

**UNIVERSIDAD NACIONAL TECNOLÓGICA DE LIMA SUR**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y GESTIÓN**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**



**“EVALUACION DE LA CALIDAD DE COMPOST A BASE DE RESIDUOS  
ORGANICOS PROVENIENTES DE LA PODA DE ÁREAS VERDES Y  
MERCADOS DEL DISTRITO DE SAN BORJA”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

Para optar el Título Profesional de

**INGENIERO AMBIENTAL**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER**

**HUAMANI HEREDIA, PABLO ALEXANDER**

**Villa El Salvador**

**2019**

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi padre, por estar motivándome todos los días a avanzar con mi proyecto.

A mi madre por estar atrás de mí, apoyándome en todo momento bueno y malo, diciéndome que no me rinda a pesar de mis limitaciones.

A mi familia en general por motivarme a la superación personal y profesional.

A la municipalidad de San Borja por el apoyo técnico y profesional de sus trabajadores.

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento especial al Ing. Marcelino, por el apoyo profesional, ya que siempre busca la superación de uno mismo.

A mis familiares por el apoyo diario y las motivaciones que me dedican para seguir avanzando.

A mis familiares, debido que siempre me apoyan en las buenas y en las malas, espero esto se dé agrado para ustedes.

## INDICE

CAPITULO I.....	2
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	2
1.1. Descripción de la realidad problemática: .....	2
1.2. Justificación del problema .....	3
1.3. Delimitación del proyecto .....	4
1.4. Formulación del problema.....	5
1.4.1. Problema General.....	5
1.4.2. Problemas Específicos .....	5
1.5. Objetivos .....	5
1.5.1. Objetivo General .....	5
1.5.2. Objetivos Específicos.....	6
CAPITULO II.....	7
MARCO TEORICO .....	7
2.1. Antecedentes:.....	7
2.1.1. Antecedentes Internacionales: .....	7
2.1.2. Antecedentes Nacionales:.....	9
2.2. Bases Legales:.....	11
2.3. Bases Teóricas: .....	13
2.3.1. Residuos Sólidos y su Clasificación; .....	13
2.3.2. Residuos orgánicos: .....	13
2.3.2.1. Clasificación de Residuos Sólidos Organicos: .....	14
2.3.3. Valorización de residuos sólidos municipales.....	14
2.3.3.1. Formas de valorización de residuos solidos .....	14
2.3.3.2. Valorización de residuos sólidos orgánicos municipales: .....	15
2.3.4. Abonos Orgánicos .....	16
2.3.5. Compostaje:.....	16

2.3.5.1.	Tipos de residuos Compostables.....	17
2.3.5.2.	Métodos de producción .....	18
2.3.5.3.	Fases de compostaje.....	20
2.3.5.4.	Factores condicionantes del proceso de compostaje: .....	22
2.3.5.5.	Calidad de Compost: .....	26
2.3.5.6.	Uso de Compost:.....	30
2.3.6.	Beneficios del compost.....	30
2.3.7.	Plan de Manejo de residuos sólidos orgánicos: .....	32
2.4.	Definición de Términos Básicos .....	33
CAPITULO III.....		36
DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL.....		36
3.1.	Modelo se solución propuesto:.....	36
3.1.1.	Lugar de intervención:.....	36
3.1.2.	Materiales:.....	43
3.1.2.1.	Residuos para el abono: .....	43
3.1.2.2.	Materiales de campo:.....	44
3.1.2.3.	Materiales de gabinete: .....	45
3.1.2.4.	Herramientas.....	45
3.1.3.	Diseño Metodológico.....	46
3.1.3.1.	Limpieza y mantenimiento de la planta piloto de compostaje:.....	46
3.1.3.2.	Proceso de Armado de las Pilas de Compost .....	47
3.1.3.3.	PRUEBA EN CAMPO DEL COMPOST .....	57
3.2.	Resultados: .....	58
3.2.1.	Resultados: .....	58
3.2.2.	Análisis de Resultados.....	60
3.2.2.1.	Conductividad Eléctrica (C.E).....	60
3.2.2.2.	Potencial de Hidrogeno (pH) .....	62

3.2.2.3.	Niveles de Fosforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) .....	63
3.2.2.4.	Niveles de Potasio (K <sub>2</sub> O).....	64
3.2.2.5.	Niveles de Calcio (CaO).....	65
3.2.2.6.	Niveles de Magnesio (MgO).....	66
3.2.2.7.	Nitrógeno Total (N).....	67
3.2.2.8.	Análisis de Resultados de Test de Germinación: .....	68
	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	73
	CONCLUSIONES .....	75
	RECOMENDACIONES.....	77
	BIBLIOGRAFIA .....	78
	ANEXOS.....	81

## INDICE DE TABLAS:

Tabla 1: Parámetros óptimos para el desarrollo de Compost.....	26
Tabla 2: Composición química de diferentes abonos.....	28
Tabla 3. NTP 311.557.2013(Abonos o Fertilizantes orgánicos solidos) .....	28
Tabla 4: Norma Chilena de calidad de Compost .....	29
Tabla 5: Composición de N, P y K en el compost .....	30
Tabla 6: Generación de residuos solido al día .....	38
Tabla 7: Distribución de áreas Verdes .....	39
Tabla 8: Generación total de Residuos al día en el mantenimiento de áreas verdes .....	40
Tabla 9:Parque seleccionado para la recolección de residuo orgánicos.....	40
Tabla 10: Generación total de Residuos al día por mercado.....	41
Tabla 11: Puntos de Recolección de Residuos Orgánicos.....	48
Tabla 12: Cronograma de Recolección.....	49
Tabla 13: Total de Residuos Recolectados.....	50
Tabla 14: Modelo de Prueba adicional de fertilidad.....	58
Tabla 15:Resultados de Laboratorio .....	59
Tabla 16: Resultado de Test de germinación .....	60
Tabla 17: Porcentaje de germinación por prueba.....	68

## INDICE DE FIGURAS:

Figura 1: Composteras de sistema abierto.....	19
Figura 2: Compostera de sistema cerrado .....	19
Figura 3: Tabla de comparación de pH, Temperatura y Fases de Compostaje ...	21
Figura 4: Plano de ubicación del Distrito de San Borja .....	37
Figura 5: Distribución sectorial del Distrito. ....	37
Figura 6: Grafico comparativo de la generación de residuos no domiciliarios en el ámbito municipal .....	39
Figura 7: Mapa de ruta de recolección y punto de tratamiento .....	42
Figura 8: Planta piloto de compostaje, Kallpa Wasi (San Borja) .....	42
Figura 9: Diseño de la planta compostera (San Borja).....	43
Figura 10: Limpieza de la planta compostera.....	47
Figura 11: Proceso para la obtención de compost .....	48
Figura 12: Puntos de Recolección de Residuos Orgánicos .....	49
Figura 13: Armado de la capa de Hojarasca .....	51
Figura 14: Armado de la segunda capa (estiércol).....	52
Figura 15: Armado de la 1° capa de Hojarasca.....	53
Figura 16: Armado de la 2° capa de Residuos orgánicos de mercado.....	53
Figura 17: Armado de la 3° capa de Estiércol .....	54
Figura 18: Pila de compost.....	54
Figura 19: Volteo de pila de Compost .....	55
Figura 20: Cosecha de la pila de compost .....	56
Figura 21: Muestras de compost para análisis de Calidad .....	57
Figura 22: Cuadro comparativo de la Conductividad Eléctrica de las muestras de compost.....	60
Figura 23: Cuadro comparativo del pH de las muestras de compost .....	62
Figura 24: Cuadro comparativo del P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> de las muestras de compost .....	63
Figura 25: Cuadro comparativo del K <sub>2</sub> O de las muestras de compost .....	64
Figura 26: Cuadro comparativo del CaO de las muestras de compost .....	65
Figura 27: Cuadro comparativo del MgO de las muestras de compost.....	66
Figura 28: Cuadro comparativo del Nitrógeno de las muestras de compost .....	67
Figura 29: Aplicación de Minitab, para la prueba de germinación del Rabanito ...	69
Figura 30: Gráficos de la prueba de germinación.....	70

Figura 31: : Aplicación de Minitab, para la prueba de germinación de la lechuga	71
Figura 32: Gráficos de la prueba de germinación.....	72

## INTRODUCCION

Uno de los principales problemas medioambientales en el país es la mala disposición final de los residuos sólidos, en el Perú actualmente tiene 31 rellenos sanitarios de los cuales están distribuidos en diferentes regiones del país.

