistema de compostaje	24
2.4.4. Calidad de los materiales para el compostaje	28
2.4.5. Etapas del proceso del compostaje aerobio	31
2.4.6. Índices de calidad del compost	33
2.4.7. Parámetros físicos	34
2.4.8. Residuos Sólidos	37
2.4.9. Clasificación de los Residuos Sólidos	38
2.4.10. Sistema de manejo integral de los residuos sólidos	
Urbanos	40
2.4.11. Riesgo asociado al manejo de los residuos sólidos	41

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y nivel de Investigación	43
3.1.1. Tipo de la investigación	43
3.1.2. Nivel de la investigación	43
3.2. Método de la Investigación	43
3.3. Diseño de investigación	44
3.4. Hipótesis de la investigación	45
3.4.1. Hipótesis general	45
3.4.2. Hipótesis específicas	45
3.5. Variables	45
3.5.1. Variable independiente	45
3.5.2. Variable dependiente	45
3.6. Cobertura del estudio de investigación	46

3.6.1. Universo	46
3.6.2. Población	46
3.6.3. Muestra	46
3.6.4. Muestreo	46
3.7. Técnicas de instrumentos y fuentes de recolección de datos	47
3.7.1. Técnicas de la investigación	47
3.7.2. Instrumentos de la investigación	47
3.7.3. Fuentes de Recolección de Datos	48
3.8. Procesamiento estadísticos de la información	48
3.8.1. Estadísticos	48
3.8.2. Representación	48
3.8.3. Comprobación de la hipótesis	48

CAPÍTULO IV

ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Presentación de resultados	49
4.1.1. Resultados parciales	49
4.1.2. Resultados generales	58
4.2. Contratación de hipótesis	84
4.3. Discusión de resultados	85

CONCLUSIONES 88

RECOMENDACIONES 89

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 90

LINCOGRAFIAS 91

ANEXOS 92

Anexo N° 1 93

Anexo N° 2 94

Anexo N° 3: Formato de encuesta para los pobladores de la muestra
domiciliaria 95

Anexo N° 4: Registro Fotográfico 101

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Los residuos sólidos orgánicos generados por el distrito de Yucay son recolectados y transportados para ser dispuestos en un botadero de la capital de la provincia de Urubamba. Sin ningún tratamiento antes de ser depositados, es decir, los residuos compostables que pueden ser gestionados están siendo perdidos, pero se podría recuperar a través de procesos como es el compostaje como una alternativa en diferentes procesos de reutilización. Los programas de gestión de residuos orgánicos urbanos exitosos y sostenibles serán examinados para identificar el equilibrio entre los factores de crecimiento sociales, ambientales y económicos del desarrollo sostenible. Los hallazgos de este estudio darán lugar a la creación de un conjunto de recomendaciones y mejores prácticas para el futuro desarrollo de un programa de gestión de residuos orgánicos sostenible ayudará a reducir los gases de invernadero del distrito, emisiones, mejorar la calidad del suelo y la contaminación del agua inferior en el distrito de Yucay.

1.1.1. Caracterización del problema

El manejo de compostaje del distrito de Yucay, será parte de una separación de residuos desde su fuente de generación aprovechando los residuos compostables. Sin la participación ciudadana es muy difícil que opere exitosamente. Esta participación dependerá en gran medida de cierta conciencia ambiental, por lo que cualquier programa de compostaje deberá promover su desarrollo en los participantes de la población, y la composta misma puede ser utilizado como

“punta de lanza” para beneficio de la población. Entre la planeación de un manejo de compostaje se pudo hacer una importante identificación de las fuentes y asegurar los volúmenes mínimos de materia prima necesaria para un buen manejo de compostaje. Las fuentes de esta materia prima (residuos compostables) son las siguientes:

- Residuos verdes provenientes de podas en parques y jardines (panteones e instalaciones similares)
- Residuos de las comidas de los restaurantes (zona turística).
- Residuos de las actividades agropecuarias del distrito de Yucay (incluyen rastrojo y estiércol).
- Residuos orgánicos domésticos separados de origen en las viviendas

En todos los casos, los residuos orgánicos (residuos compostables) deben ser recolectados por separado de los residuos inorgánicos.

1.1.2. Definición del Problema

Hoy en día, la mayor parte de los residuos sólidos en el distrito de Yucay, están siendo dispuestos o acumulados sin un tratamiento, en un botadero de la capital de Urubamba, dentro de estos residuos sólidos existe materia prima (residuo orgánico compostable) que pueden ser utilizados para compostaje en el distrito de Yucay.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

- ¿Se podrá desarrollar el estudio del proceso de compostaje en el distrito de Yucay provincia de Urubamba para convertirse en una ciudad más sostenible con el medio ambiente?

1.2.2. Problemas Específicos

- ¿Se podrá caracterizar los residuos sólidos orgánicos biodegradables que existen para el compostaje en el distrito de Yucay de la provincia de Urubamba?
- ¿Cómo funcionarán los residuos orgánicos generados en el estudio del proceso de compostaje para el distrito de Yucay de la provincia de Urubamba?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general:

- Desarrollar el estudio del proceso adecuado de compostaje para el distrito de Yucay provincia de Urubamba.

1.3.2. Objetivos específicos

- Caracterizar los residuos biodegradables para compostaje en el distrito de Yucay de la provincia de Urubamba.
- Realizar los estudios en base a sus propiedades fisicoquímicas de la eficiencia del proceso de compostaje el distrito de Yucay de la provincia de Urubamba

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.4.1. Justificación Teórica

Debido a la crisis ambiental que enfrentan actualmente el Perú y el mundo; considerando que viviendo en el departamento de Cusco resulta inevitable observar la contaminación que se genera por parte de los residuos sólidos, es de gran importancia ir en la búsqueda de alternativas para el tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, como es el compostaje realizando un adecuado manejo de los residuos compostables que se generan en el distrito de Yucay .

El problema del manejo se asocia cuando se desperdicia su potencial de aprovechamiento de los residuos compostables y se dispone solo como un residuo en el botadero de la capital de Urubamba. Es por esta razón es que se justifica buscar tratamientos adecuados que permitan la utilización racional de dichos residuos compostables.

1.4.2. Justificación metodológica

Manejar mediante el método científico experimental analítico, que será uso de la metodología, que un primer paso a realizar será la caracterizar los residuos sólidos compostable del distrito de Yucay posteriormente se usara modelos matemáticos el cual mencionaremos como se puede realizar un adecuado estudio de los residuos orgánicos compostables.

1.4.3. Justificación Práctica.

Para el manejo de los residuos orgánicos compostables se desarrollara un estudio de viabilidad del proceso de compostaje usando fórmulas matemáticas, realizando su caracterización fisicoquímicas de los residuos sólidos compostables.

1.5. IMPORTANCIA DE LA INVESTIGACIÓN

Los residuos sólidos compostables que se generan en el distrito de Yucay ya no serán dispuestos o llevados al botadero de la capital de Urubamba, si no que serán tratados en el propio distrito mediante un sistema de compostaje adecuado. Trabajando este estudio de proceso de compostaje se lograra un beneficio a con el distrito de Yucay al contar con nutrientes (abonos) para la agricultura de dicho distrito.

Dicho abono será de utilidad al municipio para sus jardines para sus viveros, se proveerá abono para aquellos que quieran desarrollar sus almacenes y en un futuro para la agricultura de los que quieren comprar este abono. Además, al adoptar la costumbre de separar su propio flujo de residuos, el ciudadano tomará una mayor conciencia del problema de la generación de residuos y desarrollará un mayor sentido de su propia responsabilidad en este ámbito

1.6. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

La limitación está relacionada con la poca práctica de segregación de residuos compostables así como la valorización de los mismos en el Distrito de Yucay.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. MARCO REFERENCIAL

2.2.1. Antecedentes de la Investigación

- En España se realizó un programa llamado El programa de recogida selectiva y compostaje del Baix Camp está gestionado por el Consell Comarcall del Baix Camp. La Generalitat de Catalunya, a través de su Departamento de Medio Ambiente, establece la normativa y actúa como supervisor del programa. En la actualidad, el programa cubre un área de 695 km² e incluye aproximadamente 25000 personas en 8000 hogares. El programa consiste en una recogida selectiva (tanto a domicilio como a productores a gran escala) en contenedores en la calle de los residuos biodegradables de cocina y de jardinería, su transporte a la planta central de compostaje y su compostaje en pilas volteadas. En los dos años y medio de operación del programa se han recogido aproximadamente 7000 toneladas de residuos de cocina y 3000 toneladas de residuos de jardinería, y se han comercializado 900 toneladas de compost en la planta. El éxito del programa se debe a las buenas campañas de comunicación y a la firme voluntad política del Consell Comarcal.
- En Francia se realizó un programa llamado Gironde Recogida selectiva para 20000 hogares con una cantidad de residuos biodegradables recogidos de 36 000 t/año para compostaje centralizado privada.

- En Barcelona se realiza el Programa de recogida selectiva y compostaje. El programa de recogida selectiva y compostaje del Área Metropolitana de Barcelona está gestionado por la Entidad de Medio Ambiente del Área Metropolitana de Barcelona, administración supramunicipal, creada por ley, que proporciona servicios centralizados a 33 ayuntamientos del área de la ciudad de Barcelona y alrededores. El área cubierta actualmente es de 113 km². El programa incluye en la actualidad aproximadamente 137000 personas en 55000 domicilios, en cuatro ayuntamientos. El programa consiste en la recogida selectiva de la fracción biodegradable de la basura doméstica en contenedores en la calle y su tratamiento en una planta centralizada de compostaje mediante túneles de compostaje. Se compostan aproximadamente 10700 toneladas de residuos biodegradables al año. El programa ha sido un éxito debido en parte al interés y entusiasmo del personal del Área Metropolitana y a la experiencia de la compañía que explota la planta de compostaje.
- En Cork que es una ciudad en la República de Irlanda, se tiene el programa de compostaje de residuos verdes de Cork que entra en funcionamiento desde 1998, proporciona el compostaje de los residuos verdes a la población del condado de Cork, con 280000 habitantes. El programa se lleva a cabo principalmente en los vertederos del condado de Cork y en los centros de recogida de residuos. Durante unos días señalados, los ciudadanos pueden entregar sus residuos verdes en las áreas designadas para reciclaje. Se recogen y compostan unas 1000 toneladas de residuos verdes al año. El éxito del programa se debe fundamentalmente a su buena aceptación pública.

- Programa de compostaje de Limerick está localizado en la región sudoeste de Irlanda. El programa de compostaje se desarrolla en la ciudad de Limerick el programa de compostaje de Limerick está gestionado por la corporación municipal de Limerick. Se trata de un programa de compostaje centralizado que cubre 2800 hogares. El programa consiste en la recogida selectiva de los residuos biodegradables de cocina y de jardín, y su posterior compostaje centralizado. Se recogen aproximadamente 950 toneladas de residuos verdes al año y se producen 450 toneladas de compost. El éxito del programa se debe a la alta calidad del compost resultante, y a la rapidez y eficacia con que se ha solucionado cualquier inconveniente del programa.
- Programa de compostaje de Cupello localizado en la región de Abruzzo, al sur de Italia. La temperatura media en la zona oscila desde los $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ en invierno a los $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ en verano, y la precipitación media anual es de 600 mm. El término municipal ocupa un área de 48 km^2 y tiene una población de aproximadamente 4200 habitantes. El programa de compostaje de Cupello está gestionado por el ayuntamiento local que consiste en la recogida selectiva de residuos a domicilio incluyendo los residuos de cocina. En los primeros meses del proyecto, la cantidad de residuos de cocina recogida fue de unos $75\text{ kg/año/habitante}$ frente al total de residuos sólidos municipales de $350\text{ kg/año/habitante}$. El éxito del programa se debe en gran medida a la calidad de los nuevos servicios de recogida.
- Programa de compostaje de Monza El municipio de Monza está localizada cerca de Milán, al norte de Italia. El

programa de compostaje de Monza está gestionado por el ayuntamiento local a través de contratistas externos. El programa cubre un área de 35094 km², con una población de 119060 habitantes. El programa consiste en la recogida a domicilio de los residuos biodegradables y en la entrega de los residuos de jardinería en los centros municipales de reciclado. La recogida prevista, en términos anuales, es de 57 kg/habitante de residuos de alimentos y 27 kg/habitante de residuos de jardinería. El éxito del programa se debe principalmente a la intensa campaña de información realizada al comienzo del mismo.

- Programa de compostaje LIPOR. El programa de compostaje se localiza en Ermesinde, Valongo, en el Área Metropolitana de Oporto, al noroeste de Portugal. El programa cubre ocho municipios del Área Metropolitana de Oporto que han formado una asociación municipal para el tratamiento de los residuos de Oporto (LIPOR). El área cubierta por el programa es de 637 km², con aproximadamente 1 millón de habitantes. El programa de recogida selectiva a domicilio de los residuos biodegradables y no biodegradables funciona desde 1995. El programa forma parte de un sistema integrado de gestión de los residuos sólidos, y el tratamiento de los residuos biodegradables se realiza en una planta centralizada de compostaje. Se tratan aproximadamente 30000 toneladas de residuos biodegradables al año. El éxito del programa se debe en gran medida a la entusiasta y responsable participación de la población local.
- Programa de compostaje doméstico del consejo del distrito de Arun. El programa se desarrolla dentro de los límites

administrativos del consejo del distrito de Arun (ADC), en el condado de West Sussex, al sudeste de Inglaterra. El programa de compostaje doméstico del consejo del distrito de Arun está gestionado por el consejo del distrito de Arun en colaboración con los fabricantes de las unidades de compostaje. El programa cubre un área de 23000 hectáreas dentro de los límites del consejo y una población de 140000 personas (62000 hogares). Se trata de un programa de compostaje doméstico que requiere la adquisición de unidades de compostaje por parte de los ciudadanos participantes. Durante el primer año de proyecto se vendieron 3600 unidades de compostaje. El éxito del programa se debe a la buena labor de información y comunicación, y a la alta aceptación y participación de la comunidad.

2.1.2. Referencias históricas

Las primeras plantas de compostaje en México se construyeron a finales de la década 1960 y principios de la década 1970. Estas plantas generaron grandes expectativas; los objetivos de los promotores en esa época eran similares a los que se tienen hoy en día: recuperar materias primas para la industria de reciclaje, prolongar la vida útil de los sitios de disposición final, y mejorar la calidad de vida de los pepenadores. Para lograr estos objetivos, los gobiernos municipales o estatales invirtieron capital para acondicionar los sitios de operación, adquirir la maquinaria necesaria y capacitar a los operadores. Desgraciadamente, cerca de una tercera parte de las plantas instaladas en México han ido cerrándose, pues por diversas razones (técnicas, económicas, administrativas, políticas y sociales) dejaron de ser viables para los municipios que las

operaban. Tales fueron los casos de las plantas de Toluca, Guadalajara, Monterrey y San Juan de Aragón. Las plantas de Acapulco y Villahermosa se construyeron pero nunca operaron. También fracasaron las plantas de Oaxaca y Morelia. Por otra parte, muchas plantas han logrado superar obstáculos diversos y han logrado mantenerse en operación a través de los años. Ejemplos de plantas que continúan en operación y que logran los objetivos de reducción de RSU llevados al sitio de disposición final, así como objetivos educativos, son las de Bordo Poniente, Cuautitlán Izcalli, Atizapán de Zaragoza, Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), Jiutepec, Querétaro y Jalapa, entre otros.

Un estudio piloto del INE (Instituto Nacional de Ecología) realizado en el año 2005 identificó 61 plantas de compostaje, que estaban operando, o que hubieran operado en algún momento, en México. El enfoque del estudio fue la zona centro del país, así es que los resultados no reflejan la totalidad de las experiencias al nivel nacional; es de esperarse que existan y hayan existido más plantas en el resto de la República. Sin embargo, la muestra estudiada es importante y da elementos para un análisis de la operación de plantas municipales de compostaje en México.