En la actualidad, en cada día se genera grandes cantidades de residuos en los 1 mil 838 distritos que el país presenta; así también las empresas privadas como los distintos organismos del estado; que por las normativas actuales tienen que tratar, valorizar y disponer adecuadamente sus residuos. Ante esta problemática se han planteado e implementado técnicas que permiten la reutilización de los residuos, dándole un valor agregado y disminuyendo el volumen que es dispuesto en los rellenos sanitarios.

En la actualidad el municipio de San Borja, según el último Plan de Manejo de Residuos sólidos del 2018, genero un total de 47 573 Toneladas en el año 2017, de las cuales más de la mitad de estos residuos sólidos son residuos orgánicos provenientes de los domicilios y las diferentes actividades que hay en la municipalidad de San Borja.

Una de las actividades que generan gran cantidad de residuos sólidos orgánicos es el mantenimiento de áreas verdes; disponiendo 4769 toneladas en el relleno sanitario en el año 2018, seguido después de los centros de abastos que generan 253.6 toneladas de residuos sólidos orgánicos, el cual estos tipos de residuos presentan una lata tasa de reaprovechamiento.

El compost es una alternativa para tratar los residuos orgánicos, permitiendo su reutilización como abono. Es decir el compostaje como una tecnología sencilla y económica para el reaprovechar los residuos biodegradables, desde desechos de jardín o cocina hasta estiércol de animales, pudiendo aplicarse tanto a gran escala (municipalidad o empresas) como en pequeña escala (viviendas); además que en comparación de otros abonos industriales, demostrar la calidad en su uso y sus beneficios hacia el medio ambiente .

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción de la realidad problemática:**

Uno de los principales problemas que se presenta es la contaminación producida por la inadecuada gestión que se da a los residuos sólidos que son generados por los distintos distritos de Lima metropolitana.

En consecuencia, se generan los botaderos informales de basura, claro ejemplo en los distritos que se da en la actualidad en los distritos en vías de desarrollo como: Villa El Salvador, San Juan de Miraflores, Villa María del Triunfo, etc. Generando focos infecciosos hacia la salud e impactando al ambiente.

En estos tiempos varios distritos de Lima metropolitana fueron declarados por emergencia sanitaria por parte del Ministerio de Salud (MINSA), los cuales son los distritos de Caraballo, Chilca, Comas, El Agustino, Rímac, Villa María, debido a la proliferación de enfermedades a consecuencia de la mala disposición de los residuos. (Prensa.pe, 2018)

Gran parte de los residuos sólidos presentan una alta tasa de aprovechamiento, pero debido al desconocimiento de la población y de las autoridades, no se les da la debida importancia y por lo general son dispuesto en un relleno sanitario sin darle el manejo o tratamiento adecuado.

Uno de los residuos que más generación tiene en Lima metropolitana son los residuos orgánicos generados de diferentes actividades que presentan los distritos que están a su jurisdicción, como los residuos que se generan por las actividades domiciliarias, comerciales, de limpieza y mantenimiento de áreas verdes, etc.

Pero lo más predominante son los residuos generados en las actividades comerciales tal sea el caso de los centros de abastos que contribuye la mayor generación de residuos orgánicos, y a consecuencia de la mala disposición se generan puntos infecciosos, los cuales causan enfermedades a las poblaciones aledañas; otro problema por parte de la mala disposición de residuos son los residuos que se generan en las áreas verdes los cuales en su mayoría son dispuestos a un relleno sanitario sin darle un tratamiento adecuado, y de ese modo disminuyendo el tiempo de vida útil a los rellenos sanitarios.

## **1.2. Justificación del problema**

La generación de los residuos sólidos ha ido aumentando drásticamente, debido al alto consumo de productos por lo general que se dan en la vida cotidiana.

En los últimos años el distrito de San Borja ha implementado planes de reaprovechamiento de residuos sólidos, tanto para residuos sólidos inorgánicos y también para residuos sólidos orgánicos.

En el tema de los residuos orgánicos, este se destina para la producción de compost, este era elaborado con los residuos de poda y estiércol de caballo recolectado del Hipódromo de Monterrico, y posteriormente utilizado como abono que se destinaba para el programa de Biohuertos urbanos. Ahora en la actualidad se está agregando el uso de los residuos orgánicos de las viviendas y los centros de abastos para mejorar la calidad de compost,

es ende motivo que dicho proyecto quiere demostrar cuál de los dos tipos de abono presenta mejor calidad y eficiencia para el cultivo de hortalizas.

Lo que busca demostrar este proyecto de investigación es el reaprovechamiento de los residuos orgánicos y además de su posterior valorización ya sea material o energética, además de servir como modelo que se pueda poner en práctica en otras municipalidades de Lima Metropolitana y del país, y de alargar el tiempo de vida útil de los rellenos sanitarios existente en la región peruana y crear una nueva cultura que mejorara la calidad de vida de la población.

### **1.3. Delimitación del proyecto**

#### **1.3.1. Teórica:**

El proyecto investiga la importancia del reaprovechamiento de los residuos orgánicos municipales generados en los centros de abastos y en las áreas verdes; además de determinar la utilidad que este tendría de ser replicado en otros distritos de la capital y del país.

#### **1.3.2. Temporal:**

El proyecto se realizó durante un periodo de 5 meses, en donde implementaron un total de 4 pilas compostera cuya finalidad que se tiene es de evaluar la calidad del producto final. Previo a esto se realiza un Plan de manejo de residuos orgánicos, donde se indicará detalladamente el tratamiento que se aplicará a los residuos orgánicos.

#### **1.3.3. Espacial:**

El proyecto de investigación fue desarrollado en el distrito de San Borja debido a que presenta los recursos necesarios para implementar un proyecto piloto de compostaje.

Cabe recalcar que todo esto fue implementado debido a que el distrito de San Borja tiene una política sobre el reaprovechamiento y la valorización de residuos orgánicos.

## **1.4. Formulación del problema**

### **1.4.1. Problema General**

- ¿Qué características fisicoquímicas tiene el compost elaborado a base de residuos vegetales provenientes de las áreas verdes y de los residuos orgánicos provenientes de los mercados del distrito de San Borja?

### **1.4.2. Problemas Específicos**

- ¿Qué características fisicoquímicas tiene el compost elaborado a base de residuos sólidos vegetales provenientes de las áreas verdes del distrito de San Borja?
- ¿Qué características fisicoquímicas tiene el compost elaborado a base de residuos sólidos orgánicos de los mercados del distrito de San Borja?
- ¿Qué efectividad potencial tiene el compost elaborado a base de residuos vegetales provenientes de áreas verdes y de residuos orgánicos de los mercados del distrito de San Borja en el cultivo de Hortalizas?

## **1.5. Objetivos**

### **1.5.1. Objetivo General**

- Describir las características fisicoquímicas del compost elaborado a base de residuos vegetales provenientes de las áreas verdes y de los residuos orgánicos provenientes de los mercados del distrito de San Borja

### **1.5.2. Objetivos Específicos**

- Describir las características fisicoquímicas del compost elaborado a base de residuos sólidos vegetales provenientes de las áreas verdes del distrito de San Borja
- Describir las características fisicoquímicas del compost elaborado a base de residuos sólidos orgánicos de los mercados del distrito de San Borja.
- Evaluar la efectividad potencial del compost elaborado a base de residuos vegetales provenientes de áreas verdes y de residuos orgánicos de los mercados del distrito de San Borja en el cultivo de Hortalizas.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1. Antecedentes:**

##### **2.1.1. Antecedentes Internacionales:**

- Bello S, J (2017), realizo la investigación titulada: *Diseño de un Plan de Valorización de Residuos Orgánicos para las empresas restauranteras de la zona turística de Acapulco*, en el Instituto Politécnico Nacional, la investigación llevo a las siguientes conclusiones:
  - i. La valorización de los residuos orgánicos está basada en la segregación adecuada de los residuos y en la en el manejo que se le dé, debido a la falta de conocimientos suelen ser ignorados a la hora de ser reingresados nuevamente a la economía, pero no es igual con los residuos inorgánicos, debido a que tienen una alta capacidad de ser reciclados.
  - ii. Es de suma importancia contar con Plan de educación y capacitación los residuos sólidos, dicho plan debe contar con temas sobre la valorización de los residuos orgánicos, con la finalidad de que la población conozca todos los beneficios económicos, sociales y ambientales que generan las distintas alternativas de la valorización de los residuos orgánicos.