En 1993, la Dirección General de Servicios Urbanos del Gobierno del Distrito Federal, implementó con bastante éxito, un proyecto experimental de composteo, para residuos especiales que generalmente llegan separados directamente desde su fuente generadora, tales como residuos de poda de parques, jardines y camellones. A partir de 1996, esto derivó en una planta piloto que básicamente cuenta con un molino de

110 HP y un equipo volteador de composta para airear las pilas de composteo. En ambos casos el proceso es monitoreado, mediante el análisis de calidad de materia prima y producto terminado, reportándose hasta ahora que el producto cumple con los requisitos de calidad en nutrientes para vegetales y ausencia de contaminantes. Hasta la fecha se han aplicado cerca de 1500 m³ de composta producida por ésta planta piloto en áreas verdes y camellones de avenidas como Insurgentes y Chapultepec. Por lo que se tiene la intención de ampliar la capacidad y cobertura de éste sistema de procesamiento de residuos. Ahora, la Dirección General de Servicios Urbanos abrió una nueva vertiente experimental en la que se cuenta con pilas experimentales que están procesando cadáveres de animales, provenientes de vialidades, zoológicos y centros antirrábicos (González 1997). Sin embargo, aún no se comercializa la composta, ni se cuenta con estudios de mercado para determinar la factibilidad de llevar éste proceso a niveles industriales. Por todo ello, se ha determinado que la falta de estudios de factibilidad y el reducido mercado nacional han sido causas fundamentales en el fracaso de dichos sistemas, pero adicionalmente, también la falta de planeación ha creado expectativas falsas en las autoridades que se han arriesgado a invertir en estas plantas, ya que se ha pretendido que la separación que necesariamente se tiene que hacer en éste tipo de procesos, sea una fuente de ingresos para los municipios, más que un medio para obtener una materia prima óptima para el composteo y a veces pareciera que se adquirió una planta para separación de materiales, más que una instalación para el composteo de residuos. En el sentido técnico, se puede decir que la falta de sistemas de control de calidad en el proceso de composteo, ha provocado en todos los casos, que se alimente a las pilas o biodigestores, residuos

orgánicos “contaminados” o de “baja calidad”, lo que aunado a la falta de control en la operación de las instalaciones, genera una composta igualmente mala y que resulta difícil o hasta imposible comercializar.

La elaboración del compost a partir de desechos orgánicos no es nueva, es una práctica secular en Asia (Mayea, 1994), se conoce hace cientos de años en muchas partes del mundo. El uso de los materiales está ligado de manera histórica y directa con la fertilidad y productividad de los suelos agrícolas (ANDFIASS, 1998).

Cuando se logra la instalación y el arranque de una planta de composteo, siempre llega un momento en que las autoridades no pueden seguir subsidiando la operación de éstas instalaciones y las abandonan o en el mejor de los casos, las destinan a otros usos relacionados con los mismos sistemas de aseo urbano. También han existido algunos proyectos exitosos de tipo demostrativo o piloto, para el composteo de residuos sólidos, promovidos y auspiciados por ONG's, instituciones académicas y entidades gubernamentales. En el primer caso, generalmente operados por la comunidad, en el segundo por grupos de estudiantes entusiastas y en el tercero, coordinados y operados por equipos especiales de técnicos, también entusiastas. Sin embargo, en todos los casos el éxito se restringe al valor académico, social, ecológico o inclusive político y difícilmente se ha logrado, reproducirlos, ampliarlos y menos aún continuarlos, ya que durante su periodo de “éxito”, no se desarrollaron los aspectos institucionales, administrativos, económicos y financieros, necesarios para el éxito de un proyecto a nivel masivo o industrial. Finalmente y debido a estos inconvenientes, tampoco se puede hablar, en el

sentido estricto de la palabra, de la formación de mano de obra o profesionales calificados en la planeación, implementación, operación y mantenimiento de éstos sistemas de tratamiento.

En occidente se conoció esta técnica a partir de las observaciones del profesor F.H.King del Departamento de Agricultura de los E.E.U.U. en 1909 y los experimentos de Sir Albert Howar, inglés considerado el padre de la producción científica de compost (FAO, 1991), quien perfeccionó la técnica entre 1905 y 1934 y realizó ensayos en la región de Indore, la India, método que se aplicó por primera vez en el estado de Kingatori, Kenya en el año 1933, la técnica produjo buenos resultados y fue adoptada por compañías, agricultores y horticultores de muchas partes del mundo. Por estos años se adquirió un entendimiento del efecto de los parámetros físicos y químicos más importantes en el compostaje, así como de las interacciones microbianas implicadas; más adelante se dieron diversos criterios sobre el compost a partir de estudios en los que se tuvieron en cuenta diferentes procesos como fermentación aeróbica y anaeróbica, procesos biológicos, bioquímicos, de síntesis y descomposición debido a la acción de diferentes microorganismos, sobre los cuales actúan diversos factores como: Humedad, temperatura, aireación en condiciones controladas (FAO, 1991; Pereira y Stentiford, 1992; Kolmans y Vázquez, 1996; Leal y Madrid de C, 1998; Frioni y Santos, 1998).

En Cuba el ingeniero Álvaro Reinoso fue el pionero en la aplicación de abonos orgánicos, sus trabajos de caña así lo demuestran (Paéz, 1992). Después del triunfo de la Revolución con la creación de las Direcciones Provinciales de Suelos se ha trabajado para dar solución a los problemas de la productividad

de los suelos, mediante la recuperación de la fertilidad orgánica y la creación de Instructivos Técnicos sobre el procesamiento y aplicación de abonos orgánicos.

2.2. MARCO LEGAL

- **Normas Internacionales que influyen en la Gestión de los Residuos Sólidos**

En el plano internacional hay varias disposiciones que dictan pautas para la gestión ambiental, que repercuten directa e indirectamente en la gestión de los residuos sólidos, fundamentalmente, a partir de principios como:

1. **El Desarrollo Sostenible:** que promueve un crecimiento económico armonizado en condiciones de igualdad, con la protección ambiental y la equidad social.
2. **El Principio Contaminador Pagador:** acuñado por los países industrializados en 1972. Este principio se plasma en una serie de instrumentos a través de los cuáles se promueve la internacionalización de los costos ambientales, es decir, que el titular de las actividades contaminantes asume, incluyendo en el precio de su producto o servicio, el costo de los impactos o daños causados al ambiente y a la población, y además, el costo de las actividades desplegadas para la prevención y el control de la actividad potencialmente contaminante, que es desarrollada con fines lucrativos de beneficio particular.
3. **Principio de Prevención:** Tiene por objeto proteger al hombre y su ambiente no sólo de los daños y peligros inminentes cuya erradicación absoluta se establece a través de una prohibición,

sino de los posibles riesgos que deben evitarse para no exponer innecesariamente a la población, a daños ambientales que pueden tener efectos irreversibles.

- 4. Principio de la Cuna a la Tumba:** esta curiosa denominación encierra una importante premisa derivada de la legislación sobre el manejo de residuos industriales y en particular de los peligrosos. La responsabilidad de las personas que generaron los desechos se extiende a todo su ciclo de vida, desde que son producidos hasta que son dispuestos en su lugar de confinamiento. El titular de los residuos peligrosos no se exonera de la obligación de velar por su manejo adecuado, aun cuando los comercialice o transfiera a terceros. Así, si hubiera un accidente en alguna de las etapas del manejo, aquél será solidariamente responsable de los daños, con quien los causó directamente.

Estos principios se recogen de una serie de instrumentos internacionales como:

- **La Declaración de Río**
Que a través de 27 principios establece un conjunto de derechos y responsabilidades que deben ser asumidos por la comunidad internacional a fin de alcanzar el desarrollo sustentable.
- **La Agenda 21**
Que establece un plan de acción para orientar la estrategia mundial del próximo siglo hacia el desarrollo sustentable. Este es un instrumento de gran importancia, porque define en sus aproximadamente 700 páginas y 115 áreas de programas agrupados en 40 capítulos, los lineamientos de las principales

actividades que deberían realizarse con el fin de perfilar el desarrollo sustentable de la comunidad internacional, entre los cuales se encuentran capítulos referidos a: el consumismo, la salud humana y el manejo de los residuos sólidos.

- **Constitución Política del Estado Peruano.**

Artículo 2º. Toda persona tiene derecho:

Inciso 22: A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

- **Ley General de Residuos Sólidos (Ley Nº 27314)**

En ella se pretende establecer un concepto único de los "residuos sólidos", y una clasificación uniforme de los mismos, para facilitar el tratamiento legal de los distintos aspectos involucrados en la gestión de los residuos sólidos. En ella se trata de regular de alguna manera todo el ciclo de vida de los residuos. Sin embargo existen algunos vacíos importantes que introducen distorsiones para la puesta en operación de un sistema integrado de gestión.

De todas formas es fundamental resaltar esta ley, ya que regula todo el manejo de los desechos en el país. Los cuales no brindan temas importantes y fundamentales respecto a la gestión de residuos sólidos como por ejemplo:

- ✓ El artículo 3 de esta ley, nos habla de la finalidad de la gestión de los residuos sólidos en el país, es decir, su manejo integral y sostenible, mediante la articulación, integración y compatibilización de las políticas, planes, programas,

estrategias y acciones de quienes intervienen en la gestión y el manejo de los residuos sólidos.

✓ El artículo 4 de la ley, nos presenta lineamientos de política, que tienen los puntos que vale la pena resaltar tales como:

1. Desarrollar acciones de educación y capacitación para una gestión de los residuos sólidos eficiente, eficaz y sostenible.
 2. Adoptar medidas de minimización de residuos sólidos, a través de la máxima reducción de sus volúmenes de generación y características de peligrosidad.
 3. Establecer un sistema de responsabilidad compartida y de manejo integral de los residuos sólidos, desde la generación hasta su disposición final, a fin de evitar situaciones de riesgo e impactos negativos a la salud humana y el ambiente, sin perjuicio de las medidas técnicamente necesarias para el mejor manejo de los residuos sólidos peligrosos.
 4. Fomentar el reaprovechamiento de los residuos sólidos y la adopción complementaria de prácticas de tratamiento y adecuada disposición final.
- **Decreto Legislativo N° 613, Código del Medio Ambiente y los Recursos Naturales** Tiene como objetivo la protección y conservación del medio ambiente y de los recursos naturales a fin de hacer posible el desarrollo integral de la persona humana con el fin de garantizar una adecuada calidad de vida.

Además involucra directamente al Estado y los gobiernos locales en el tema de una adecuada de la gestión de los residuos sólidos.

Artículo 102°. Es obligación del Estado, a través de los gobiernos locales, controlar la limpieza pública en las ciudades y todo tipo de asentamiento humano, considerando necesariamente las etapas de recolección, transporte y disposición final de los desechos domésticos, así como la educación de sus habitantes.

2.3. MARCO CONCEPTUAL.

- **Materia Orgánica:** Se comprende por materia orgánica del suelo la fracción orgánica menor de 2 mm que incluye residuos vegetales y animales en distintas etapas de descomposición, o sea, que contiene residuos frescos, parcial y totalmente descompuestos, además de tejidos y células de microorganismos que están presentes en los suelos y sustancias producidas por los mismos.

La fracción de la materia orgánica más estable en el suelo es el humus el cual ya experimentó una serie de cambios siendo el humus un compuesto más complejo que la definición antes presentada de materia orgánica ya que en este ocurre la síntesis de otros compuestos orgánicos como ácidos húmicos, fúlvicos, himatomelánicos, complejos ligno proteicos y complejos de carbohidratos con proteínas.

- **Aprovechamiento de los Residuos Sólidos orgánicos:** De acuerdo a la Política para la Gestión de Residuos, el aprovechamiento se entiende como el conjunto de fases sucesivas de un proceso, cuando la materia inicial es un residuo, entendiéndose que el procesamiento tiene el objetivo económico de valorizar el residuo u obtener un producto o subproducto utilizable. Aprovechables son aquellos que pueden ser reutilizados o transformados en otro producto, reincorporándose al ciclo

económico y con valor comercial. La maximización del aprovechamiento de los residuos generados y en consecuencia la minimización de las basuras, contribuye a conservar y reducir la demanda de recursos naturales, disminuir el consumo de energía, preservar los sitios de disposición final y reducir sus costos, así como a reducir la contaminación ambiental al disminuir la cantidad de residuos que van a los sitios de disposición final o que simplemente son dispuestos en cualquier sitio contaminando el ambiente. El aprovechamiento debe realizarse siempre y cuando sea económicamente viable, técnicamente factible y ambientalmente conveniente.

De modo tal, que las normas y acciones orientadas hacia los residuos aprovechables deben tener en cuenta lo siguiente:

- ✓ Se trata de materia prima con valor comercial, en consecuencia sujeta a las leyes del mercado y consideradas como insumo.
 - ✓ Su destino es el aprovechamiento ya sea de manera directa o como resultado de procesos de tratamiento, reutilización, reciclaje, producción de bioabono, generación de biogás, compostaje, incineración con producción de energía, entre otros.
 - ✓ La definición de residuo aprovechable se deberá hacer por las autoridades ambientales y municipales en sus respectivos Planes de Gestión de Residuos Sólidos, que deberán formular.
- **Cribado:** Clasificación de los residuos eliminando los contaminantes usando equipos como un trommel o una cribadora.
 - **Hileras:** Pilas alargadas removidas regularmente durante el proceso de compostaje. El compostaje en hileras normalmente depende de procesos naturales de suministro de aire, aunque

éstas pueden ser aireadas artificialmente. Las hileras se remueven para aumentar la porosidad y homogeneidad de las pilas.

- **Material putrescible:** Materiales biodegradables blandos y húmedos, como sobras de alimentos y restos de vegetales, que pueden degradarse aeróbica y anaeróbicamente.
- **Material orgánico no putrescible:** Materiales leñosos, más secos, que pueden compostarse, pero el proceso dura más tiempo que con los materiales putrescibles y requiere la presencia de oxígeno.
- **Pilas estáticas aireadas:** La materia compostable se coloca en largas pilas que se airean, mediante la circulación de un flujo de aire a través de la pila. La pila no se remueve.
- **Recogida selectiva:** La recogida de los residuos producidos por los hogares, separados por tipos de material. Ejemplo de ello pueden ser: la fracción biodegradable; los materiales secos reciclables como el papel, el vidrio y los metales.
- **Residuos compostables:** La fracción biodegradable de los residuos (también conocida como residuos biodegradables, residuos verdes y residuos orgánicos). En principio todos los residuos orgánicos de origen biológico son compostables. Esto incluye: las sobras de los alimentos de los hogares, restaurantes, cantinas y bares; residuos verdes de los jardines y parques, y papel sucio.
- **Relación carbono nitrógeno(C:N):** Los procesos de fermentación de materia orgánica contenida en los residuos sólidos urbanos generados en cualquier población cumplen con el doble objetivo de tratar convenientemente los citados residuos, así como

revalorizarlos obteniendo un producto final útil para la agricultura. Este producto, el compost, debe cumplir una serie de propiedades que garanticen su calidad, entre ellas, temperatura, granulometría, cantidad de elementos extraños, etc..., pero es la relación carbono-nitrógeno del compost una de las más importantes, ya que tanto el carbono como el nitrógeno son dos elementos esenciales para la nutrición de cualquier organismo, en esta caso las especies vegetales, por lo que para una correcta fermentación deben encontrarse en las proporciones idóneas.

- **Compostaje comunitario:** Los residuos biodegradables se recogen a domicilio y se procesan de forma centralizada, como en el programa centralizado. Sin embargo, la diferencia radica en que los programas comunitarios de compostaje cubren un área geográfica generalmente más pequeña que los centralizados y se sitúan al nivel de una comunidad local. El producto final es utilizado por los ciudadanos que participan en el programa, cerrando así el ciclo de la generación y reciclaje de residuos.
- **Compostaje doméstico:** Los ciudadanos compostan los residuos biodegradables que han generado y utilizan ellos mismos el compost así producido. Para ello puede ser necesario adquirir una unidad de compostaje, pero no es imprescindible, ya que muchos ciudadanos pueden utilizar unidades hechas en casa.
- **Trommel:** Equipo utilizado para cribar los residuos. Los residuos se hacen pasar por el trommel y se separan en diferentes fracciones según su tamaño, y los contaminantes, como por ejemplo las láminas de plástico, se eliminan.

2.4. MARCO TEÓRICO

2.4.1. El compost

El compost es un abono orgánico que resulta de la degradación de los residuos orgánicos tanto vegetales como animales, transformados por la micro flora y la micro fauna del suelo en una sustancia que mejora la estructura y la estabilidad de la tierra.¹ El compost tiene una particularidad especial respecto a los fertilizantes tradicionales, y es que sólo puede ser obtenido de una manera natural, utilizando los residuos que comúnmente botamos y ayudando a la no contaminación del medio ambiente.

El compost orgánico otorga muchos beneficios, debido a que es un acondicionador de suelos con características húmicas, no contiene microorganismos patógenos, por lo que puede ser manejado y almacenado sin riesgo. Es muy beneficioso para el crecimiento de las plantas, ya que sirve como fuente de materia orgánica para ayudar a la formación de humus en el suelo, y mejorar el crecimiento de los cultivos en la agricultura, dado que contiene valores apreciables de nutrientes como nitrógeno, fósforo y potasio.

El abono orgánico son todos aquellos productos que poseen de una manera equilibrada los micronutrientes necesarios para las actividades bioquímicas de las plantas, también poseen grandes cantidades de microorganismos, dado que todos ellos provienen mayormente de insumos totalmente orgánicos procedentes de los campos. En general, los abonos orgánicos se clasifican en dos tipos:

- Abonos orgánicos sólidos: compost, humus de lombriz, bokashi, abonos verdes.
- Abonos orgánicos líquidos: biol, té de humus, té de compost.

El compostaje es un proceso de descomposición bioquímica, mediante el cual, diversos sustratos orgánicos se degradan y se estabilizan debido a la acción de una elevada población de microorganismos aerobios como anaerobios, obteniendo un producto estable llamado compost. El proceso de compostaje reduce considerablemente los agentes patógenos, los cuales pueden ser dañinos para los humanos como para los animales y vegetales.

2.4.2. Objetivo del compostaje

Es convertir los residuos orgánicos putrescibles a materiales estables y libres de organismos patógenos que puedan afectar a los seres humanos, siendo capaz de eliminar insectos, huevos de larvas y enfermedades que puedan tener las plantas.

El compostaje también contribuye a los procesos de secado de materiales orgánicos de naturaleza húmeda, como son los lodos de plantas de tratamiento de aguas residuales, domésticas o industriales, mejorando su manejo y disposición final.

2.4.3. Sistemas de compostaje:

Se han diseñado distintas formas de realizar el compostaje, algunas de ellas difieren significativamente unas de otras. Los

distintos sistemas de compostaje pretenden conseguir una aireación óptima y llegar a las temperaturas termófilas. Se debe de tratar de eliminar los microorganismos patógenos durante el proceso, ya que muchos de los residuos a compostar pueden contenerlos, por lo que se considera un sistema efectivo aquel que logre transformar gran parte de la materia orgánica contenida en los residuos. Se pueden distinguir dos tipos de sistemas: abiertos y cerrados.

- **Sistemas abiertos o pilas de compostaje:** Se basan en la formación de pilas, agrupando los residuos en montones. Si los montones ocupan superficies aproximadamente cuadradas, se denominan mesetas. Los materiales a compostar se deben de apilar sin que se compriman mucho, para permitir que el aire quede retenido, los montones o pilas deben ser aireados por volteo o ventilarlos por aireación a través de un sistema de distribución de aire.

Dentro de los sistemas abiertos se distinguen:

- ✓ **Pilas estáticas (sin volteos):** En este sistema de compostaje no se realizan volteos en las pilas. El aire necesario para el proceso se suministra por medio de la introducción de aire a presión (aireación forzada o método de Beltsville) o mediante aspiración de aire (aireación inducida o método de Rutgers).
- ✓ **Pilas dinámicas (con volteos):** En este sistema la mezcla de materiales se coloca en montones o pilas, en grandes filas paralelas, ya que es la altura y el ancho los que definen la formación de éstas. Si el montón es muy alto, el material puede comprimirse por su propio peso y este fenómeno puede dar lugar a que el proceso esté en

condiciones anaerobias, sin embargo, pilas muy bajas pueden provocar una pérdida de calor demasiado rápida y hacer que no se pueda llegar a las temperaturas termófilas o pueden provocar una excesiva pérdida de humedad. La frecuencia de los volteos depende del tipo de material, de la humedad y la rapidez con que interesa llevar a cabo el compostaje. Si el intervalo de tiempo entre volteos es grande, la escasez de oxígeno puede hacer que se necesite más tiempo para llegar al final del proceso, pero si el intervalo de tiempo es pequeño, afectaría el desarrollo de algunos de los microorganismos que intervienen en el proceso. Es recomendable que los volteos se realicen con alta frecuencia (una vez por semana), sobre todo al principio, ello intensifica la actividad de los microorganismos en el periodo de descomposición más activa y reduce el tiempo de compostaje.

- **Sistemas cerrados o reactores:** Se basa en la utilización de un reactor o digestor. Son sistemas que tienen unos costos de instalación superiores al de las pilas, pero tienen la ventaja de poder controlar las condiciones necesarias permitiendo la aceleración del proceso, además se necesita de menos espacio para trabajar con el mismo volumen los residuos a compostar. El compost producido en el interior del reactor no alcanza un correcto estado de estabilidad, por lo que se le somete a un proceso de compostaje en pilas en la etapa de maduración (etapa final) de este proceso.

Dentro de los sistemas cerrados se distinguen:

- ✓ Los contenedores o reactores verticales: Miden entre 4 m y 9 m de alto, en este sistema el proceso es difícil de controlar, dado que resulta complicado mantener uniforme la proporción de oxígeno para la masa de material a degradar, la parte baja de la masa es por donde se inyecta el aire, ocasionando que se enfríe demasiado esa zona, la parte superior queda con frecuencia insuficientemente aireada.

- ✓ Los tambores o reactores horizontales: Son cilindros de acero para el compostaje y la rotación es intermitente, su principal función es la diferenciación de componentes de los residuos por medios biológicos y fisicoquímicos. El tiempo de retención en el reactor oscila entre 1 día y 2 días, lo que no es suficiente para un verdadero compostaje, permitiendo solo una iniciación del proceso. La principal ventaja de este sistema es que se logra separar la materia orgánica de los materiales inertes.

- ✓ Túneles de compostaje: Este sistema mantiene el material aislado del exterior, dando lugar a que no intervenga la temperatura del ambiente, no tiene emisiones líquidas o gaseosas, permitiendo la homogeneidad en las condiciones de la masa. Los túneles suelen tener una longitud entre 30 m y 59 m y un ancho y altura de 4 m a 6 m aproximadamente, este sistema es adaptable a variaciones de carga, se puede ampliar sin problemas, dado que se trata de un sistema modular y la maduración resulta fácil ya que se puede culminar esta etapa del proceso formando pilas de compostaje.

2.4.4. Calidad de los materiales para el compostaje.

El material seleccionado para ser utilizado en el proceso de compostaje es un factor importante respecto a la calidad del producto final a obtenerse, siendo necesario analizar los materiales que se van a compostar para poder establecer las características tales como: pH, tamaño de partículas, contenido de nitrógeno total, contenido de humedad y contenido de sales.⁶ Se debe de buscar obtener mezclas óptimas con materiales de diferente origen, de tal forma que contengan características complementarias para conseguir un equilibrio en el contenido de nutrientes, y que tengan propiedades físicas y químicas que favorezcan el proceso, permitiendo conseguir una mejor calidad del compost.

En general, se debe de aprovechar todo material declarado como materia orgánica fresca, ser sometidos a procesos de transformación que aseguren su estabilización agronómica tales como el compostaje o la fermentación, esto lo estipula el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC).

El proceso de compostaje es la descomposición y estabilización de diversos residuos orgánicos, por la acción de diversas y sucesivas poblaciones de microorganismos benéficos que se desarrollan bajo condiciones controladas de aire, temperatura y humedad. Este bioproceso aeróbico permite obtener un producto final suficientemente estable para el almacenamiento e incorporación al suelo, sin efectos ambientales adversos (Alvarado, 2004). El producto orgánico resultante de la descomposición de la mezcla de residuos orgánicos de origen animal y/o vegetal, bajo condiciones

controladas, buena aireación, humedad y que necesita pasar por una fase de calor, se denomina compost (Moreno, 2008). El compostaje es un proceso degradativo que puede dividirse en tres etapas: mesofílica o inicial, termofílica y de maduración o curado. En cada etapa del proceso de compostaje se desarrollan eventos de naturaleza diversa que se reflejarán en variaciones en los valores de varios parámetros o características físicas, químicas y biológicas. Los principales parámetros involucrados y que se ven modificados durante el proceso son: temperatura, humedad, potencial de hidrógeno, relación carbono: nitrógeno (C: N), proliferación microbiana (mohos, levaduras, mesófilas aerobios), entre otros. Existen factores determinantes que influyen en la duración del proceso para la obtención de compost maduro, estable y de buena calidad. El contenido de nutrientes (carbono, nitrógeno) y su relación (C: N) ayudan a predecir el curso de descomposición del sustrato y el tiempo de compostaje (Guerrero, 1993). Esta relación define la acción de los microorganismos degradadores y, en consecuencia, la dirección del proceso (Rivero, 1999). El potencial de hidrógeno (pH) es un buen indicador de la descomposición dentro de la masa de compost (Zúñiga, 1987; Opazo, 1991), de tal manera que para garantizar el metabolismo microbiano, su rango de valores debe oscilar entre 5.5 y 8.0 (Rivero, 1999). A valores mayores, habría pérdidas de nitrógeno por volatilización de amoníaco. El control de la temperatura es indispensable para reducir la proliferación de patógenos y, a la vez, mantener una comunidad saludable de microorganismos que estabilicen los residuos orgánicos (McKinley et al., citado por Salas et al., 1998; Sherdman, 2000). Los microorganismos necesitan agua para que puedan realizar sus procesos metabólicos (Sherdman, 2000). El rango óptimo de humedad se encuentra entre 40 y 70%; un exceso

impedirá el acceso de oxígeno disminuyendo la temperatura, propiciando condiciones anaeróbicas y formación de malos olores (Salas et al., 1998; Rivero, 1999; Opazo, 1991). Un déficit de humedad (debajo del 40%), puede limitar la biodegradación por inhibición de la actividad microbiana responsable del proceso (Sherdman, 2000). Cuanto más pequeño sea el tamaño de la partícula del material orgánico, mayor será el área superficial disponible para el ataque de los microorganismos; sin embargo, partículas muy pequeñas se empaquetan entre sí disminuyendo los espacios para el movimiento del aire entre ellas (oxígeno y dióxido de carbono). Si el tamaño de partícula es muy grande, el área superficial se reduce haciendo que la reacción proceda lentamente o que incluso se detenga (Añaños et al., 2004). En un proceso de biodegradación aerobia, como el compostaje, la aireación debe permitir el desarrollo de los microorganismos termofílicos y así garantizar una rápida descomposición, eliminación de hedor y estabilización de fracciones orgánicas remanentes (Salas et al., 1998). Los procesos anaeróbicos se consideran generalmente más lentos y menos eficientes que los aeróbicos (Rivero, 1999).

La inoculación antropogénica, mediante la adición de enzimas o de microorganismos selectos, para remediar alguna deficiencia en el sustrato utilizado de microorganismos degradadores (Misra et al., 2003), podría mejorar el proceso a través de la intensificación de la interacción microbiana y producción de enzimas que coadyuven a degradar la materia orgánica y así, aumenten la biodisponibilidad de nutrientes para el sistema planta. En algunos estudios se han empleado hongos lignocelulolíticos para obtener cambios beneficiosos en ciertos parámetros de maduración del compost (Zeng GM et al.,

2009). Otros han empleado una mezcla de diversos organismos fúngicos para mejorar la relación C:N y el contenido de humus, en un proceso de tres meses de duración (Gaind et al., 2005).

Bacterias también han sido empleadas para optimizar el compostaje, como *Bacillus*, *Streptomyces* y *Ureibacillus*, provenientes de procesos de compostaje previos (Vargas-García et al., 2006). Empleando microorganismos fijadores de nitrógeno, se logró un incremento del nitrógeno total en el producto compostado, mayor fósforo disponible y aumento de productividad de la cosecha (Singh y Sharma, 2003; Meunchang et al., 2005). Aún existe controversia respecto a la real utilidad del empleo de mezclas de microorganismos como inóculo para compostaje; sin embargo, se admite que se requiere de estudios estandarizados que hagan frente a la dificultad inherente de evaluar un complejo sistema de interacción microbiana (Córdor et al., 2007).

2.4.5. Etapas del proceso del compostaje aerobio

Las etapas presentes en todo proceso de compostaje aerobio son:

- ✓ **Etapas mesofílica:** En esta etapa existe la presencia de bacterias y hongos mesofílicos. Dado a su actividad metabólica que realizan, hay un aumento de la temperatura de hasta 45 °C, el pH disminuye debido a la descomposición de lípidos y proteínas en aminoácidos, favoreciendo la aparición de hongos mesofílicos más tolerantes a las variaciones de pH. En esta etapa se debe

de mantener la humedad entre 40% y 60%, dado que el agua distribuye los nutrientes por toda la masa.

- ✓ **Etapa termofílica:** En esta etapa la temperatura sigue ascendiendo hasta llegar a valores de 75 °C, trayendo como consecuencia la muerte de las poblaciones de bacterias y hongos mesofílicos, apareciendo las bacterias, hongos y actinomicetos termofílicos, su actividad microbiana genera calor haciendo que la temperatura aumente, por lo que el pH incrementa hasta estabilizarse, permaneciendo constante hasta el final de proceso. El compost se va tornando un color oscuro.

- ✓ **Etapa de enfriamiento:** Una vez que los nutrientes y la energía comienzan a disminuir, la actividad de los microorganismos termofílicos disminuye, por lo que la temperatura también lo hace hasta llegar a la temperatura ambiente, provocando la muerte de estos y reapareciendo los microorganismos mesofílicos al llegar a temperaturas entre 40 °C y 45 °C, siguiendo con el proceso hasta que toda la energía sea utilizada.

- ✓ **Etapa de maduración:** En esta etapa la temperatura y el pH se estabilizan, si es el caso que el pH sea ácido, el compost nos indica que todavía no está maduro. El color del producto final debe ser negro o marrón oscuro y su olor a tierra de bosque, no visualizando algunas partículas de los residuos iniciales.

2.4.6. Índices de calidad del compost

El compost como producto final debe estar basado en unos rangos permisibles de parámetros físicos, químicos y microbiológicos, que puedan asegurar el uso y la comercialización de éste, por lo que deben de cumplir con estándares de calidad que puedan proteger el ambiente y la salud pública.

Puede darse el caso que algunos sustratos orgánicos que han sido sometidos a un proceso de compostaje contengan metales pesados, ocasionando una variación significativa en la calidad final del producto, ya que estos elementos pueden penetrar en la cadena alimenticia a través de las plantas, aumentando el grado de toxicidad en humanos y animales.

Hay que resaltar que la calidad del compost está determinada por los materiales iniciales que han sido acopiados para ser procesados en las pilas, sobre todo por el contenido de la materia orgánica y los nutrientes que estos puedan aportar.

Se han usado tradicionalmente parámetros físico-químicos y microbiológicos como índices o requerimientos de calidad del compost, este último es de vital importancia, dado que es utilizado como medida de garantía higiénica y sanitaria para el uso del compost.

El contenido de nutrientes en el compost puede ser muy variado, porque depende de los nutrientes iniciales de los materiales que se han utilizado. En la tabla 1. Se muestra los rangos permisibles de los parámetros físicos y químicos más significativos del compost, estos rangos suelen ser muy amplios, debido a las características físico-químicas de los materiales iniciales a compostar.