- Jara S, L (2016), realizo la investigación titulada: *Oportunidades de Valorización mediante el compostaje de los Residuos Orgánicos de Origen Urbano y afines en Ecuador: Propuesta de Gestión para la provincia de Chimborazo*, en la Universidad Miguel Hernández de Elche; la investigación llevo a las siguientes conclusiones:
  - i. A nivel medio ambiental el compost elaborado por restos de residuos orgánicos urbanos supera el índice de calidad ambiental debido a que son más estables, presentan poca presencia de patógenos, contiene concentraciones adecuadas de nutrientes y su aplicación en la agricultura es mas sencillo.
  - ii. El proceso de compostaje beneficia el valor de flujo de los residuos orgánicos debido a que facilita el tránsito de residuos a insumo.
  
- Velásquez V, M & Velásquez V, M (2016), realizo la investigación titulada: *Evaluación de la Eficiencia del abono orgánico obtenido de los Residuos Vegetales de la Plaza de Mercado del Municipio de San Gil en el Cultivo de Mandarina Arrayana*, en la Universidad de Manizales, la investigación llevo a las siguientes conclusiones:
  - i. La caracterización realizada en centro de abasto del distrito de San Gil dio con la generación de 25.875 kilogramos de residuos orgánicos (vegetales) de lunes a viernes de los cuales fue de 70% que equivalió a frutas y hortalizas, el 25% tubérculos y el 5% cereales.
  - ii. El abono producido con los desechos orgánicos de origen vegetal mejoro la producción (Kilogramo/hectárea) del cultivo de mandarina arrayana en las pruebas de investigación en comparación con las demás pruebas.
  - iii. El abono producido con los desechos orgánicos aumento el diámetro de las copas de los árboles del cultivo de mandarina arrayana a comparación de las demás pruebas.

- Espinosa, N & Zambrano, N (2015), realizo la investigación titulada: *Elaboración de abono orgánico a partir de desechos de hortalizas para la fertilización de los suelos*, en la Universidad de Carabobo, la investigación llevo a las siguientes conclusiones:
  - i. Se observa la necesidad de implementar el manual propuesto ya que su diagnóstico arrojo que más del 50% de la población del curso cuenta con conocimiento previo del abono orgánico.
  - ii. Se logró una buena medida para la conservación del ambiente en el entorno físico de dicha institución, con el uso que se les da a los desechos de hortalizas en el reciclado de abono orgánico.
  
- Benavides G, C & Josa R, D (2015), realizo la investigación titulada: *Plan de Manejo de Residuos Sólidos en las veredas de Anganoy y San Juan de Anganoy, Corregimiento de Mapochico, Municipio de Pasto*, en la Universidad de Nariño; la investigación llevo a las siguientes conclusiones:
  - i. Considera el reaprovechamiento de los residuos orgánicos como materia prima para la producción de abonos orgánicos se considera como un impacto positivo al ambiente debido a que aumenta la calidad y la fertilidad de los suelos

### **2.1.2. Antecedentes Nacionales:**

- Cahahuanca F, S (2016): Realizo la investigación titulada: *Optimización del Manejo de Residuos Orgánicos por Medio de la utilización de Microorganismos Eficientes (Saccharomyces Cerevisiae, Aspergillus Sp., Lactobacillus Sp.) en el proceso de Compostaje en la Central Hidroeléctrica Chaglla*, en la Universidad de Huanuco, llegando a las siguientes conclusiones en la investigación:
  - i. El compostaje aplicado con microorganismos eficaces es una técnica beneficiosa y económica que trata al 100% los residuos

orgánicos. Además, el producto final es beneficioso para el ambiente debido a que mejora e enriquece de nutriente a los suelos.

- ii. El compost obtenido tuvo impacto social y ambiental muy positivo debido a que se presentó como una alternativa sencilla y beneficiosa que está al alcance para la población.

- Soriano V, J (2016), realizo la investigación titulada: *Tiempo y Calidad del Compost con aplicación de tres dosis de "Microorganismos Eficaces"- Concepción*, en la Universidad Nacional del Centro del Perú, llegando a las siguientes conclusiones en la investigación:

- i. Para la técnica de compostaje es importante tener en cuenta todos los factores que contribuyen en el proceso para la elaboración del compost, estos factores son, la temperatura, humedad, relación C/N, pH, microorganismo entre que suma importancia controlarlos ya que si hay alguna deficiencia el tratamiento se podría obtener un producto o resultado final no deseado causando un impacto negativo al ambiente.
- ii. Para determinar la calidad de es necesario saber la utilidad o donde será aplicado dependiendo esos puntos uno puede determinar la calidad del compost con las distintas normativas nacionales e internacionales de la calidad de compost.

- Cabrera C, V & Rossi, M (2016), realizo la investigación titulada: *Propuesta para la elaboración de compost a partir de los Residuos Vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores*, en la Universidad Nacional Agraria de la Molina, llegando a las siguientes conclusiones en la investigación:

- i. El compost es un abono natural el cual se le puede dar un valor agregado debido que aprovecha y da tratamiento a los residuos orgánico que se producen a diario en la comunidad.

- ii. El compost aparte de agregar nutrientes, minerales y estabilizar las características del suelo, agrega microorganismo benéfico para este, el cual se encargará de realizar los balances y la dinámica de nutrientes que el suelo requiere para posteriormente ser utilizado.
- Ortiz P, D & Gonzales C, T (2015), realizó la investigación titulada: *Tratamiento de los Residuos Sólidos Orgánicos del mercado central "Virgen de Fátima Huaraz - Ancash", optimizando el proceso de Compostaje*, en la Universidad Nacional Antúnez de Mayolo, llegando a las siguiente conclusion en la investigación:
    - i. El estudio comparativo entre el compost y los abonos comerciales, está determinada por su viabilidad económica, calidad o concentración de nutrientes, y el impacto que general al ambiente, en primer se logró demostrar que el compost a pesar de no tener tantos nutrientes como un abono comercial, no producía tanto daño a los suelos donde se utilizaba debido que es un abono natural totalmente balanceado que consiste en la degradación de la materia orgánica por medio de microorganismo, mientras que un abono comercial a pesar de tener más nutrientes debilita algunas características del suelo, causando a largo plazo el deterioro y la erosión del suelo.

## 2.2. Bases Legales:

- **Decreto legislativo N°1278: Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.**

Este decreto legislativo establece las obligaciones, atribuciones y responsabilidades que asume la sociedad en su conjunto, cuya finalidad es de facilitar la maximización constante de la eficiencia en el uso de los recursos y asegurar la adecuada gestión de los residuos sólidos tanto

en lo económico, sanitaria y ambiental, con cumplimiento a las obligaciones, principios y lineamientos de la ley.

- **DS 014-2017-MINAM: Aprueba el Reglamento del Decreto Legislativo N°1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos:**

Reglamenta el D.L. N° 1278 Ley General de Gestión Integral de Residuos Sólidos, con el fin de asegurar la maximización la eficiencia en el uso de los recursos, regular la adecuad gestión del manejo de los Residuos sólidos, desde la minimización en la generación de residuos sólidos, la valorización material y energética de estos, y su brindar la adecuada disposición final de los mismos.

- **Ordenanza N°1778: Gestión Metropolitana de Residuos Sólidos Municipales:**

Ordenanza que dispuso la Municipalidad de Lima Metropolitana en el año 2015, en donde indicaba las pautas sobre un adecuado manejo de los residuos sólidos a las municipalidades pertenecientes a la municipalidad de Lima Metropolitana.

- **Ordenanza N°618-MSB: Aprueban el Plan de Manejo de Residuos Sólidos del distrito de San Borja:**

Ordenanza que aprobó el Plan de Manejo de Residuos Sólidos, en donde disponen todas las propuestas a mejorar en el distrito de San Borja hasta el año 2030.

## **2.3. Bases Teóricas:**

### **2.3.1. Residuos Sólidos y su Clasificación;**

Es todo material, sustancia o elemento resultado del consumo o de uso como bien o servicio, del cual su generador se desprende, para ser manejados dando importancia la valorización de los residuos y en última estancia la disposición final. (MINAM, 2017)

Los residuos son generados por las distintas actividades que realizan los seres vivos, como desechos de sus funciones, por la intervención del hombre en donde se encuentran los residuos más dañinos para el medio ambiente pues presentan efectos negativos a largo plazo afectándolo directamente, el cual presenta en muchos casos por la propia naturaleza que presentan los desechos. (Soriano Vilcahuaman, 2016)

Los residuos se pueden clasificar según su origen o lugar de precedencia, según su peligrosidad, según su composición, o según la actividad que lo genera.