Tabla N° 1. Especificaciones referenciales de la calidad del compost

PARÁMETRO	RANGO PERMISIBLE
Humedad (%)	40 – 60
Tamaño de partículas (mm)	5 - 10
Materia orgánica (%)	25 – 50
Carbono orgánico (%)	8 – 50
Nitrógeno total (%)	0,4 - 3,5
Fósforo como P ₂ O ₅ (%)	0,3 - 3,5
Potasio como K ₂ O (%)	0,5 - 1,8
Cenizas (%)	20 – 65
Calcio como CaO (%)	20 - 65
Relación C:N	25:1 - 30:1
pH	6,5 - 8

Fuente: Elaboración propia con datos de Sistemas de Mejoramiento Ambiental (Facultad de Ingeniería)

2.4.7. Parámetros físicos

- ✓ **Humedad:** El contenido de agua en los materiales que formarán parte del compost, la actividad microbiana, el nivel de oxígeno y la temperatura, son factores directamente relacionados con la humedad de la pila de compostaje. Las actividades microbianas relacionadas con el crecimiento y división celular requieren de unas condiciones de humedad óptimas.

La presencia de agua dentro de las pilas de compostaje es imprescindible para el transporte de sustancias y nutrientes, de modo que los hace más accesibles para los microorganismos.

El equilibrio ideal de la humedad generalmente se encuentra en el rango de 50% y 60%, dependiendo de los materiales y el método de compostaje, los contenidos de humedad de 40% a 70% son tolerables; niveles de humedad superiores a 70% harían que los espacios entre las partículas del material se saturen de agua, impidiendo el movimiento del aire dentro de la pila, en consecuencia, el proceso pasaría a ser anaeróbico, eso significa que los microorganismos no tendrían oxígeno, morirían y los microbios que aparecerán por la ausencia de oxígeno tomarían el control. El material del interior de la pila se descompondrá de todas formas, pero habrá problemas, dado que las condiciones anaeróbicas crearán gases muy olorosos. Estos gases son perjudiciales y contribuyen a aumentar el problema del efecto invernadero.

- ✓ **Temperatura:** Este parámetro es un factor determinante en el proceso de compostaje, dado que es un indicador de la actividad microbiológica de los microorganismos, ya que estos actúan mejor dentro de rangos de temperatura específicos.

La temperatura de los materiales que han sido usados para compostar, sufren alteraciones durante las diferentes etapas del proceso, ya que estos están continuamente interactuando con los diferentes grupos de microorganismos. Al inicio del proceso, los materiales se encuentran a temperatura ambiente, de dos a seis días se pueden llegar a temperaturas de 45 °C, debido al metabolismo de los microorganismos exotérmicos y a la biodegradación de los sustratos, por lo que existe una liberación de calor generando el aumento de la temperatura,

descomponiendo algunos compuestos como azúcares, almidones y grasas. Cuando la temperatura alcanza los 60 °C a 70 °C, se puede garantizar la eliminación de semillas de malezas y muchos agentes patógenos que pueden estar presentes, posteriormente la temperatura desciende gradualmente hasta nivelarse con la temperatura ambiente.

A continuación se muestra en la Tabla N° 2 la relación que existe entre las etapas del proceso de compost y la temperatura.

Tabla N° 2. Relación de las etapas del proceso de compostaje y la temperatura

Etapas	Temperatura (°C)
Etapa mesofílica	20 a 45
Primera etapa termofílica	45 a 65
Segunda etapa termofílica	65 a 75
Etapa de enfriamiento	75 a 45
Etapa de maduración	45 a 25

Fuente: Elaboración propia con datos de Sistemas de Mejoramiento Ambiental (Facultad de Ingeniería)

- ✓ **Tamaño de partículas:** Es importante reducir el tamaño de los residuos vegetales para garantizar una adecuada aireación y una buena superficie de acción de los microorganismos, y al mismo tiempo acelerar las reacciones bioquímicas de estos.

Si las partículas son demasiado grandes presentan poca superficie de contacto para ser atacadas por los microorganismos, ocasionando que el tiempo de descomposición se alargue y que los materiales se transformen

parcialmente, además pueden presentarse pérdidas de humedad y menor transferencia de oxígeno. En caso contrario, se sabe que un exceso de partículas muy pequeñas produce una cementación del material, lo cual produce fácilmente la putrefacción de los materiales utilizados. Se debe tener en cuenta, que cuando el compost esté listo para usar, el tamaño de partículas que puedan quedar deben ser muy pequeñas, oscilando entre 0,5 cm y 1 cm, dado que esto permite un mejor nivel de aireación al momento de aplicarlo al suelo.

- ✓ **Color y olor:** El color del compost varía de marrón claro hasta un color marrón oscuro, dependiendo del grado de maduración y su olor en la última etapa debe ser de tierra de bosque húmedo.

2.4.8. Residuos sólidos

Un residuo sólido es cualquier material o producto cuyo propietario desecha, que se encuentra en estado sólido, semisólido, o es un líquido o gas contenido en recipientes o depósitos, y que puede ser susceptible de ser valorizado o requiere sujetarse a tratamiento o disposición final.

El incremento de los residuos sólidos constituye un problema cada vez más grave, debido entre otras cosas al acelerado proceso de urbanización, el crecimiento industrial y los cambios en los patrones de consumo; este problema se ha venido acrecentando porque gran parte de las personas no separa sus residuos, lo cual permitiría el aprovechamiento o reciclaje.

A partir de las características fisicoquímicas de los residuos, se han realizado diversas clasificaciones que buscan facilitar su manejo, estableciendo cuáles pueden ser aprovechados o reciclados y cuales no tienen valor alguno.

2.4.9. Clasificación de los Residuos Sólidos.

Los residuos sólidos son clasificados por la ley general para la prevención y gestión integral de los residuos, de acuerdo con su composición y origen en:

- ✓ **Residuos sólidos urbanos (RSU):** son los generados en las casas habitación, que resultan de la eliminación de los materiales que se utilizan en las actividades domésticas, los residuos que provienen de cualquier otra actividad, dentro de establecimientos o en la vía pública, con características domiciliarias, y los resultantes de la limpieza de vías y lugares públicos. Estos residuos a su vez se clasifican en:
 - **Orgánicos:** De origen biológico y rápidamente biodegradables (Deffis, 1991). Pueden aprovecharse como alimento para animales o, al degradarse, generan composta. Se les llama también biodegradables.
 - **Inorgánicos:** Por los materiales de los que están compuestos no se degradan rápidamente en la naturaleza.

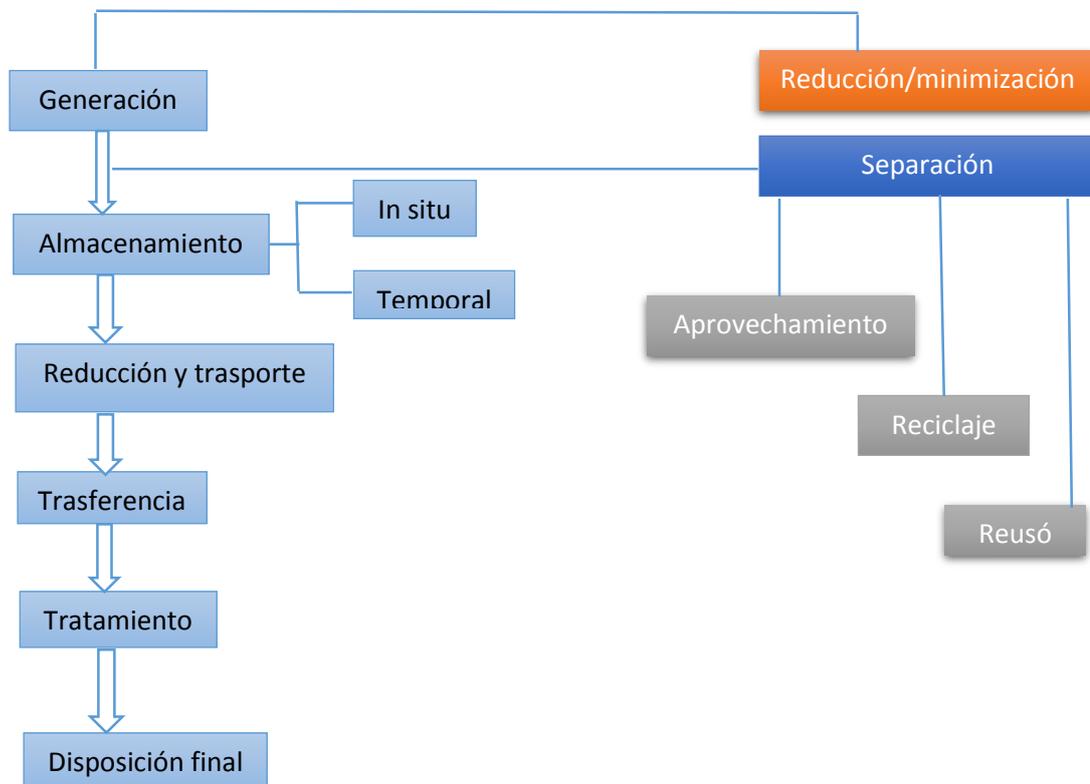
- ✓ **Residuos de manejo especial (RME):** son aquellos generados en procesos productivos, que no reúnen las características para ser considerados como RSU ni como residuos peligrosos, o bien son producidos por grandes generadores de RSU. Se considera residuos de manejo especial los generados por:
 - Extracción de rocas o los productos de su descomposición.
 - Servicios de salud.

- Actividades pesqueras, agrícolas, silvícolas, forestales, avícolas o ganaderas
 - Servicios de transporte
 - Lodos provenientes del tratamiento de aguas residuales
 - Tiendas departamentales o centros comerciales
 - Industria de la construcción
 - Industria informática (residuos tecnológicos)
- ✓ **Residuos peligrosos (RP):** Son aquellos que posean alguna de las características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad o que contengan agentes biológico infecciosos; así como envases, recipientes, embalajes o suelos que hayan sido contaminados con estos residuos. Los generadores de este tipo de residuos, se su clasifican por su tamaño en:
- Micro generador: Establecimiento industrial, comercial o de servicios que genere una cantidad de hasta 400 kg/año de residuos peligrosos
 - Pequeño generador: Persona física o moral que genere una cantidad entre 0.4 y 10 ton/año en peso bruto total de residuos
 - Gran generador: Persona física o moral que genere una cantidad igual o superior a 10 ton/año en peso bruto total de residuos
 - Cabe aclarar, que esta subclasificación no aplica para los generadores de residuos sólidos urbanos; mientras que para los de manejo especial solo se considera la categoría de gran generador.

2.4.10. Sistema de manejo integral de los residuos sólidos urbanos:

Para dar un manejo adecuado a los RSU se deben plantear actividades de reducción en la fuente, separación, reutilización, reciclaje, almacenamiento, transporte, tratamiento (biológico, térmico o mecánico) y disposición final; realizadas individualmente o combinadas, y que se adapten a las condiciones y necesidades de cada lugar, cumpliendo objetivos de valorización, eficiencia sanitaria, ambiental, tecnológica, económica y social. Un sistema de manejo integral de residuos sólidos urbanos puede ilustrarse como un diagrama de flujo (ver figura 1).

Figura N° 1. Sistemas de manejo integral de residuos sólidos urbanos



Fuente: Elaboración propia con datos de Sistemas de Mejoramiento Ambiental (Facultad de Ingeniería).

En la parte derecha del diagrama se observan las acciones que se orientan al manejo de los residuos integral, porque se involucran acciones de minimización, separación, reúso y reciclaje, las cuales se añaden a las etapas tradicionalmente establecidas dentro del manejo de los residuos (parte izquierda del diagrama).

2.4.11. Riesgo asociado al manejo de los residuos sólidos

- ✓ **Riesgos ambientales para la salud:** El problema de los residuos sólidos, en la gran mayoría de los países, y particularmente en determinadas regiones de América Latina, se agrava como consecuencia del acelerado crecimiento de la población y una concentración desmesurada en las áreas urbanas, así como de un desordenado desarrollo Industrial, a cambios no contemplados en los hábitos de consumo y a la ausencia de planificación urbana. Igualmente, influyen otra serie de factores que conllevan a la contaminación del medio ambiente y al deterioro de los recursos naturales. (Pineda, 1998).

Desafortunadamente, en la mayoría de los casos, el desarrollo de cualquier región viene acompañado de una mayor producción de residuos sólidos, los cuales si no se controlan y manejan adecuadamente afectan la salud de la comunidad; por, lo tanto, este se constituye en un motive esencial para que se implementen las soluciones satisfactorias para realizar una correcta gestión y resolver los problemas de su manejo y disposición final.

- ✓ **Riesgos indirectos que atentan contra la salud:** Los riesgos causados por el manejo inadecuado de basuras son principalmente indirectos, y afectan al público en general. Ellos se originan por la proliferación de vectores sanitarios tales como moscas, mosquitos, ratas y cucarachas, que encuentran en los residuos sólidos su alimento y las condiciones adecuadas para su reproducción.

Alimentar animales con basuras (cerdos, aves, etc.), es una práctica recomendable como mecanismo de eliminación de la basura, puesto que se corre el riesgo de deteriorar la salud de la personas. El consumo de cerdos alimentados con basuras causa en los seres humanos enfermedades como la triquinosis, cisticercosis, etc. (Pineda, 1998)

- ✓ **Riesgos directos que afectan contra la salud:** Estos riesgos son ocasionados por el contacto directo con la basura la cual, a veces, contiene excrementos humanos y de animales; las personas más expuestas son los recolectores, debido a la manipulación de recipientes inadecuados para el almacenamiento de desechos, al uso de equipos inapropiados y la carencia de ropa limpia, guantes y zapatos de seguridad. En esta misma situación se encuentran los segregadores, cuya actividad de separación y selección de materiales es realizada en las peores condiciones sin la más mínima protección.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. TIPO Y NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1.1. Tipo de la Investigación

La investigación científica de conformidad al logro de los objetivos y de acuerdo al objeto de estudio; en el caso de la presente tesina la investigación a ser utilizada es de tipo experimental.

3.1.2. Nivel de la Investigación

La tesina se enmarca en el nivel de investigación explicativo,

3.2. MÉTODO DE LA INVESTIGACIÓN.

Esta investigación trata de identificar los desafíos y el potencial de la aplicación de compost como parte de una estrategia de gestión de residuos orgánicos en el distrito de Yucay. El investigador tratara de evaluar la viabilidad en múltiples dimensiones: humana, técnica y contexto específico. La investigación científica fáctica utiliza el método experimental analítico, puesto que conduce a la verificación de la hipótesis planteada y al logro de los objetivos propuestos; por lo tanto este método científico de investigación se inicia con el planteamiento del problema, la formulación de la hipótesis, continua con el levantamiento de información de campo, el análisis de datos, la contrastación y correlación de los resultados con otras investigaciones análogas y culmina con las conclusiones y recomendaciones para un buen procesamiento de compost, es un instrumento para minimizar la generación y maximizar la valorización de residuos sólidos orgánicos

urbanos del distrito de Yucay, aplicando técnicas de separación de los residuos sólidos, recolección selectiva de residuos y fomento del reúso y tratamiento de los (residuos compostables).

Se requerirá la determinación de las propiedades analíticas de compost para evaluar la variación de propiedades de compost, para producir la comprensión de la capacidad de los materiales para suministrar nutrientes esenciales de los cultivos y las posibles interacciones con parámetros de calidad del suelo.

Se requerirán datos experimentales para la comprensión exacta de la relación entre los residuos sólidos orgánicos y el compost. Dos tipos de trabajo serán introducidos: trabajo matemático, y el trabajo en laboratorio. Esto será esencial para proporcionar resultados que podría extenderse a las recomendaciones prácticas para aplicación de compost a las tierras agrícolas, y también podría permitir una mayor precisión evaluación de los costos y beneficios económicos a los involucrados.

3.3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

El diseño de la investigación es un diseño experimental general por que se ha basado en el paradigma de la ciencia social crítica para desarrollar el proceso adecuado para el compostaje, ya que la investigación busca criticar y transformar las relaciones sociales en términos de los residuos sólidos orgánicos. Esta investigación ayuda a desentrañar los problemas relacionados con la estudio de compostaje en el distrito de Yucay, que a su vez proporciona la dirección para que la gente cambie el sistema hacia una mayor sostenibilidad. La razón principal para seguir el paradigma de la ciencia social crítica es que, creo que las realidades sociales cambian con el tiempo, y con mi comprensión del problema y las posibles soluciones, el sistema

prevaliente de gestión de residuos sólidos orgánicos en Yucay para el estudio de compost puede ser definitivamente sostenible a largo del tiempo.

3.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

3.4.1. Hipótesis General

- Es posible desarrollar el estudio del proceso adecuado de compostaje utilizando alimentos, papel mezclado y desperdicios de residuos no legumbres para el distrito de Yucay provincia de Urubamba.

3.4.2. Hipótesis Específicas

- Es posible Caracterizar los residuos biodegradables para compostaje en el distrito de Yucay de la provincia de Urubamba.
- Es posible realizar los estudios en base a sus propiedades fisicoquímicas de la eficiencia del proceso de compostaje el distrito de Yucay de la provincia de Urubamba.

3.5. VARIABLES

3.5.1. Variable Independiente

- La cantidad de residuos alimentarios, papel mezclado y los desperdicios de vegetales no legumbres.

3.5.2. Variable Dependiente

- La cantidad de Residuos sólidos domiciliarios

3.6. COBERTURA DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN

3.6.1. Universo.

El universo de estudio y análisis es el distrito de Yucay en toda su extensión. Este universo, será dividido en tres tramos en la recolección de los residuos sólidos orgánicos para la realización de respectiva caracterización y muestreo a fin de obtener muestras representativas de cantidad de residuos compostables.

3.6.2. Población.

Los residuos sólidos orgánicos compostables generados en el distrito de Yucay.

3.6.3. Muestra.

La muestra será el de los alimentos, los desperdicios de vegetales no legumbres y el papel mezclado generado en una vivienda domiciliaria y un restaurante turístico.

3.6.4. Muestreo.

En la práctica se eligió un muestreo que será simple aleatorio.

3.7. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y FUENTES DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

3.7.1. Técnicas de la Investigación.

Las técnicas que se utilizo es de la observación in situ es una técnica de campo permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad objetiva.

3.7.2. Instrumentos de la Investigación.

- De Campo
 - ✓ Residuos Sólidos orgánicos Domiciliarios.
 - ✓ 75 bolsas blancas de plástico
 - ✓ 1 balanza de 100 KG.
 - ✓ 3 Guardapolvos, guantes de seguridad y máscaras de polvo
 - ✓ 75 Etiquetas en naranja
 - ✓ 1 cilindro de metal de 200 LT

- De gabinete
 - ✓ Información básica (mapas, planos, fotos, literatura)
 - ✓ Datos de Campo
 - ✓ Datos de Clasificación de los residuos domiciliarios
 - ✓ Una computadora
 - ✓ Útiles de Escritorio
 - ✓ 05 fólderres manila
 - ✓ Un millar de hojas blancas
 - ✓ 05 Papelografos
 - ✓ 04 micas de carné

3.7.3. Fuentes de Recolección de Datos.

Los domicilios y el hotel que fueron seleccionados para el recojo de las muestras de los residuos sólidos orgánicos en el distrito de Yucay.

3.8. PROCESAMIENTO ESTADÍSTICO DE LA INFORMACIÓN.

3.8.1. Estadísticos.

Se codificaran los datos recolectados, luego se tabularan y en base a esta se elaboraran las tablas estadísticas

3.8.2. Representación.

Los valores numéricos que aparecen en las tablas estadísticas se representaran gráficamente en lo más importante.

3.8.3. Comprobación de la hipótesis

Los resultados alcanzados o logrados en el procesamiento de datos se confrontaran con los datos bibliográficos sobre el compostaje

CAPITULO IV

ORGANIZACIÓN, PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS.

4.1.1. Resultados parciales.

En este capítulo de resultados sobre los datos generados en relación con el estudio de compostaje; se ha auto reportado actitudes y prácticas de los residuos orgánicos generadores, que implica factores que son importantes para la aplicación de compostaje. La sección sobre el sistema de gestión de residuos actual implica una descripción de la cantidad, la composición y la logística del sistema de gestión de residuos actual, el sector informal de residuos orgánicos en el distrito de Yucay, así como el impacto de la gestión de residuos actual del sistema en los seres humanos y el medio ambiente.

Los aspectos del estudio de compostaje que se analizan son: separación de residuos, el método de compostaje empleada, la porosidad y la disponibilidad de agua para humedecer los materiales que han de fermentar, relación de carbono a nitrógeno, requisitos de tiempo y temperatura, convirtiendo los requisitos de compost en la investigación a desarrollar.

a) Resultados de la encuesta A LA POBLACION

Las encuestas fueron realizadas directamente por mi persona quien al mismo tiempo, capacito a los vecinos para colaborar en el estudio de caracterización.

Las encuestas focalizaron el interés en las condiciones de las familias, condiciones de manejo de residuos sólidos, la intención de pagos de arbitrios de por parte de los entrevistados, los resultados de estas fueron las siguientes:

- **Ocupación económica del entrevistado**

Con la finalidad de conocer a quien deberían estar orientados los programas de sensibilización y de capacitación sobre temas ambientales se levantó información sobre la ocupación económica de la persona entrevistada, el cual indica que el 90% es ama de casa.

- **Cuanto es el ingreso familiar por mes**

Se sabe que el 20% de las familias posee un ingreso inferior a 500.00 nuevos soles, mientras que el 80% declara poseer un ingreso mensual entre 500.00 y 800,00 nuevos soles.

- **Servicios con que cuenta en su vivienda**

Los servicios con que cuenta la población difieren entre las zonas del distrito, así, se tienen viviendas que cuentan solo con servicio de energía eléctrica, como viviendas que cuentan con todos los servicios, en general, un 95% cuenta con servicio de luz, agua y alcantarillado.

- **Residuos que más desecha**

Al preguntar a los vecinos de los residuos que mayormente bota a su tacho o recipiente de basura, mayoritariamente respondieron que arrojan restos de comida (cascaras, verduras, sobras, etc.)

- **Tipo de recipiente en que almacena sus residuos sólidos**

De las 68 familias entrevistadas 60% almacena sus residuos en bolsas plásticas seguidas de un 20% que dispone en costales y el restante en otros envases como cajas de cartón, baldes, etc.

- **Ubicación del recipiente de basura en la vivienda**

Al consultarle a los entrevistados donde mantiene el recipiente de residuos sólidos en su vivienda el 89% declaró que lo mantiene en el patio, el 11% en la cocina y el resto en lugares como sala, baño, un corral u otros.

Mantiene tapado el tacho, bolsa o recipiente de residuos sólidos.

Esta pregunta es importante porque permite conocer el manejo de los residuos sólidos en su almacenamiento intradomiciliario debido a que se mantienen condiciones de higiene mejores al mantener el recipiente de residuos sólidos cerrado o tapado; de esta modo se evita el paso de moscas y roedores que actúan como vectores en la misma vivienda.

Ante esta pregunta en la totalidad de entrevistados el 65% afirmó mantener tapado el recipiente de residuos sólidos.

- **Frecuencia de recolección de residuos**

De las familias entrevistadas se tiene que el 100% de la población hace uso del servicio de limpieza pública, en un 100% de las familias dice que la frecuencia del

servicio es intermediario (tres veces por semana), mientras que el 20% de las familias consideran que la frecuencia del servicio es insuficiente, la mitad de las familias consideran que el servicio es impuntual pero el trato de las operaciones es bueno. El 90% de las familias indican que pagan el servicio a la municipalidad.

En referencia al tema de recolección de residuos sólidos el 60% de los entrevistados manifiesta que lo deja en la esquina de su casa, un 35% lo entrega al camión recolector y resto aduce otras acciones.

- **Reaprovechamiento de residuos solidos**

Sobre el reciclaje y la segregación en la fuente el 70% de las familias no están deseosos de participar en un programa de segregación en la fuente debido a la falta de tiempo, el 30% de las familias recicla esporádicamente.

- **Tema de capacitaciones**

Al respecto del tema de capacitaciones un 70% de los entrevistados aduce no haber recibido charlas o capacitaciones en residuos sólidos y el restante si recibió charlas o capacitaciones

- **Principal problema de la recolección de residuos**

En referencia al tema de cuál es el principal problema de la recolección de residuos sólidos un 60% opina que es a causa de la colaboración de los vecinos un 25% opina que se debe a que no hay vehículos suficientes para la recolección y el 10% restante indica que no existe problemas y el restante aduce distintas causas.

b) Generaciones per cápita (GPC) de los residuos domiciliarios.

La generación per-cápita de los residuos sólidos domiciliarios del distrito de Yucay es de 0.50 Kg/hab- día y ha sido determinado considerando el promedio de los resultados validos de generación per-cápita de los 7 días considerados durante el estudio.

c) Proyección de la generación total de residuos sólidos domiciliarios

Con el dato de la generación per cápita promedio encontrado y conociendo la población urbana total del distrito de Yucay (3325 habitantes), se estima la generación domiciliaria total de residuos sólidos.

- Generación domiciliaria de residuos sólidos (kg/día) = GPC (kg/hab-día) x población (hab).
- Generación domiciliaria total de residuos sólidos (kg/día) = 0.50 (kg/hab-día) x 3325 (hab).
- Generación domiciliaria total de residuos sólidos = 281 Ton/día

Tabla N° 3: Proyección de la generación de los residuos sólidos domiciliarios del distrito de Yucay en el año 2015

Año	Población	Generación per cápita GPC kg/hab/día(2)	Generación total de RRSS (Ton/día) $3=(1) \times (2)$	Generación total de RRSS (Ton/mes)	Generación total de RRSS (Ton/año)
2015	3325	0.5000	1.66	49.87	606.76

Fuente elaboración propia

d) Densidad de residuos sólidos domiciliarios

Para el cálculo de la densidad de los residuos sólidos se consideran datos a partir del segundo día. La densidad promedio obtenida es de 127.34 kg/m³. En la tabla siguiente se presenta para cada día del estudio.

Tabla N° 4: Densidad de los residuos sólidos domiciliarios del distrito de Yucay en el año 2015

Domiciliario	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	Día 8	Densidad promedio kg/m³
Muestra 1	114.42	123.99	131.99	124.42	140.95	147.05	106	117.03	127.34

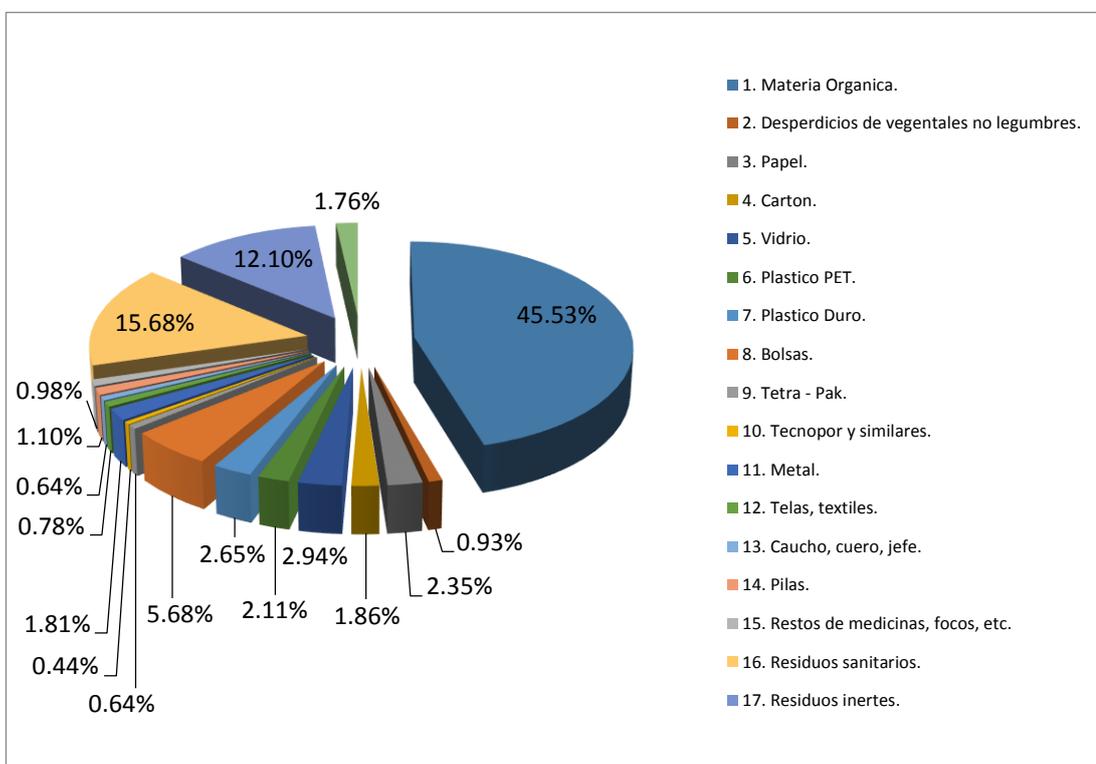
Fuente elaboración propia

e) Composición física de los residuos sólidos domiciliarios.

De la separación y análisis realizados sobre las muestras obtenidas se elaboró la siguiente tabla:

Tabla N° 5: Composición física de los residuos sólidos domiciliarios del distrito de Yucay

Tipo de residuos solidos	Generacion de Residuos Solidos Domiciliarios								Composicion Porcentual %
	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Total	
	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	kg	
1. Materia Organica.	13.50	9.70	16.10	16.50	14.30	10.80	12.00	92.90	45.53%
2. Desperdicios de vegetales no legumbres.	0.30	0.70	0.10	0.20	0.30	0.10	0.20	1.90	0.93%
3. Papel.	0.40	0.30	0.80	0.60	1.60	0.50	0.60	4.80	2.35%
4. Carton.	0.50	0.60	0.40	0.70	0.60	0.50	0.50	3.80	1.86%
5. Vidrio.	1.60	1.30	0.60	1.00	1.00	0.20	0.30	6.00	2.94%
6. Plastico PET.	0.60	0.30	1.00	0.80	0.30	0.80	0.50	4.30	2.11%
7. Plastico Duro.	0.30	1.10	0.80	0.90	0.80	0.70	0.80	5.40	2.65%
8. Bolsas.	1.80	1.60	1.20	1.10	1.50	2.00	2.40	11.60	5.68%
9. Tetra - Pak.	0.20	0.30	0.10	0.20	0.10	0.20	0.20	1.30	0.64%
10. Tecnopor y similares.	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	0.10	0.20	0.90	0.44%
11. Metal.	0.50	0.70	0.60	0.40	0.20	0.70	0.60	3.70	1.81%
12. Telas, textiles.	0.20	0.40	0.10	0.20	0.20	0.20	0.30	1.60	0.78%
13. Caucho, cuero, jefe.	0.10	0.20	0.10	0.10	0.30	0.30	0.20	1.30	0.64%
14. Pilas.	1.60	0.10	0.00	0.05	0.10	0.20	0.20	2.25	1.10%
15. Restos de medicinas, focos, etc.	0.30	0.30	0.20	0.40	0.10	0.20	0.50	2.00	0.98%
16. Residuos sanitarios.	3.70	8.40	3.70	5.50	3.80	3.90	3.00	32.00	15.68%
17. Residuos inertes.	3.00	3.40	1.60	3.50	8.30	2.40	2.50	24.70	12.10%
18. Otros (Especificar).	0.30	0.70	0.40	0.60	0.30	0.30	1.00	3.60	1.76%
Total								204.05	100.00%
Parametro	Peso Volumetrico diario							PV	
	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	kg/m ³	
Peso Volumetrico (PV)	29	30.2	28	32.85	33.9	24.1	26		



f) Resultados de Residuos Orgánicos para el estudio del proceso de compostaje

Por razones técnicas y ambientales, es importante que el compostaje se lleve a cabo en condiciones óptimas lo más cerca posible al distrito. Esto ayudará para que la fabricación de compost terminado el estudio de compostaje pueda ser llevada a cabo de manera rentable, con el uso eficiente de una planta, mano de obra calificada y otros recursos (transporte, equipos, maquinaria, etc.). También ayudará a asegurar que el proceso se lleva a cabo rápido y seguro, y de una manera que producirá un compost de calidad, producto en cuanto sea posible con el mínimo efecto sobre el medio ambiente.