### **2.3.2. Residuos orgánicos:**

Todo tipo de residuos sólido compuesto con materia orgánica de origen animal o vegetal (biológico), que tiene facilidad de degradarse rápidamente a comparación de los demás residuos. Estos residuos están compuestos por maleza, restos de alimento, residuos de mantenimiento de poda entre otros.

A diferencia de los demás residuos, los residuos sólidos orgánicos presentan una alta tasa de reaprovechamiento, debido a sus características físicas, químicas y biológicas. Para su mayor reaprovechamiento se debe de idéntica los residuos sólidos que presentan una alta tasa de degradación como los residuos origen vegetal de la cocina, restos de poda a diferencia de los residuos orgánicos preparados; en su mayoría de los casos el tratamiento tiene a ser más costoso debido a la composición que estas presentan. (Cabrera Cordova & Rossi Luna, 2016)

### 2.3.2.1. Clasificación de Residuos Sólidos Orgánicos:

La clasificación de los residuos sólidos está relacionada por el lugar donde se generó (domiciliario, no domiciliario, industrial, entre otros). (Cabrera Cordova & Rossi Luna, 2016)

Los residuos orgánicos se clasifican por su generación en:

- **Residuos municipales:** provenientes de la gestión municipal, están conformados por los residuos generados en los domicilios, limpieza. actividades comerciales y otras actividades urbanas no domiciliarias cuyos residuos se asimilan a los que se generan en los servicios de limpieza pública.
- **Residuos no municipales:** son los residuos que se generan en el desarrollo en las distintas actividades extractivas, productivas y de servicios.
- **Residuos industriales:** residuos generados en la actividad industrial, como: manufacturera, minería, pesquera y otras similares.
- **Residuos agropecuarios:** residuos que provienen de las actividades agrícolas, forestales, ganaderas, avícolas entre otras.

### 2.3.3. Valorización de residuos sólidos municipales

La valorización, es una alternativa frente a la disposición final de los residuos en los rellanos sanitarios, cuya operación consta de que uno o más residuos sean reaprovechados y recuperado para un posterior proceso de producción (MINAM, 2017).

#### 2.3.3.1. Formas de valorización de residuos sólidos

Existen varios métodos de valorización de los cuales se dividen en dos grandes grupos según el artículo 48 del Decreto legislativo N°1278, los cuales son:

a. Valorización Material: se da mediante transformación física, química de los residuos sólidos, son técnicas más viables debido a sus ventajas económicas y ambiental, algunas de estas técnicas son:

- Reciclaje
- Compostaje
- Recuperación de aceites
- Bio-conversión

b. Valorización Energética: son métodos destinados para los residuos cuya función en buscar su alto aprovechamiento energético que presentan, algunas técnicas son:

- Co - procesamiento
- Co - incineración
- Generación de energía a base Biodegradación, biochar.

#### **2.3.3.2. Valorización de residuos sólidos orgánicos municipales:**

Es la aplicación de toda alternativa para el máximo reaprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos provenientes de los municipios.

Las municipalidades están obligadas a la valorizar sus residuos orgánicos utilizando alternativas de valorización como elaboración de compost, lombricultura, todos los residuos orgánicos proveniente de sus diferentes actividades que estas presentas en su jurisdicción, y utilizar los productos obtenidos de su valorización en los diferentes programas que esta ofrece a la población. (MINAM, 2017)

Algunas alternativas de valorización de residuos orgánicos son:

- Compostaje: degradación de la materia orgánica por la actividad bacteriana aeróbica, obteniendo como resultado un abono natural llamado compost.
- Humificación: técnica de procesamiento que utiliza diferentes tipos de lombrices para producir humus a partir de la degradación biológica de la materia orgánica.
- Biodigestor: degradación anaerobia de la materia orgánica por parte de la actividad bacteriana, para la posterior generación de gas metano y como subproducto biol (abono Natural).

#### **2.3.4. Abonos Orgánicos**

Son sustancias que se componen por los residuos de origen animal y vegetal, que añaden al suelo con el objetivo de mejorar sus propiedades físicas, químicas y biológicas de esta.

El abono orgánico mayormente está conformado por residuos que se generan en los cultivos después de la cosecha, la explotación agropecuaria (estiércol, purín); del procesamiento de productos agrícolas y de los desechos generados en los domicilios. (Porrás Díaz, 2013)

#### **2.3.5. Compostaje:**

Es una técnica que consiste en la descomposición aeróbica y biológica de los restos orgánicos, conocido como el proceso mediante el cual los restos orgánicos se degradan y estabilizan debido al metabolismo de los microorganismos, por lo general está compuesto por estiércol de los animales de granja (aves, caballos, vacas, ovejas o cerdos), residuos provenientes de la agricultura y los restos orgánicos domiciliarios.

El compost es el resultado de la degradación de los residuos orgánicos bajo condiciones controladas, mediante la aplicación de microorganismos eficientes que aceleran el proceso de descomposición aumentando su calidad nutricional. (Lescano, 2015)

El compostaje, es una técnica que produce la disminución del volumen(cantidad) de residuos orgánicos que son tratados; esta técnica presenta varias etapas en donde se generan cambios en las propiedades físico-químicas y biológicas del material orgánico a causa de la degradación microbiana. (Acosta Carrión & Peralta Franco, 2015)

El compostaje es una técnica que transforma de una manera adecuada residuos orgánicos en abonos que son utilizados en la agricultura. El compostaje es una técnica producto de la actividad microbiana en donde se degrada los restos orgánicos bajo condiciones aeróbicas, cuyo producto final es empleado para el mejoramiento de la calidad del suelo. (Román, Martínez, & Pantoja, 2013)

Entonces se define al compostaje como una biotécnica donde se ejerce un control adecuado sobre la biodegradación de los residuos orgánicos para la obtención de abonos naturales. (Cajahuanca Figueroa, 2016)

El Compost es definido como el producto que es resultante del proceso de la degradación de los residuos orgánicos, está presenta principalmente material orgánico estabilizado, puesto que se obtuvo de la degradación generando partículas más finas y oscuras, gracias a la actividad del microorganismo que interactúa con los residuos a tratar. (Cordova Molina, 2006)

#### **2.3.5.1. Tipos de residuos Compostables**

Para la obtención del compost se emplean cualquier residuo orgánico, con la única condición de que no se encuentre contaminada o preparada; en caso los residuos orgánicos como por ejemplo las sobras de las

comidas preparadas. Los residuos más utilizables en el proceso de compostaje son:

- Residuos de origen agrícola: son los residuos que se obtienen en las prácticas agrícolas, está conformado por restos frescos como maleza, hojas, frutos, etc.; estos residuos son ricos en nitrógeno y pobres en carbono. También está conformado por residuos orgánicos secos como troncos, ramas, tallos, etc.; que presentan poca concentración de nitrógeno, pero proporcionan la cantidad adecuada de carbono que es importante en el proceso de compostaje
- Residuos de poda y áreas verdes: restos provenientes del mantenimiento y limpieza de parques y áreas verdes
- Residuos urbanos: son aquellos residuos orgánicos provenientes de las cocinas (domiciliario o no domiciliario) como resultados de las actividades diarias, está conformado por restos de fruta y hortalizas, cascara de huevos, etc.
- Estiércol: conformado por el estiércol de origen vacuno, aunque también se presentan otras variedades como: gallinaza, conejuna, estiércol de equino, caprino y los residuos de cuyes.

#### **2.3.5.2. Métodos de producción**

- **Sistema Abierto o pilas:**

Es un sistema donde el proceso de compostaje se realiza de manera libre y presenta dimensiones determinadas, por lo general este sistema de compostaje se realiza mediante distintas capas formando al final un aglomerado llamado pila de compostaje. Este tipo de técnica va a depender del tipo de aireación que presenta, puede ser por proceso móvil, en donde se facilita la aireación mediante volteos, o pueden ser procesos estáticos en donde la aireación es forzada (se inyecta oxígeno mediante chimeneas en la pila de compost)

**Figura 1: Composteras de sistema abierto.**



Fuente: (Cajahuanca Figueroa, 2016)

- **Sistema cerrado o en recipiente:**

El proceso de compostaje se realiza en recipientes que pueden ser estáticas o dinámicas, conocido como reactores. Estos son estructuras metálicas, plásticas o de arcilla, cuya forma puede ser cilíndricas o rectangulares en donde se mantiene controlados los parámetros que son esenciales para el proceso de compostaje como la humedad, la aireación, etc.; permitiendo una producción adecuada del compost.