Algunos métodos de optimización implican la mezcla inicial de materia prima, mientras que otros dependen sobre la elección de la tecnología de compostaje correcto para las circunstancias particulares, y en el funcionamiento de esa tecnología para el máximo efecto. Los métodos detallados elegidos para optimizar un proceso de compostaje dependerá mucho del tipo de compostaje la tecnología elegida. Sin embargo, las siguientes consideraciones básicas se aplican sin importar que tecnología se utiliza.

Varias de las instalaciones de compostaje de diseño y operación guías han sido preparadas para asesorar compostadores. El estudio a tomar una mirada más específica en los aspectos de mejoras de compostaje, todos los factores considerados más adelante en esta sección, examinada desde el punto de vista de optimizar el proceso de compostaje, se ven afectados por la formulación original

de la materia prima en el inicio del proceso. Terminado el estudio de caracterización de residuos sólidos del distrito de Yucay se obtuvo en mayor cantidad la materia orgánica (restos alimentarios), y en cantidades menores pero utilizables la madera y papel los cuales serán llevados a las pruebas para ver optimo proceso de compostaje.

g) Resultados del trabajo matemático para la Relación C:N de los Residuos Sólidos Orgánicos adecuados para el proceso de compostaje

El contenido de nutrientes es comúnmente expresado como proporción de carbono a nitrógeno en una base de peso seco (proporción C:N). Esta proporción debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1 a 40:1) para los materiales que entran al proceso de compostaje. La tabla enlista el contenido de nitrógeno y la proporción C:N para una variedad de materiales comúnmente hechos composta.

TABLA N° 6: CONTENIDO DE NUTRIENTES DE VARIOS MATERIALES UTILIZADOS EN EL COMPOSTAJE

Material	Humedad (% por masa húmeda)	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (base de masa seca)
Desperdicios de alimentos	70	3.2	16
Papel mezclado	10	0.19	230
Desperdicio de vegetales no legumbres	20	2.5 – 4	11 – 12
Orina	40	15 – 18	0.8
Heces humanas	30	5.5 – 6.5	6 – 10

Material	Humedad (% por masa húmeda)	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (base de masa seca)
Estiércol de vaca	60	1.7 – 2	18
Pollinaza	92	5 – 6.3	15
Estiércol de caballo	49	1.2 – 2.3	25
Lodo activo	70	5	6
Hojas y tallos de papas	55	1.5	25
Paja de trigo	62	0.3 – 0.5	130 – 150
Paja de avena	88	1.1	48
Recortes de césped	60	2.4 – 6.0	12 – 15
Hojas frescas	90	0.5 – 1.0	41
Aserrín	65	0.1	200 – 500
Desperdicio de poda	55	2	23

FUENTE: Houg 1993

4.1.2. Resultados Generales.

A continuación se muestran los resultados de acuerdo a la cantidad de residuos obtenidos en el estudio de caracterización (kg). Del cual para un buen manejo de proceso de compostaje en el distrito de Yucay se muestra la adecuada cantidad que se debe agregar de tres residuos compostables (restos de alimentos, papel mezclado, desperdicio de vegetales no legumbres) que aseguran un buen compostaje

Es importante hacer notar que el análisis de resultados se muestra en dos partes:

- Análisis estadístico donde se hicieron las pruebas adecuadas para definir si existe una adecuada proporción de C:N
- Análisis de todos los resultados obtenidos para evaluar como influyeron los residuos compostables sobre el proceso de compostaje efectuado.

TABLA N° 7: Prueba de C:N entre desperdicio de alimentos y papel mezclado primer día

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	13.5	70	3.2	16	4.05	0.1296	2.0736
Papel mezclado	0.9	10	0.19	230	0.81	0.001539	0.35397

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel	2.42757	19
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel	0.131139	

MC = Masa de carbono
MN = Masa de nitrógeno
Papel mezclado = papel + cartón

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el primer día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos y del papel mezclado necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 19:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de los alimentos} + \text{masa de carbono de papel mezclado}}{\text{Masa de nitrógeno de los alimentos} + \text{masa de nitrógeno de papel mezclado}} = 19$$

TABLA N° 8: Prueba de C:N entre desperdicio de alimentos y papel mezclado segundo día

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	9.7	70	3.2	16	2.91	0.09312	1.48992
Papel mezclado	0.9	10	0.19	230	0.81	0.001539	0.35397

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel	1.84389	19
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel	0.094659	

MC = Masa de carbono
MN = Masa de nitrógeno
Papel mezclado = papel + cartón

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el segundo día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos y del papel mezclado necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 19:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de los alimentos} + \text{masa de carbono de papel mezclado}}{\text{Masa de nitrógeno de los alimentos} + \text{masa de nitrógeno de papel mezclado}} = 19$$

TABLA N° 9: Prueba de C:N entre desperdicio de alimentos y papel mezclado tercer día

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	16.1	70	3.2	16	4.83	0.15456	2.47296
Papel mezclado	1.2	10	0.19	230	1.08	0.002052	0.47196

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel	2.94492	19
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel	0.156612	

MC = Masa de carbono
MN = Masa de nitrógeno
Papel mezclado = papel + cartón

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el tercer día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos y del papel mezclado necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 19:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de los alimentos + masa de carbono de papel mezclado}}{\text{Masa de nitrógeno de los alimentos + masa de nitrógeno de papel mezclado}} = 19$$

TABLA N° 10: Prueba de C:N entre desperdicio de alimentos y papel mezclado cuarto día

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	16.5	70	3.2	16	4.95	0.1584	2.5344
Papel mezclado	1.3	10	0.19	230	1.17	0.002223	0.51129

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel	3.04569	19
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel	0.160623	

MC = Masa de carbono
MN = Masa de nitrógeno
Papel mezclado = papel + cartón

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el cuarto día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos y del papel mezclado necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 19:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de los alimentos + masa de carbono de papel mezclado}}{\text{Masa de nitrógeno de los alimentos + masa de nitrógeno de papel mezclado}} = 19$$

TABLA N° 11: Prueba de C:N entre desperdicio de alimentos y papel mezclado quinto día

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	14.3	70	3.2	16	4.29	0.13728	2.19648
Papel mezclado	2.2	10	0.19	230	1.98	0.003762	0.86526

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel	3.06174	19
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel	0.141042	

MC = Masa de carbono
MN = Masa de nitrógeno
Papel mezclado = papel + cartón

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el quinto día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos y del papel mezclado necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 22:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de los alimentos + masa de carbono de papel mezclado}}{\text{Masa de nitrógeno de los alimentos + masa de nitrógeno de papel mezclado}} = 22$$

TABLA N° 12: Prueba de C:N entre desperdicio de alimentos y papel mezclado sexto día

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	10.8	70	3.2	16	3.24	0.10368	1.65888
Papel mezclado	1	10	0.19	230	0.9	0.00171	0.3933

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel	2.05218	19
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel	0.10539	

MC = Masa de carbono
MN = Masa de nitrógeno
Papel mezclado = papel + cartón

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el sexto día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos y del papel mezclado necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 19:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de los alimentos + masa de carbono de papel mezclado}}{\text{Masa de nitrógeno de los alimentos + masa de nitrógeno de papel mezclado}} = 19$$

TABLA N° 13: Prueba de C:N entre desperdicio de alimentos y papel mezclado séptimo día

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	12	70	3.2	16	3.6	0.1152	1.8432
Papel mezclado	1.1	10	0.19	230	0.99	0.001881	0.43263

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel	2.27583	19
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel	0.117081	

MC = Masa de carbono
MN = Masa de nitrógeno
Papel mezclado = papel + cartón

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el séptimo día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos y del papel mezclado necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 19:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de los alimentos + masa de carbono de papel mezclado}}{\text{Masa de nitrógeno de los alimentos + masa de nitrógeno de papel mezclado}} = 19$$

TABLA N° 14: Prueba de C:N entre desperdicio de alimentos y papel mezclado promedio semanal

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	92.9	70	3.2	16	27.87	0.89184	14.26944
Papel mezclado	8.6	10	0.19	230	7.74	0.014706	3.38238

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel	17.65182	19
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel	0.906546	

MC = Masa de carbono
MN = Masa de nitrógeno
Papel mezclado = papel + cartón

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en promedio semanal se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos y del papel mezclado necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 19:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de los alimentos + masa de carbono de papel mezclado}}{\text{Masa de nitrógeno de los alimentos + masa de nitrógeno de papel mezclado}} = 19$$

TABLA N° 15: PRUEBA DE C:N ENTRE DESPERDICIO DE ALIMENTOS Y DESPERDICIO DE VEGETALES NO LEGUMBRES PRIMER DÍA

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	13.5	70	3.2	16	4.05	0.1296	2.0736
Papel mezclado	0.3	20	3	11	0.24	0.0072	0.0792

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel	2.1528	16
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel	0.1368	

MC = Masa de carbono

MN = Masa de nitrógeno

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el primer día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos y desperdicios de vegetales no legumbres necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 16:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de los alimentos + masa de carbono de desperdicio de vegetales no legumbres}}{\text{Masa de nitrógeno de los alimentos + masa de nitrógeno de desperdicio de vegetales no legumbres}} = 16$$

TABLA N° 16: PRUEBA DE C:N ENTRE DESPERDICIO DE ALIMENTOS Y DESPERDICIO DE VEGETALES NO LEGUMBRES SEGUNDO DÍA

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	9.7	70	3.2	16	2.91	0.09312	1.48992
Papel mezclado	0.7	20	0.19	11	0.56	0.001064	0.011704

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel	1.501624	16
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel	0.094184	

MC = Masa de carbono

MN = Masa de nitrógeno

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el segundo día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos y desperdicios de vegetales no legumbres necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 16:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de los alimentos} + \text{masa de carbono de desperdicio de vegetales no legumbres}}{\text{Masa de nitrógeno de los alimentos} + \text{masa de nitrógeno de desperdicio de vegetales no legumbres}} = 16$$

TABLA N° 17: PRUEBA DE C:N ENTRE DESPERDICIO DE ALIMENTOS Y DESPERDICIO DE VEGETALES NO LEGUMBRES TERCER DÍA

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	16.1	70	3.2	16	4.83	0.15456	2.47296
Papel mezclado	0.1	20	0.19	11	0.08	0.000152	0.001672

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel	2.47632	16
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel	0.154712	

MC = Masa de carbono

MN = Masa de nitrógeno

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el tercer día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos y desperdicios de vegetales no legumbres necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 16:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de los alimentos + masa de carbono de desperdicio de vegetales no legumbres}}{\text{Masa de nitrógeno de los alimentos + masa de nitrógeno de desperdicio de vegetales no legumbres}} = 16$$

TABLA N° 18: PRUEBA DE C:N ENTRE DESPERDICIO DE ALIMENTOS Y DESPERDICIO DE VEGETALES NO LEGUMBRES CUARTO DÍA

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	16.5	70	3.2	16	4.95	0.1584	2.5344
Papel mezclado	0.2	20	0.19	11	0.16	0.000304	0.003344

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel	2.53744	16
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel	0.158704	

MC = Masa de carbono

MN = Masa de nitrógeno

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el cuarto día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos y desperdicios de vegetales no legumbres necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 16:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de los alimentos + masa de carbono de desperdicio de vegetales no legumbres}}{\text{Masa de nitrógeno de los alimentos + masa de nitrógeno de desperdicio de vegetales no legumbres}} = 16$$

TABLA N° 19: PRUEBA DE C:N ENTRE DESPERDICIO DE ALIMENTOS Y DESPERDICIO DE VEGETALES NO LEGUMBRES QUINTO DÍA

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	14.3	70	3.2	16	4.92	0.13728	2.19648
Papel mezclado	0.3	20	0.19	11	0.24	0.000456	0.005016

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel	2.201496	16
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel	0.137736	

MC = Masa de carbono

MN = Masa de nitrógeno

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el quinto día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos y desperdicios de vegetales no legumbres necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 16:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de los alimentos + masa de carbono de desperdicio de vegetales no legumbres}}{\text{Masa de nitrógeno de los alimentos + masa de nitrógeno de desperdicio de vegetales no legumbres}} = 16$$

**TABLA N° 20: PRUEBA DE C:N ENTRE DESPERDICIO DE ALIMENTOS
Y DESPERDICIO DE VEGETALES NO LEGUMBRES SEXTO DÍA**

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	10.8	70	3.2	16	3.24	0.10368	1.65888
Papel mezclado	0.8	20	0.19	11	0.64	0.001216	0.013376

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel	1.672256	16
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel	0.104896	

MC = Masa de carbono

MN = Masa de nitrógeno

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el sexto día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos y desperdicios de vegetales no legumbres necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 16:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de los alimentos + masa de carbono de desperdicio de vegetales no legumbres}}{\text{Masa de nitrógeno de los alimentos + masa de nitrógeno de desperdicio de vegetales no legumbres}} = 16$$

TABLA N° 21: PRUEBA DE C:N ENTRE DESPERDICIO DE ALIMENTOS Y DESPERDICIO DE VEGETALES NO LEGUMBRES. SÉPTIMO DÍA

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	12	70	3.2	16	3.6	0.1152	1.8432
Papel mezclado	0.2	20	0.19	11	0.16	0.000304	0.003344

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel	1.846544	16
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel	0.115504	

MC = Masa de carbono

MN = Masa de nitrógeno

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el séptimo día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos y desperdicios de vegetales no legumbres necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 16:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de los alimentos + masa de carbono de desperdicio de vegetales no legumbres}}{\text{Masa de nitrógeno de los alimentos + masa de nitrógeno de desperdicio de vegetales no legumbres}} = 16$$

**TABLA N° 22: PRUEBA DE C:N ENTRE DESPERDICIO DE ALIMENTOS
Y DESPERDICIO DE VEGETALES NO LEGUMBRES PROMEDIO
SEMANAL**

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	92.9	70	3.2	16	27.87	0.89184	14.26944
Papel mezclado	1.9	20	3	11	1.52	0.0456	0.5016

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel	14.77104	16
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel	0.93744	

MC = Masa de carbono

MN = Masa de nitrógeno

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el promedio semanal se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos y desperdicios de vegetales no legumbres necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 16:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de los alimentos + masa de carbono de desperdicio de vegetales no legumbres}}{\text{Masa de nitrógeno de los alimentos + masa de nitrógeno de desperdicio de vegetales no legumbres}} = 16$$

**TABLA N° 23: PRUEBA DE C:N ENTRE DESPERDICIO DE ALIMENTOS
PAPEL MEZCLADO Y DESPERDICIO DE VEGETALES NO LEGUMBRES
PRIMER DÍA**

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	13.5	70	3.2	16	4.05	0.1296	2.0736
Papel mezclado	0.9	10	0.19	230	0.81	0.001539	0.35397
Desperdicio de vegetales no legumbres	0.3	20	3	11	0.24	0.0072	0.0792

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel + MC desperdicio de vegetales no legumbres	2.50677	18
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel + MN desperdicio de vegetales no legumbres	0.138339	

MC = Masa de carbono
MN = Masa de nitrógeno
Papel mezclado = papel + cartón

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el primer día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos, papel mezclado y desperdicios de vegetales no legumbres necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 18:1.

Masa de carbono de alimentos + Masa de carbono de desperdicios no legumbres + Masa de carbono de papel mezclado
 Masa de nitrógeno de alimentos + Masa de nitrógeno de desperdicios no legumbres + Masa de nitrógeno de papel mezclado =18

TABLA N° 24: PRUEBA DE C:N ENTRE DESPERDICIO DE ALIMENTOS PAPEL MEZCLADO Y DESPERDICIO DE VEGETALES NO LEGUMBRES SEGUNDO DIA

	Masa Humeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	9.70	70	3.2	16	2.91	0.09312	1.48992
Papel mezclado	0.9	10	0.19	230	0.81	0.001539	0.35397
Desperdicio de vegetales no legumbres	0.70	20	3	11	0.56	0.0168	0.1848

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel + MC desperdicio de vegetales no legumbres	2.02869	18
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel + MN desperdicio de vegetales no legumbres	0.111459	

MC = Masa de carbono
MN = Masa de nitrógeno
Papel mezclado = papel + cartón

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el segundo día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos, papel mezclado y desperdicios de vegetales no legumbres necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de

nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C: N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C: N = 18:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de alimentos} + \text{Masa de carbono de desperdicios no legumbres} + \text{Masa de carbono de papel mezclado}}{\text{Masa de nitrógeno de alimentos} + \text{Masa de nitrógeno de desperdicios no legumbres} + \text{Masa de nitrógeno de papel mezclado}} = 18$$

TABLA N° 25: PRUEBA DE C:N ENTRE DESPERDICIO DE ALIMENTOS PAPEL MEZCLADO Y DESPERDICIO DE VEGETALES NO LEGUMBRES TERCER DÍA

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	16.10	70	3.2	16	4.83	0.15456	2.47296
Papel mezclado	1.20	10	0.19	230	1.08	0.002052	0.47196
Desperdicio de vegetales no legumbres	0.10	20	3	11	0.08	0.0024	0.0264

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel + MC desperdicio de vegetales no legumbres	2.97132	19
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel + MN desperdicio de vegetales no legumbres	0.159012	

MC = Masa de carbono
MN = Masa de nitrógeno
Papel mezclado = papel + cartón

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el tercer día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos, papel mezclado y desperdicios de vegetales no legumbres necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 19:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de alimentos} + \text{Masa de carbono de desperdicios no legumbres} + \text{Masa de carbono de papel mezclado}}{\text{Masa de nitrógeno de alimentos} + \text{Masa de nitrógeno de desperdicios no legumbres} + \text{Masa de nitrógeno de papel mezclado}} = 19$$

TABLA N° 26: PRUEBA DE C:N ENTRE DESPERDICIO DE ALIMENTOS PAPEL MEZCLADO Y DESPERDICIO DE VEGETALES NO LEGUMBRES CUARTO DIA

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	16.50	70	3.2	16	4.95	0.1584	2.5344
Papel mezclado	1.30	10	0.19	230	1.17	0.002223	0.51129
Desperdicio de vegetales no legumbres	0.20	20	3	11	0.16	0.0048	0.0528

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel + MC desperdicio de vegetales no legumbres	3.09849	19
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel + MN desperdicio de vegetales no legumbres	0.165423	

MC = Masa de carbono
MN = Masa de nitrógeno
Papel mezclado = papel + cartón

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el cuarto día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos, papel mezclado y desperdicios de vegetales no legumbres necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 19:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de alimentos} + \text{Masa de carbono de desperdicios no legumbres} + \text{Masa de carbono de papel mezclado}}{\text{Masa de nitrógeno de alimentos} + \text{Masa de nitrógeno de desperdicios no legumbres} + \text{Masa de nitrógeno de papel mezclado}} = 19$$

**TABLA N° 27: PRUEBA DE C:N ENTRE DESPERDICIO DE ALIMENTOS
PAPEL MEZCLADO Y DESPERDICIO DE VEGETALES NO LEGUMBRES
QUINTO DIA**

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	14.30	70	3.2	16	4.29	0.13728	2.19648
Papel mezclado	2.20	10	0.19	230	1.98	0.003762	0.86526
Desperdicio de vegetales no legumbres	0.30	20	3	11	0.24	0.0072	0.0792

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel + MC desperdicio de vegetales no legumbres	3.14094	21
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel + MN desperdicio de vegetales no legumbres	0.148242	

MC = Masa de carbono

MN = Masa de nitrógeno

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el quinto día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos, papel mezclado y desperdicios de vegetales no legumbres necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 21:1.

Masa de carbono de alimentos + Masa de carbono de desperdicios no legumbres + Masa de carbono de papel mezclado
 Masa de nitrógeno de alimentos + Masa de nitrógeno de desperdicios no legumbres + Masa de nitrógeno de papel mezclado

=21

TABLA N° 28: PRUEBA DE C:N ENTRE DESPERDICIO DE ALIMENTOS PAPEL MEZCLADO Y DESPERDICIO DE VEGETALES NO LEGUMBRES SEXTO DIA

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	10.80	70	3.2	16	3.24	0.10368	1.65888
Papel mezclado	1.00	10	0.19	230	0.9	0.00171	0.3933
Desperdicio de vegetales no legumbres	0.10	20	3	11	0.08	0.0024	0.0264

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel + MC desperdicio de vegetales no legumbres	2.07858	19
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel + MN desperdicio de vegetales no legumbres	0.10779	

MC = Masa de carbono
MN = Masa de nitrógeno
Papel mezclado = papel + cartón

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el sexto día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos, papel mezclado y desperdicios de vegetales no legumbres

necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 19:1.

Masa de carbono de alimentos + Masa de carbono de desperdicios no legumbres + Masa de carbono de papel mezclado

Masa de nitrógeno de alimentos + Masa de nitrógeno de desperdicios no legumbres + Masa de nitrógeno de papel mezclado =19

TABLA N° 29: PRUEBA DE C:N ENTRE DESPERDICIO DE ALIMENTOS PAPEL MEZCLADO Y DESPERDICIO DE VEGETALES NO LEGUMBRES. SÉPTIMO DÍA

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	12.00	70	3.2	16	3.6	0.1152	1.8432
Papel mezclado	1.10	10	0.19	230	0.99	0.001881	0.43263
Desperdicio de vegetales no legumbres	0.20	20	3	11	0.16	0.0048	0.0528

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel + MC desperdicio de vegetales no legumbres	2.32863	19
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel + MN desperdicio de vegetales no legumbres	0.121881	

MC = Masa de carbono
MN = Masa de nitrógeno
Papel mezclado = papel + cartón

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el séptimo día se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos, papel mezclado y desperdicios de vegetales no legumbres necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 19:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de alimentos} + \text{Masa de carbono de desperdicios no legumbres} + \text{Masa de carbono de papel mezclado}}{\text{Masa de nitrógeno de alimentos} + \text{Masa de nitrógeno de desperdicios no legumbres} + \text{Masa de nitrógeno de papel mezclado}} = 19$$

TABLA N° 30: PRUEBA DE C:N ENTRE DESPERDICIO DE ALIMENTOS PAPEL MEZCLADO Y DESPERDICIO DE VEGETALES NO LEGUMBRES. PROMEDIO SEMANAL

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	92.90	70	3.2	16	27.87	0.89184	14.26944
Papel mezclado	8.60	10	0.19	230	7.74	0.014706	3.38238
Desperdicio de vegetales no legumbres	1.90	20	3	11	1.52	0.0456	0.5016

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel + MC desperdicio de vegetales no legumbres	18.15342	19
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel + MN desperdicio de vegetales no legumbres	0.952146	

MC = Masa de carbono
MN = Masa de nitrógeno
Papel mezclado = papel + cartón

En la tabla siguiente se puede mostrar que al realizar la caracterización de los residuos sólidos en el promedio semanal se pudo obtener la cantidad de desperdicios de alimentos, papel mezclado y desperdicios de vegetales no legumbres necesarios. Al realizar el trabajo en base al contenido de nutrientes comúnmente expresados como proporción de carbono a nitrógeno una base de peso seco (proporción C:N) que debe estar en un rango de 20 a 40 (20:1,30:1 o 40:1), para los materiales que entran a un proceso de compostaje se obtuvo un resultado de C:N = 19:1.

$$\frac{\text{Masa de carbono de alimentos} + \text{Masa de carbono de desperdicios no legumbres} + \text{Masa de carbono de papel mezclado}}{\text{Masa de nitrógeno de alimentos} + \text{Masa de nitrógeno de desperdicios no legumbres} + \text{Masa de nitrógeno de papel mezclado}} = 19$$

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Según los resultados obtenidos del estudio de compostaje podemos observar que realizando los cálculos matemáticos respectivos en la combinación de estos tres principales residuos compostables (restos alimentarios, papel mezclado y restos de vegetales no legumbres), del distrito de Yucay provincia de Urubamba si se puede realizar un buen procesamiento de compostaje porque la relación de C:N en algunas

combinaciones supera el 20:1 que nos pedía si logramos mantener las cantidades exactas de los residuos que manejemos, el producto final que se obtendrá con la propuesta será el Compost el cual servirá como acondicionador o enmienda de los suelos de Yucay (áreas verdes) cuando estos sean mezclados con suelos naturales, el Compost incrementara la capacidad para retener la Humedad, retardar la erosión y mejorar la labranza de la tierra. El compost será utilizado por la división de áreas verdes para vigorizar los suelos compactados o desgastados e incrementar sus áreas verdes.

4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al realizar los cálculos matemáticos con la cantidad de residuos sólidos orgánicos compostables obtenidos podemos observar que en dos combinaciones de C:N de los residuos seleccionados se obtiene una óptima cantidad para poder realizar el proceso de compostaje el cual se muestra en las siguientes tablas

TABLA N° 31: PRUEBA DE C:N ENTRE DESPERDICIO DE ALIMENTOS Y PAPEL MEZCLADO

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	14.3	70	3.2	16	4.29	0.13728	2.19648
Papel mezclado	2.2	10	0.19	230	1.98	0.003762	0.86526

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel	3.06174	22
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel	0.141042	

MC = Masa de carbono
MN = Masa de nitrógeno

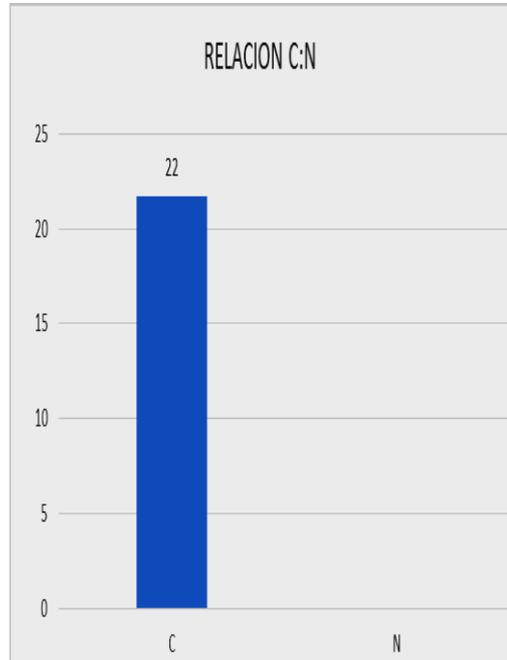


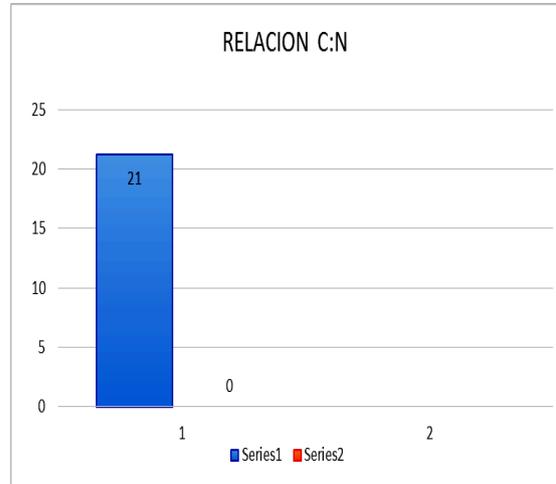
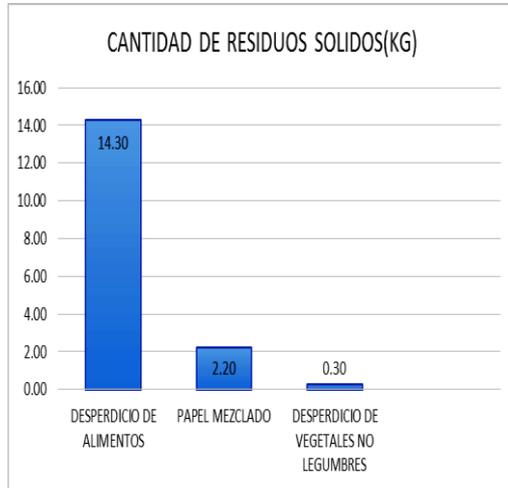
TABLA N° 32: PRUEBA DE C:N ENTRE DESPERDICIO DE ALIMENTOS PAPEL MEZCLADO Y DESPERDICIO DE VEGETALES NO LEGUMBRES

	Masa Húmeda (kg)	Humedad %	Nitrógeno (% de masa seca)	Proporción C:N (Base de masa seca)	Masa seca (kg)	Nitrógeno (N)	Carbono (C)
Desperdicio de alimentos	14.3	70	3.2	16	4.29	0.13728	2.19648
Papel mezclado	2.20	10	0.19	230	1.98	0.003762	0.86526
Desperdicios de vegetales no legumbres	0.30	20	3	11	0.24	0.0072	0.0792

C	MC de desperdicios de alimentos + MC papel + MC desperdicio de vegetales no legumbres	18.15342	19
N	MN de desperdicios de alimentos + MN de papel + MN desperdicio de vegetales no legumbres	0.952146	

MC = Masa de carbono

MN = Masa de nitrógeno



Los resultados obtenidos muestran que utilizando la cantidad de residuos sólidos orgánicos adecuados, llegamos a determinar la relación adecuada de C:N para un buen proceso de compostaje en el distrito de Yucay.

CONCLUSIONES

- El valor obtenido de la materia orgánica (residuos compostables), las 0.76 toneladas diarias lo cual es muy representativo por lo que es muy importante realizar el aprovechamiento de los residuos mediante un programa de elaboración de compost, debido a que el producto obtenido puede ser usado en los parques, jardines y viveros para promocionar las áreas verdes en el distrito de Yucay.
- De acuerdo con la evaluación de todos los parámetros de relación carbono nitrógeno C:N con su efecto de aplicación de los residuos de desperdicio de alimentos y papel mezclado (papel y cartón); tanto como la prueba de C:N entre desperdicio de alimentos, papel mezclado(papel y cartón) y desperdicio de vegetales no legumbres, se puede decir que la composta en estos dos cálculos matemáticos combinando los tres principales residuos fueron los que tuvieron los mejores resultados de la relación C:N. Demostrando que los residuos orgánicos compostables en el distrito de Yucay a través del compostaje, se pueden transformar eficazmente en abono orgánico.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda al municipio distrital de Yucay en instalar una planta de compostaje para que los residuos sólidos compostables no sean llevados al botadero de Urubamba.
- Se recomienda que sea el municipio del distrito de Yucay desarrolle un programa de capacitación para contar con mano de obra calificada en el proceso de compostaje.
- Estos resultados alcanzados nos muestran el efecto positivo de los residuos compostables identificados en el distrito de Yucay, se recomienda seguir haciendo el seguimiento, para corroborar que efectivamente las propiedades del suelo van mejorando con la aplicación de composta con respecto al tiempo.
- Se recomienda que los estudios a largo plazo de los efectos de la utilización de residuos de alimentos, papel mezclado, y residuos vegetales no legumbres, sean necesarios para el desarrollo del sistema óptimo para la gestión de la utilización de abono para agricultura sostenible, que garantice que el riesgo ambiental se minimiza y el beneficio agronómico se maximiza.
- Se recomienda agregar al compostaje residuos sólidos como paja de trigo, cebada, recortes de césped, estiércol de vacunos, aves, cuyes, porcinos, para seguir mejorando el proceso de compostaje.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- James R. Mihelcic, Julie Beth Zimmerman Editorial: Alfaomega: Ingeniería Ambiental, 2012
- Kokkola M.I. y Han J, 2005. Los efectos de la utilización de los residuos sólidos urbanos (RSU) y abono vegetal en la agricultura. En: Lowe, P., Horan, N., (Ed.)
- Abad, M. y Puchades, R. (coord).Compostaje de residuos orgánicos generados en la hoya de buñol (Valencia) con fines hortícola. Ed. Asociación para la Promoción Socioeconómica Interior Hoya de Buñol, Valencia, España 2002.
- LEY N° 26842. 1997. “Ley general de salud”. Perú.
- LEY N° 27314. 2000. “Ley general de residuos sólidos”. Perú.
- CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE EL MEDIO AMBIENTE Y EL DESARROLLO. 1992. Agenda 21. Río de Janeiro Brasil
- DECRETO SUPREM N°01377SA.1977. “Reglamento para el aprovechamiento de productos no orgánicos recuperables de las basuras”. Perú.
- Petrovic D., Análisis del Municipal Planta de Compostaje, Tesis de Diploma, en serbio, Universidad de Kragujevac, Facultad de Ingeniería Mecánica, Serbia, 2008.
- Veljković V., Jovičić N., Babić M., el análisis morfológico de los residuos sólidos urbanos en Ciudad de Kragujevac, en serbio, informe del proyecto: Sistema de Información Ambiental de Kragujevac, Facultad de Ingeniería Mecánica, Kragujevcu, Serbia, 2007.