**Figura 2: Compostera de sistema cerrado**



Fuente: Román, Martínez, & Pantoja, (2013)

### 2.3.5.3. Fases de compostaje

El proceso de compostaje presenta de 4 fases bien definidas sobre el cual debe de existir un adecuado control debido a las distintas características que estas pueden presentar. (Ruiz Ubillús, 2003)

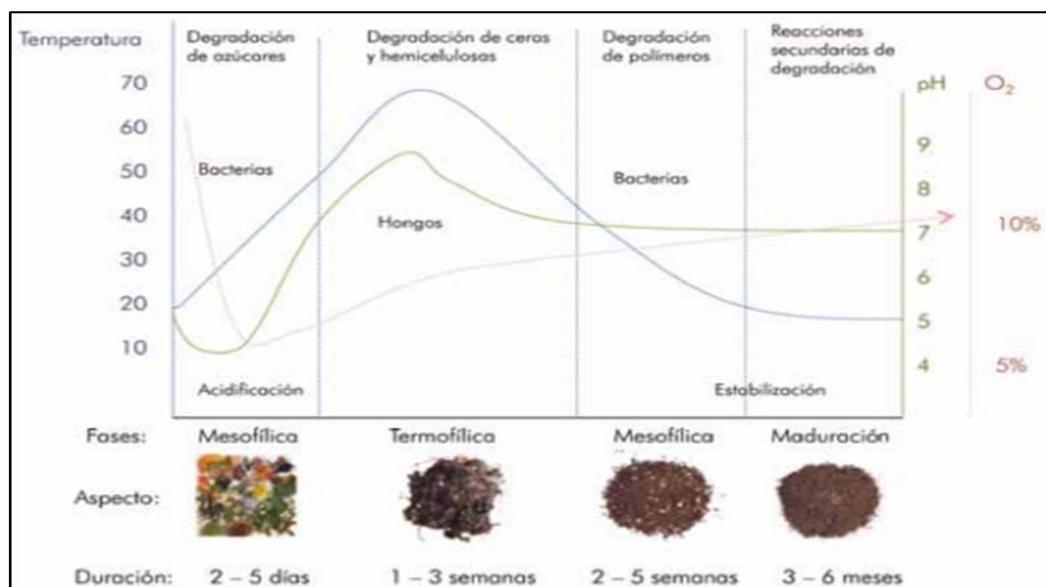
Cada fase del compostaje presenta sus propias características debido a la acción que realiza los microorganismos. Algunos microorganismos se desarrollan o proliferan rápidamente en las primeras fases cambiando el medio en que estas se desarrollan para luego desaparecer y permitir que otras poblaciones de microorganismos proliferen, de ese modo facilita el proceso de degradación de la materia orgánica y ayuda a que el resultado final sea lo más estable para su aplicación en los suelos. (Soriano Vilcahuaman, 2016)

- **Fase Mesófila:** conocido como fase de latencia o crecimiento, Es la fase en donde los microorganismos se adaptan su nuevo medio y comienza a proliferarse, esta fase cuenta con una duración de 2 a 4 días en donde la temperatura puede llegar hasta los 40°C. Esta fase cuenta con los siguientes microorganismos como bacterias y hongos imperfectos; en donde se proliferan rápidamente por su propia actividad metabólica, elevando la temperatura, generando ácidos orgánicos disminuyendo los niveles de pH. En esta fase las sustancias carbonadas se son degradadas rápidamente. (Gallardo Minaya, 2013)
- **Fase Termófila:** esta fase donde se da el incremento de la temperatura desde los 40°C a 60°C, en donde perecen los organismos de la primera fase (Mesofila). En esta fase aparecen los microorganismos termófilos quienes encargan de degradar los restos orgánicos que no se pudieron degradar en la primera etapa. En la primera fase la temperatura llega a los 40°C en donde se eliminan los patógenos. A mayor temperatura, muchos

microorganismos que son importante para el proceso de compostaje mueren y otros no se desarrollan debido a que estuvieron esporulados en la primera fase. En ésta etapa se degradan las proteínas, la lignina; los microorganismos que más se desarrollan son las bacterias formadoras de esporas y los actinomicetos. (Cabrera Cordova & Rossi Luna, 2016)

- **Fase de Enfriamiento:** conocida como fase de decadencia, se caracteriza debido a que la temperatura disminuye. La temperatura disminuye hasta llegar a la 25°C o 30 °C, es la fase en donde el material orgánico se degrada rápidamente, desaparecen los microorganismos de la fase termófila (Hongos). En este proceso es en donde se da la degradación de la celulosa.
- **Fase de maduración:** es la fase más larga debido a que se desarrolla a temperatura ambiente, es la fase en donde producen las reacciones secundarias de condensación y polimerización de los compuestos carbonados para dar origen a la formación de ácidos húmicos y los demás nutrientes que son esenciales para el compost.

**Figura 3: Tabla de comparación de pH, Temperatura y Fases de Compostaje**



Fuente: Román, Martínez, & Pantoja, (2013)

#### **2.3.5.4. Factores condicionantes del proceso de compostaje:**

Son los parámetros físicos, químicos y biológicos, que se consideran de gran importancia para el proceso de compostajes; estos factores son de gran influencia debido a que determinaran la calidad y eficiencia del producto final (compost). (Cajahuanca Figueroa, 2016)

- **Temperatura:**

Es uno de los factores más importantes en el proceso de compostaje; la temperatura varia durante todas las fases del proceso de compostaje, encontrando temperaturas mínimas de 35°C (fase mesofila) hasta alcanzar temperaturas máximas de 70°C (fase termófila) para posterior estabilizarse a la temperatura ambiente. Este factor está relacionado además con la actividad de descomposición de los microorganismos hacia la materia orgánica, a mayor temperatura hay mayor actividad microbiana (mayor descomposición de la materia orgánica) mientras que menor temperatura hay menos actividad microbiana, además se tiene en cuenta que esta relaciona con el proceso de aireación debido a que la hace que el proceso se realice de manera más rápida.

- **Humedad:**

El contenido de humedad que presentan los residuos orgánicos es variable, debido al contenido de humedad está íntimamente relacionado con la dieta de determinadas especies.

También esta depende de la cantidad de humedad que presentan los residuos orgánicos frescos como los restos de alimento o los residuos provenientes del mantenimiento de áreas verdes, que por lo general estos tipos de residuos presentan un porcentaje alto de humedad, necesariamente para el proceso de compostaje se necesita controlar adecuadamente para un mejor proceso y eficiencia.

Para tener un proceso de compostaje eficaz es necesario que la humedad oscile entre 15 a 35% pero también se puede manejar valores que estén entre 40 a 60%, teniendo en cuenta una adecuada oxigenación del compostaje. (Robles Mitma, 2015)

- **Tamaño de Partícula:**

Es un factor importante que se debe tener en cuenta en el proceso de compostaje; si los restos orgánicos son cortados o triturados antes de iniciar el proceso esto permite una mayor velocidad en el proceso de degradación por parte de los microorganismos además se obtendría de manera más rápida los nutrientes y el proceso de compostaje sería en menos tiempo. (Castillo Tarqui, 2015)

- **Oxígeno:**

El oxígeno (aireación) es uno de los factores más importantes debido a que la técnica de compostaje es un proceso aerobio debido a que trabaja con microorganismos que se encuentran presentes de manera libre y que requieren del oxígeno para realizar sus procesos metabólicos liberando dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) a la atmósfera. Es de suma importancia la aireación (oxigenación) durante todo el proceso de compostaje, debido a que los microorganismos que están presentes son aerobios además si la cantidad de oxígeno en el proceso de compostaje es baja la actividad metabólica de los microorganismos tiende a disminuir causando posteriormente la putrefacción de los residuos orgánicos y la proliferación de microorganismos anaeróbicos generando malos olores.

- **Niveles de pH:**

Es uno de los parámetros esenciales en la etapa de compostaje, debido que este parámetro determina también la actividad de microbiana en el proceso de degradación de la materia orgánica; esto se debe sí que el pH es muy ácido o muy básico solo proliferan pocos orgánicos lo cual provocaría una deficiencia en el proceso. El pH al igual que la temperatura varía según la fase en la que este, es por eso que es de suma importancia controlar el nivel de pH que debe de oscilar entre los 5 a 8. (Soriano Vilcahuaman, 2016)

- **Niveles de CO<sub>2</sub>:**

Como todo proceso aeróbico, los microorganismos presentes en el proceso de compostaje utilizan el oxígeno para transformar el Carbono (C) que se encuentra presente en la materia orgánica (substrato). Por medio de la oxidación, el carbono se de la materia orgánica se transforma en sustrato y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) que es liberado al medio ambiente. (Román, Martínez, & Pantoja, 2013)

- **Relación Carbono/Nitrógeno (C: N):**

Los microorganismos que descomponen la materia orgánica e el proceso requieren varios tipos de nutrientes que son esenciales como el carbono que es empleado para la generación de energía y el nitrógeno para sintetizar las proteínas. Es importante saber la relación de Carbono y nitrógeno ya que de esto depende el desarrollo de los microorganismos en el proceso de compostaje la proporción ideal de C: N debe de ser de 25 a 35. Si la relaciones de C:N es alta, el proceso de compostaje es lento e impide el desarrollo de los microorganismos, pero si la relación C:N es baja el proceso de degradación de la materia orgánicas es rápida pero

produce deficiencia y pérdida de nitrógeno y oxígeno para luego provocar malos olores (típico de procesos anaerobios). (Soriano Vilcahuaman, 2016)

- **Microorganismos:**

Es importante identificar los microorganismos beneficios de los no benéficos, debido a que los primeros biotransforman la materia orgánica por reacciones aeróbicas, que conducen a una producción de abonos naturales; los microorganismos degradadores permiten la bio descontaminación contribuyendo en la eliminación de patógenos en el compost. También existen microorganismos no benéficos que es necesario controlar en el proceso de compostajes debido que afectan el proceso de degradación de la materia orgánica produciendo malos olores y la proliferación de patógenos. (Cabrera Cordova & Rossi Luna, 2016)

Tabla 1: Parámetros óptimos para el desarrollo de Compost

Parámetros	Rango ideal al comienzo (2-5 días)	Rango ideal para compost en fase termófila (2-5 semana)	Rango ideal para compost maduro (3-6 meses)
<b>C:N</b>	25:1 – 35:1	15/20	10:1 – 15:1
<b>Humedad</b>	50% - 60%	45% - 55%	30% - 40%
<b>Concentración de Oxígeno</b>	- 10 %	- 10%	- 10%
<b>Tamaño de Partícula</b>	<25 cm	<15 cm	<1.6 cm
<b>PH</b>	6.5 – 8.0	6.0 – 8.5	6.5 – 8.5
<b>Temperatura</b>	45 – 60° C	45°C – Temperatura Ambiente	Temperatura Ambiente
<b>Densidad</b>	250 – 400 kg/m <sup>3</sup>	<700 Kg/m <sup>3</sup>	<700 Kg/m <sup>3</sup>
<b>Materia Orgánica (Base Seco)</b>	50% - 70%	>20%	>20%
<b>Nitrógeno Total (Base seca)</b>	2.5 – 3%	1 – 2%	- 1%

Fuente: Roman, Martinez, & Pantoja, (2013)

### 2.3.5.5. Calidad de Compost:

La calidad de compost depende de sus parámetros físico, químicos y biológico, un compost de buena calidad está caracterizado por no estar contaminado, estar higienizado, que cuente con un alto potencial fertilización, capacidad elevada para retener la humedad y el agua, capacidad de protección del suelo ante la erosión y degradación, no presentar malos olores y que tenga la estabilidad adecuada de nutrientes. Los nutrientes que determinan si el compost es de buena calidad son:

- Nitrógeno Total (N): es uno de los nutrientes más importantes del compost. Debido a que no se encuentra de manera natural en los

suelos, esto se obtienen a partir de la degradación de la materia orgánica (estiércol hojarasca, etc.) por parte de los microorganismos. Es de suma importancia ya que fomenta el crecimiento de las plantas tanto radicular como tallar

- Potasio ( $K_2O$ ): es un nutriente que facilita, crecimiento adecuado de las raíces, tallos, hojas y frutos, los frutos y las hojas. Además, en un nutriente que facilita las circulaciones de otros nutrientes en la planta, hace que las especies vegetales sean resistentes ante las plagas.
- Fósforo ( $P_2O_5$ ): facilita la formación, desarrollo y maduración de las raíces, flores, semillas y frutos. Brinda resistencia ante las sequías.
- Magnesio ( $MgO$ ): es uno del nutriente que facilitan la metabolización del fósforo en las células vegetales de las plantas, además forma parte de la Clorofila (biomolécula o organela vegetal que da la pigmentación verde en las plantas)
- Calcio ( $CaO$ ): genera la formación de la pared celular en las células vegetales.
- pH: es un parámetro de vital importancia para, debido a que un compost de buena calidad tiene un pH con intervalo de 6.5 a 7.5, según la Normativa Chilena 2880.
- Conductividad Eléctrica (CE): debido a que se puede determinar la cantidad de nutrientes que puede presentar el compost.

Según la investigación de Cajahuanca (2016), indica que los diferentes abonos que se empleen ya sea: compost, humus, estercol, biol, entre otros; deben de presentar su propia composición química en el cual da a conocer su indicador principal de calidad.

**Tabla 2: Composición química de diferentes abonos**

<b>ABONO ORGANICO</b>	<b>N-TOTAL</b>	<b>P2O5 (%)</b>	<b>K2O (%)</b>	<b>M.O (%)</b>	<b>CE</b>	<b>PH</b>
<b>ESTIERCOL</b>	1.64	0.96	4.95	49.06	19.65	7.6
<b>COMPOST</b>	1.39	0.67	0.69	45.10	8.6	6.4
<b>HUMUS DE LOMBRIZ</b>	1.54	0.21	0.46	49.44	3.8	4.6

Fuente: Cajahuanca Figueroa (2016)

Actualmente el Perú, cuenta con una normativa vigente, cuyo código es la Norma Técnica Peruana: NTP 311.557/2013; publicado el 27 de Marzo del 2013, dicha normativa nos indica los requisitos mínimos y depende de los ensayos a los que son sometidos los distintos fertilizantes que acondicionan los suelos.

**Tabla 3. NTP 311.557.2013(Abonos o Fertilizantes orgánicos sólidos)**

<b>Parametros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valores</b>
<b>Densidad</b>	Mg/m <sup>3</sup>	< 0.6
<b>pH</b>		4,0-9,0
<b>C.I.C</b>	meq/100g	≥ 30
<b>Hd</b>	%	40 - 60
<b>N</b>	%	≥ 1
<b>C -organico</b>	%	≥ 15
<b>P2O5</b>	%	≥ 1
<b>K2O</b>	%	≥ 1
<b>As</b>	Mg/Kg	< 41
<b>Ni</b>	Mg/Kg	< 420
<b>Hg</b>	Mg/Kg	< 17
<b>Pb</b>	Mg/Kg	< 300
<b>Cd</b>	Mg/Kg	< 39
<b>Cr</b>	Mg/Kg	< 1200

Fuente: (Crespo, y otros, 2013)

Uno de las mas conocidas normativas en materia de calidad de Composts es la normativa procedente del paiz de chile, la normativa NCh2880.Of2004, los cuales es utilizado en el sector agrario de aquel pais teniendo en cuenta la cantidad de nutrientes que este presenta y como su grado de contaminacion. (Cabrera Cordova & Rossi Luna , 2016)

**Tabla 4: Norma Chilena de calidad de Compost**

<b>Parametros</b>	<b>Unidad</b>	<b>Compost tipo A</b>	<b>Compost tipo B</b>
<b>Densidad</b>	Mg/m <sup>3</sup>	<0. 700	< 0.700
<b>pH</b>		5,0-8,5	5,0-8,5
<b>C.E</b>	Ds/m	< 3	<8
<b>M.O</b>	%	≥ 20	≥ 20
<b>Hd</b>	%	30%-45%	30%-45%
<b>N</b>	%	≥ 0.5	≥ 0.6
<b>Cu</b>	Mg/Kg	< 100	< 1000
<b>Zn</b>	Mg/Kg	< 200	< 2000
<b>Pb</b>	Mg/Kg	< 100	< 300
<b>Cd</b>	Mg/Kg	< 2	< 8
<b>Cr</b>	Mg/Kg	< 120	< 600
<b>Coliformes Fecalis</b>	NMP/g	< 1000	< 1000