LINCOGRAFÍA

- <http://www.conama.cl/rm/568/article1092.html>
- <http://www.emison.com>
- <http://www.infoagro.com/abonos/compostaje.asp>
- <http://www.bionet.net/veranst/bochum/s7.htm>
- <http://www.ongalternativa.org.pe/caract/rrss/cononorte>.
- Diagnóstico sistema producto maíz estado de Tlaxcala;url:<http://www.amsda.com.mx/PREstatales/Estatales/TLAXCALA/PREmaiz.pdf>.2009.Compostaje;url:http://www.google.com.mx/search?source=ig&hl=es&rlz=1R2ACAW_en&q=El+compostaje+y+el+compost+Juan+A.+Fuentes+Romero&btnG=Buscar+con+Google&meta=lr%3D&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=.2005.
- www.assurre.org
Compostadores. (20 de diciembre de2012). Los nutrientes en elcompost. Obtenido compostadores:
<http://www.compostadores.com/buscador?g=nutrientes+en+el+compost>
- Zorzi, G., Silvestri, S. y Cristoforetti, A., (1998) Compostaje en Italia: estado actual y perspectivas de futuro, Bionet,
<http://www.bionet.net/i/COMPOST.HTM>

ANEXOS

ANEXO N° 1

DETERMINACION DEL NUMERO DE MUESTRA

Se aplica la siguiente formula para determinar el número de muestra

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 N \sigma^2}{(N-1)E^2 + Z_{1-\alpha/2}^2 \sigma^2}$$

Datos:

n= muestra de las viviendas

N= total de viviendas

Z= nivel de confianza 95%=1.96

σ= desviación estandar

E= error permisible

Datos del Distrito de San Miguel:

n= muestra de las viviendas

N= 665 viviendas

Z= 1.96

σ= 0.25 kg/hab./día

E= 0.061 kg/hab./día

$$n = \frac{(1.96)^2 (13820.2)^2}{(1382-1)(0.05)^2 + (1.96)^2 (0.2)^2}$$

$$n = \frac{3.84 \times 665.00 \times 0.0625}{664.00 \times 0.003721 + 3.8416 \times 0.0625} = \frac{159.67}{2.710844} = 59$$

Trabajar con la contingencia que mas le comenga

CONTINGENCIA	
10%	15%
5.9	8.8
TOTAL Vt	65 68

Se obtiene X viviendas.

Se considera adicionar una muestra de contingencia de X viviendas siendo la muestra

total equivalente a XX viviendas

Nota: La muestra de contingencia puede variar de 10% a 15%.

ANEXO N° 2

N° de vivienda	Número de habitantes	Generación de Residuos Sólidos Domiciliaria								Generación per cápita ^a Kg/persona/día
		Día 0	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7	
		Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg	
M01	3	1.50	2.10	0.90	1.40	1.50	1.70	2.00	1.70	0.54
M02	4	1.80	2.30	2.00	1.50	2.35	2.50	2.50	3.00	0.58
M03	6	1.40	2.20	2.40	3.80	4.50	2.00	1.60	1.40	0.43
M04	5	2.00	2.40	2.80	2.60	1.60	2.90	4.70	1.60	0.53
M05	3	1.20	1.70	2.70	1.50	0.70	1.30	0.70	1.10	0.46
M06	5	2.00	1.50	2.80	1.30	1.10	1.50	1.60	1.30	0.32
M07	3	2.10	1.60	1.60	1.40	2.00	1.30	1.20	0.40	0.45
M08	1	0.80	1.40	0.20	1.00	0.50	0.90	0.50	0.40	0.70
M09	1	0.40	0.70	0.40	0.20	0.50	1.00	0.50	0.80	0.59
M10	1	0.50	0.50	0.30	0.50	0.50	1.00	0.50	0.10	0.49
M11	1	0.60	0.80	0.10	0.80	0.60	0.40	0.60	1.00	0.61
M12	5	1.80	3.30	2.40	3.00	2.30	1.60	1.40	1.60	0.45
M13	6	1.40	3.80	2.30	1.80	2.90	2.00	2.80	3.00	0.44
M14	2	0.30	1.80	0.50	0.50	0.40	1.00	1.10	0.60	0.42
M15	5	1.30	3.90	2.30	2.60	2.30	2.80	2.40	2.60	0.54
M16	4	1.20	1.60	1.50	1.30	1.20	1.60	2.50	1.40	0.40
M17	4	1.10	1.30	3.00	1.50	1.30	1.90	2.70	1.60	0.48
M18	2	0.70	0.90	3.80	0.80	0.20	0.40	2.10	0.50	0.62
M19	6	2.50	2.40	2.30	2.60	2.50	3.40	3.20	3.00	0.46
M20	4	0.80	1.80	1.30	1.40	1.60	1.80	1.80	2.00	0.42
M21	6	1.30	2.20	3.70	4.10	1.20	2.50	2.60	2.30	0.44
M22	2	0.40	0.40	0.80	0.60	1.20	1.10	1.30	1.00	0.46
M23	2	1.40	0.60	0.20	0.40	0.55	1.00	1.30	1.20	0.38
M24	6	3.00	2.30	4.30	2.40	2.50	3.60	1.20	2.80	0.45
M25	6	3.66	1.22	2.30	2.70	2.20	2.00	2.50	3.10	0.38
M26	3	2.00	1.40	1.10	1.20	1.50	1.60	0.80	2.40	0.48
M27	5	1.40	3.70	2.70	3.00	3.00	2.70	2.30	2.00	0.55
M28	3	0.83	1.20	1.50	0.80	1.10	1.10	1.20	1.30	0.39
M29	2	0.50	0.70	0.80	1.20	0.60	1.20	1.30	1.00	0.49
M30	5	4.00	2.50	2.60	7.00	3.70	1.50	2.20	3.90	0.67
M31	3	0.50	2.20	2.30	1.60	2.00	1.30	2.30	2.30	0.67
M32	3	2.00	5.00	3.60	2.50	1.60	2.20	0.50	0.20	0.74
M33	3	2.20	1.40	3.50	1.30	3.10	2.20	2.20	1.10	0.70
M34	2	1.10	1.10	0.80	0.50	1.00	1.20	0.80	0.50	0.42
M35	2	0.40	0.80	0.90	1.10	1.10	1.50	1.10	1.10	0.54
M36	3	0.90	2.60	1.20	1.70	0.60	0.40	0.60	1.40	0.40
M37	2	1.50	0.60	0.50	0.80	1.30	0.70	1.00	0.30	0.37
M38	6	0.50	3.00	2.50	4.40	3.20	2.30	3.00	4.60	0.55
M39	3	1.40	1.90	1.80	2.30	2.20	2.40	0.90	0.50	0.57
M40	3	0.10	0.60	2.20	2.00	1.00	1.70	0.40	2.70	0.50
M41	5	1.55	3.20	2.50	4.40	2.50	1.20	2.40	1.10	0.49
M42	7	2.00	4.70	2.20	3.70	3.80	3.10	3.30	2.50	0.48
M43	5	0.40	5.00	4.30	3.00	0.80	1.30	2.50	1.30	0.52
M44	4	0.50	1.40	2.50	2.20	0.60	3.00	3.20	1.50	0.51
M45	5	0.70	1.80	2.00	2.90	1.30	2.90	2.50	3.70	0.49
M46	4	0.50	2.70	3.20	1.70	1.20	2.00	2.30	1.80	0.53
M47	3	0.40	1.40	1.70	2.10	1.20	1.40	1.50	1.20	0.50
M48	3	0.30	1.20	2.40	0.70	1.30	0.40	1.40	2.00	0.45
M49	2	0.50	1.80	1.50	0.60	0.40	1.50	1.10	1.60	0.61
M50	3	0.60	2.40	2.20	1.10	1.50	1.10	2.80	2.30	0.64
M51	4	1.00	2.60	1.50	1.40	1.60	1.80	1.50	1.30	0.42
M52	2	0.40	0.10	0.70	0.60	0.20	0.50	0.20	0.10	0.17
M53	6	0.80	2.20	2.70	1.80	1.70	1.40	0.90	0.50	0.27
M54	3	1.50	2.20	1.70	2.20	2.00	1.30	1.50	1.10	0.57
M55	4	4.00	1.10	2.50	1.70	1.40	1.20	2.00	1.10	0.39
M56	4	1.50	2.40	2.20	2.70	1.90	1.80	1.60	2.00	0.52
M57	6	0.90	1.30	2.70	1.50	1.50	1.30	1.30	1.50	0.26
M58	1	1.70	0.50	0.90	0.30	0.40	0.70	0.80	0.70	0.61
M59	3	2.30	1.10	1.20	1.60	1.50	1.30	1.40	1.10	0.44
M60	5	1.10	2.40	3.80	1.10	3.00	1.40	1.20	2.10	0.43
M61	2	0.30	1.40	0.20	0.50	1.50	0.20	2.00	0.60	0.46
M62	5	1.30	2.50	2.30	2.00	2.60	2.20	3.10	1.40	0.46
M63	4	5.00	3.60	1.70	7.20	3.20	1.60	1.70	2.40	0.76
M64	3	1.10	2.20	2.20	1.30	1.90	6.30	3.00	0.60	0.83
M65	5	4.00	2.30	2.40	2.10	2.50	2.30	2.50	1.70	0.45
M66	3	1.00	0.90	0.20	0.70	0.80	0.40	0.60	1.00	0.22
M67	4	1.40	3.20	2.40	2.20	2.20	3.10	4.00	3.40	0.73
M68	6	2.40	2.50	2.10	1.20	2.20	1.90	2.20	4.70	0.40
M69	5	2.50	3.70	2.10	1.70	2.50	2.40	2.50	3.70	0.53
n		96.16	137.22	134.90	129.30	114.40	118.20	122.90	114.80	GPC _n
Generación per cápita total del distrito ²										
Nota: El peso de los residuos sólidos del primer domingo (Día 0) se registran pero no se utilizan para el cálculo.										
⁽¹⁾ Generación per cápita para cada vivienda: $GPC_i = \frac{\text{Día 1} + \text{Día 2} + \text{Día 3} + \text{Día 4} + \text{Día 5} + \text{Día 6} + \text{Día 7}}{\text{Número de habitantes} \times 7 \text{ días}}$										
⁽²⁾ Generación per cápita total del distrito: $GPC = \frac{GPC_1 + GPC_2 + GPC_3 + \dots + GPC_n}{n}$										

ANEXO 3:

Formato de encuesta para los pobladores de la muestra domiciliaria

Encuestador:			
Código de vivienda	Zona	Estrato	
Nombre completo del encuestado			
Dirección:			
Numero de vivienda		Fecha:	
A) Datos Generales			
1. Edad		4. Ocupación económica	
Menor de 18 años	a	Empleada de casa	a
Entre 18 – 24 años	b	Empleada del hogar	b
Entre 25 – 30 años	c	comerciante	c
Entre 31 – 40 años	d	Obrero	d
Entre 41 – 50 años	e	Empresario	e
Entre 51 – 60 años	f	Profesional	f
Mayor de 61 años	g	Desempleado	g
		Otro	h
2. Sexo			
Femenino	a	5. Ingreso Familiar mensual	
Masculino	b	Menos de S/. 350	a
		Entre S/. 350 y 800	b
3. Instrucción		Entre S/. 800 y S/. 1500	c
Sin instrucción	a	Entre S/. 1500 y S/. 3000	d
Primaria incompleta	b	Más de S/. 3000	e
Primaria completa	c		
Secundaria incompleta		6. Servicios	
Secundaria completa	e	Luz	a
Técnica	f	Agua	b
Superior incompleta	g	Desagüe	c
Superior completa	h	Teléfono	d
Postgrado	i	Cable	e

B. Generación y almacenamiento de Residuos Solidos			
7. ¿Qué es lo que más bota al tacho de basura en casa?		9. ¿En cuántos días se llena el tacho de basura?	
Sobras de alimentos	a	En 1 día	a
Papeles	b	En 2 días	b
Latas	c	En 3 días	c
Plásticos	d	En más de 3 días	d
Otro (especifique)	e		
		10. ¿En qué lugar de la casa tiene el tacho de basura?	
8. ¿En qué tipo de recipiente almacena la basura en su casa?		Cocina	a
		Patio	b
Caja	a	Corral	c
Cilindro	b	Otro (especifique)	d
Bolsa plástica	c		
Costal	d	11. ¿El tacho de basura se mantiene tapado?	
Tacho de plástico	e		
Otro (especifique)	f	Si	a
		No	b
		Algunas veces	c

C. Recolección de Residuos Solidos			
12. ¿Usted recibe el servicio de recolección de los residuos solidos		15. ¿Cómo entrega su basura al servicio de recolección	
Si	a	Al personal que realiza la recolección	a
No	b		
Algunas veces	c	Lo deja en la vereda de su casa	b
13. ¿Quién se encarga de la recolección de los residuos sólidos de tu casa?		Lo deja en la esquina	c
		Otros (especifique)	d
Municipio		16. ¿Qué se hace con la basura cuando se acumula por varios días en la casa?	
Triciclo (reciclador)			b
Empresa			c
Otros (especifique)			d
		Se quema	A
		Se entierra	B
14. ¿Cada cuánto tiempo recogen la basura de su casa?		Se bota a la calle	C
		Se bota al rio	D
Todos los días		Se lleva al botadero más cercano	E
Dejando 1 día			
Dejando 2 o 3 días		Otros especifique	f
Muy pocas veces			
Nunca			
Otros (especifique)			

D. Segregación y reusó de los Residuos Solidos			
18. ¿Utiliza para otra cosa las sobras de comida y restos de cocina? ¿Cómo se reaprovechan?			
Si	a	No	b
De responder si, indique como:			
19. ¿Qué se hace en tu casa con los residuos reciclables o reutilizables? (se bota, se regala, se vende, se recicla)			
Vidrio			
Papel			
Periódico			
Cartón			
Latas			
Plástico			
Otros (especifique)			
20. ¿Ha recibido alguna charla o capacitación en el manejo de los residuos?		21. ¿Separaría sus residuos en casa para facilitar su reaprovechamiento?	
Si	a	Si	a
No	b	No	b
		¿Por qué?	

E. Percepción			
22. ¿Está usted satisfecho con el servicio de recojo de residuos sólidos?			
Si	a		No
¿Por qué?			
23. ¿Cuál es el principal problema de la recolección?			
Escasa colaboración del vecino	a		
Inadecuada frecuencia del servicio	b		
Escasa educación sanitaria	c		
Escasos vehículos recolectores	d		
Mal trabajo del personal de recolección	e		
No existen problemas	f		
Otros (especifique)	g		
24. ¿Qué debería hacer la Municipalidad para mejorar el servicio de limpieza pública?			
Aumentar la frecuencia de recolección	a		
Propiciar la participación de los vecinos	b		
Educar a la población	c		
Controlar al personal	d		
Privatizar el servicio	e		
Otros (especifique)	f		

F. Sobre la disponibilidad de pagar el servicio			
25. ¿Cuánto paga actualmente por el servicio de limpieza pública y cada que tiempo?			
26. De no estar satisfecho con el actual servicio de recolección ¿Le interesaría tener un servicio de recojo de basura a cargo de?			
La Municipalidad, pero mejorado	a	Empresa particular	b
¿Por qué?			
27. ¿Estaría dispuesto(a) a pagar por este servicio optimizado de recojo de basura?			
Si	a	No	b
¿Cuánto?		¿Por qué?	

ANEXO N° 4
Registro Fotográfico



Registro y empadronamiento de participantes ECRSS MDY



Recolección de los residuos sólidos domiciliarios



Acopio y Registro de material recolectados



Registro del peso de los RRSS recolectados



Caracterización de RRSS recolectados



Determinación de la densidad de los RRSS