Fuente: (Cabrera Cordova & Rossi Luna , 2016)

Para considerar al abono natural de buena calidad es importante saber el grado concentración que presenta los nutrientes como Nitrógeno (N), Fosforo (P) y Potasio (K), debido a que son los nutrientes más esenciales que requerirán las planta, para su pleno desarrollo y crecimiento, además de asegurar la fertilización de los suelos. (Roman, Martinez, & Pantoja, 2013)

**Tabla 5: Composición de N, P y K en el compost**

<b>Nutriente</b>	<b>% de compost</b>
<b>Nitrogeno</b>	0.3% – 1.5% (3g a 15g por Kg de compost)
<b>Fosforo</b>	0.1% – 1.0% (1g a 10g por Kg de compost)
<b>Potasio</b>	0.3% - 1.0% (3g a 10g por Kg de Compost)

Fuente: (Roman, Martinez, & Pantoja, 2013)

#### **2.3.5.6. Uso de Compost:**

- **Uso como abono Natural:**

Es usado como abono Natural, para el enriquecimiento y la recuperación de los suelos, además aporta los nutrientes necesarios para el desarrollo de las plantas y tiene una alta utilidad en la agricultura.

Otra función que cumple el compost, es la recuperación de los suelos degradados por la erosión, debido a que acondiciona al suelo, de manera que evita que el proceso de erosión avance.

#### **2.3.6. Beneficios del compost**

El compost es un abono orgánico que al ser agregado en los suelos este mejora las propiedades física, química y biológica además de darle mayor estabilidad y de facilitar el desarrollo de las plantas.(Cabrera Cordova & Rossi Luna , 2016)

Entre los principales beneficios físicos que se encuentran:

- **Efecto sobre la resistencia del suelo.**

La aplicación de compost sobre las capas del suelo evita estos se compacten y además previene la erosión hídrica, esto se debe a que el compost es como un soporte que regula la energía que se produce por

el impacto de la lluvia facilitando de ese modo la infiltración en el suelo, además aumenta las posibilidades de revegetación natural de la superficie del suelo.

- **Efecto sobre la estabilidad de los nutrientes del suelo.**

El suelo en su composición presenta grandes cantidades de nutriente y mineral, además como materia orgánica entre otros, para considerar un suelo de buena calidad es importante que tenga la cantidad necesaria de cada nutriente, es por al agregar el compost en los suelo mejora a estabilidad física, química y biología del suelo, debido a que el compost está constituido por microorganismos que al ser agregado en los suelos estos degradan la materia orgánica para la producción de nutrientes que enriquecen al suelo, estabiliza la cantidad de sales o minerales que presenta el suelo además de que prolifera el intercambio dinámico de los nutriente.

- **Efectos sobre la retención de la humedad en el suelo.**

Una de las principales características que tiene el compost, es que presenta una buena retención de la humedad, el cual al ser agregado a los suelos ayuda a que este retenga y almacene la humedad en sus capas porosas.

- **Adecuada Gestión de los Residuos sólidos.**

Debido a la problemática por la generación excesiva de los residuos sólidos, uno de las principales ventajas que tiene el compostaje es de utilizar como materia prima la mayoría de los residuos orgánicos que pueden ser restos de frutas y vegetales, residuos de jardinería y áreas verdes, etc.; trae como efecto positivo la minimización de la generación de residuos, además da un valor agregado al residuo orgánico, debido que entra en un nuevo proceso para la obtención de un producto final (Compost) que es beneficioso para la medio ambiente y la economía,

debido a que si se dispone menos residuos hay un ahorro en costo por disponer, además ayuda a prolongar el tiempo de vida útil de las áreas que son utilizados para la disposición final.

### **2.3.7. Plan de Manejo de residuos sólidos orgánicos:**

Es un instrumento de gestión ambiental que está dividido en objetivos, metas, programación, proyecto piloto y actividades. La función principal de este documento es planificar el manejo adecuado de los residuos orgánicos desde su generación hasta su tratamiento y aplicación final dependiendo su ámbito de aplicación lo cual puede ser local, regional o nacional.

Está constituido por varias etapas las cuales son:

- **Objetivos**

Plantea las propuestas que se quiere demostrar o realizar, por lo general esta se relaciona con los objetivos que plantea la actual ley de Residuos Sólidos.

- **Ámbito de intervención**

Parte referida a la zona donde se implementará el plan de manejo ambiental de Residuos Sólidos Orgánicos, considerando la ubicación, clima, población, generación anual de residuos, topografía entre otros aspectos.

Además, considera todas las alternativas a plantear teniendo en cuenta las condiciones que presenta el lugar donde se va a intervenir el plan de manejo ambiental de residuos sólidos orgánicos

- **Cronograma de intervención**

Considera el tiempo establecido desde la planificación, implementación y la obtención de resultados del plan de manejo de Residuos Sólidos Orgánicos.

- **Presupuesto**  
Considera los costos y los gastos establecidos desde a planificación, implementación y la obtención de resultados del plan de manejo de Residuos Sólidos Orgánicos.
  
- **Monitoreo y Evaluación**  
Seguimiento diario del Plan de Manejo de residuos Sólidos Orgánicos y la recolección de datos de su implementación.

#### 2.4. Definición de Términos Básicos

- **Almacenamiento:** Consiste en la acumulación temporal de los residuos sólidos bajo condiciones controladas.
  
- **Botadero:** Lugar donde se acumulan los residuos sólidos de manera inadecuada sin la aplicación de ninguna medida de control
  
- **Biol:** Abono orgánico natural que se obtiene a partir del estiércol de los animales, se obtiene a través de procesos anaerobios, y es uno de los abonos más utilizados para su aplicación foliar en las plantas e enriquece el suelo de manera positiva
  
- **Compost:** Producto que se origina a base de las materias orgánicas o residuos orgánicos, por medio de la descomposición microbiana de estas, todo este proceso se realiza de manera aeróbica.
  
- **Humus:** Producto final que proviene de la degradación de los restos orgánicos por parte de las lombrices detritívoras.
  
- **Lumbricultura:** Es una actividad dedicada a la producción y crianza de lombrices detritívoras que serán utilizadas para la producción de humus de lombriz a partir de la degradación de la materia orgánica.

- **Microorganismo benéfico:** Son grupos de microorganismo constituidos por bacterias y hongos que facilitan y aceleran el proceso de degradación de la materia orgánica.
- **Reaprovechamiento:** Se entenderá al reaprovechamiento como el reúso de biosólidos para los fines determinados en el presente Reglamento.
- **Recolección:** Etapa donde se da el recojo y traslado de los residuos sólidos desde los puntos de almacenamiento temporal.
- **Residuos sólidos:** : Es todo material solido o semisólido que es originado como un subproducto de un proceso o una actividad, es todo material que tiene una alta capacidad de ser reciclado
- **Segregación:** Proceso de clasificación de los residuos dependiendo su tipología y su peligrosidad.
- **Te de compost:** Es una solución líquida que se obtiene a partir de la preparación de compost, es un excelente bioabono líquido debido a que se puede aprovechar aquellos compuestos del compost que son solubles en agua y también en microorganismos beneficiosos para aumentar la fertilidad de la tierra.
- **Tratamiento:** Técnicas de transformación físico, químico o biológico de los residuos, con la finalidad de obtener algún tipo de subproducto que se pueda utilizar como materia prima o con la finalidad de disminuir el grado de peligrosidad para su posterior disposición.
- **Valorización:** Etapa que consiste en darle un valor agregado a los residuos sólidos dependiendo su tipología y el uso que como será aplicado.

- **Vermicompostaje:** Es una técnica de tratamiento en el cual consiste en la aplicación de la técnica de compostaje, que consiste en la degradación de la materia orgánica; aplicando la técnica de la lombricultura, lo cual acelera el proceso de degradación de la materia orgánica obteniendo un abono de mucha mejor calidad que el compost y el humus.

## **CAPITULO III**

### **DESARROLLO DEL TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL**

#### **3.1. Modelo de solución propuesto:**

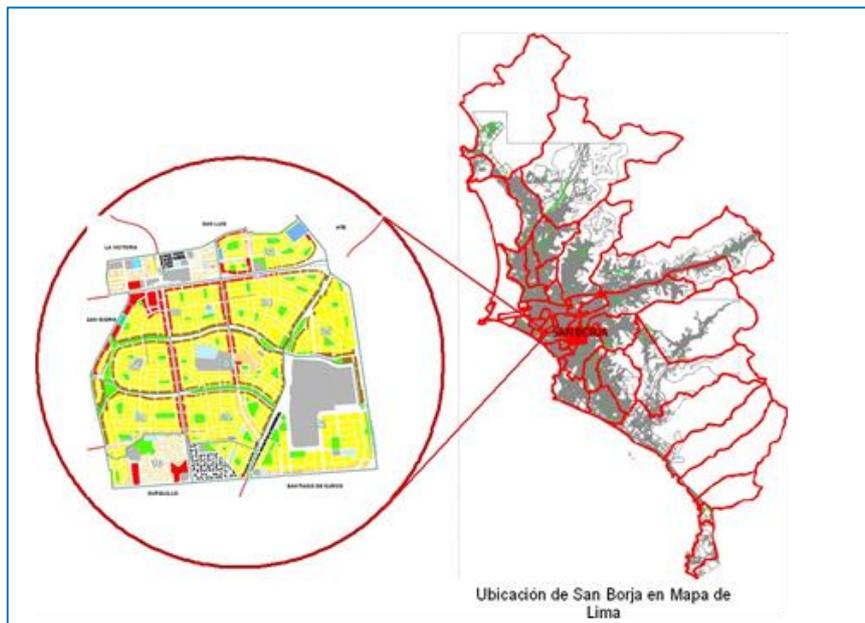
##### **3.1.1. Lugar de intervención:**

La municipalidad de San Borja, ubicada en la zona sureste de la provincia de Lima, se halla comprendida dentro de las siguientes coordenadas geográficas: Latitud Sur 12° 04'58", 76°57'47" Longitud Oeste, el relieve del distrito es llano y tiene una altitud de 170 m.s.n.m. Es uno de los 43 distritos que componen la provincia de Lima.

Limita con los siguientes distritos:

- Por el Norte: Distrito de San Luis, distrito de La Victoria y el distrito de Ate
- Por el Sur: Distrito de Surquillo y Santiago Surco
- Por el Oeste: Distrito de San Isidro
- Por el Este: Distrito de Santiago de Surco msnm.

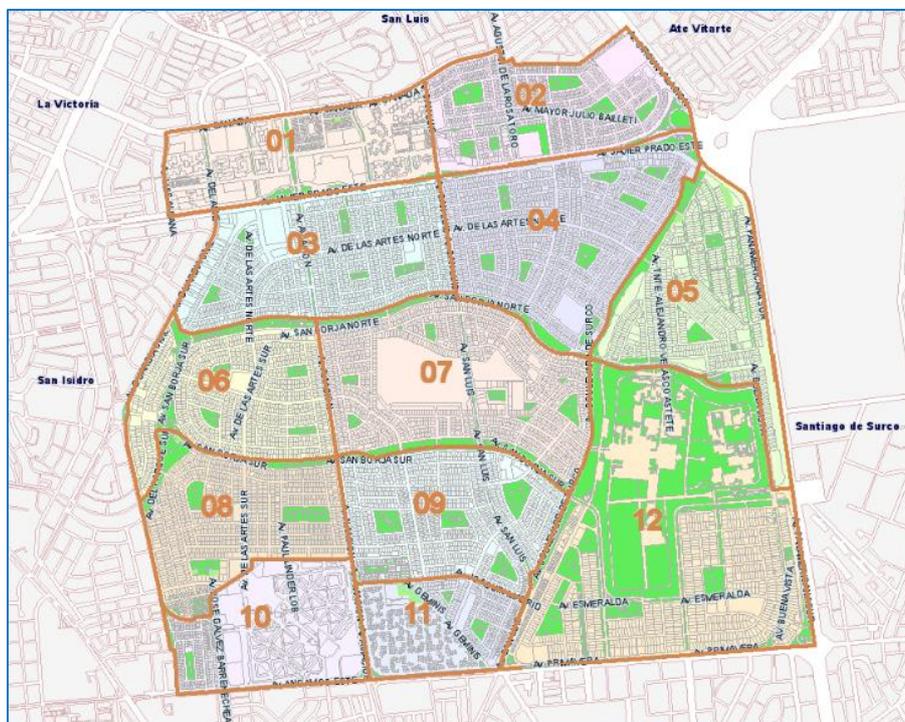
**Figura 4: Plano de ubicación del Distrito de San Borja**



Fuente: Plan de Manejo de Residuos Sólidos 2018

La municipalidad de San Borja cuenta con un área total de 9.96 m<sup>2</sup>, debido a sus dimensiones el distrito se divide en 12 sectores y cada sector presenta 3 subsectores, demostrados en la figura 5.

**Figura 5: Distribución sectorial del Distrito.**



Fuente: PMRS 2018

Según el último estudio de Caracterización de Residuos sólidos (ECRS), que se realizó hacia el municipio de San Borja, se demostró se genera un total de 35.5 TM de residuos sólido de origen no domiciliario en un solo día.

**Tabla 6: Generación de residuos sólido al día**

<b>Fuentes de generación no domiciliaria</b>	<b>Cantidad de residuos sólidos (t/día)</b>
Mantenimiento de áreas verdes	16,56
Barrido de calles	7,89
Comercios de giros comunes	7,05
Mercados	1,39
Oficinas	1,18
Instituciones educativas	0,60
Restaurantes	0,32
Instituciones públicas y privadas	0,10
Asociaciones, templos	0,08
Centros de salud	0,05
Financieras	0,04
Estacionamientos	0,03
Hoteles, hospedaje	0,03
Grifos	0,005
<b>Total</b>	<b>35,3</b>

Fuente: ECRS (2018)

Del total de residuos sólidos no domiciliario generados al día, más del 50 % de estos son orgánicos, el resto se dividió en residuos sólidos reaprovechables y no reaprovechables.

**Figura 6: Grafico comparativo de la generación de residuos no domiciliarios en el ámbito municipal**



Fuente: PMRS 2018

Según estudios realizados por la Gerencia de Medio Ambiente y Obras Públicas, el municipio de San Borja presenta de sus 9.96 Km<sup>2</sup>, un área de 1.35 km<sup>2</sup> que corresponden a las áreas verdes públicas. Estas se distribuyen de la siguiente manera:

**Tabla 7: Distribución de áreas Verdes**

ÁREA VERDE	ÁREA (m <sup>2</sup> )	%
PARQUES	693,402	51%
BERMAS	414,970	31%
TRIANGULOS	12,654	01%
PASAJES	7,097	01%
OTRAS ÁREAS	224,577	17%
<b>TOTAL</b>	<b>1,352,699</b>	<b>100%</b>

Fuente: Plan de Manejo Ambiental 2018

Además, se demostró que, en el año 2018 se dispuso en el Relleno Sanitario de Portillo Grande 4 769.4 toneladas de residuos provenientes del mantenimiento de las Áreas verdes.

**Tabla 8: Generación total de Residuos al día en el mantenimiento de áreas verdes**

Áreas verdes distrito	Área (m2)	Generación (kg/m2)	Promedio mantenimiento/año	Generación total (kg/año)	Generación total (kg/mes)	Generación total (t/día)
<b>Total de áreas verdes</b>	1 299 607	0,459	8	4 769 420	397 452	16,56

Fuente: ECRS (2018)

Para el realizar el proyecto de Valorización se optó por elegir tres parques representativos, cuya principal característica era e acceso a ellas y la cercanía a la planta piloto que se implementó para el desarrollo del proyecto.

**Tabla 9: Parque seleccionado para la recolección de residuo orgánicos**

PARQUE	UBICACION
<b>Mariano Bustamante</b>	Sector 12
<b>El Pinar</b>	Sector 12
<b>Boulevard de Surco</b>	Sector 05

Fuente: Propio

La municipalidad de san Borja además cuenta con 9 mercados de los cuales están distribuidos por todo el distrito de san Borja, contribuye con una alta generación de residuos sólidos por lo cual se optó por elegir un único mercado para realizar el proyecto piloto; el mercado a elegir fue "Multimercado San Borja", Ubicado en la Av. San Luis cuadra 18, perteneciente al sector 2.

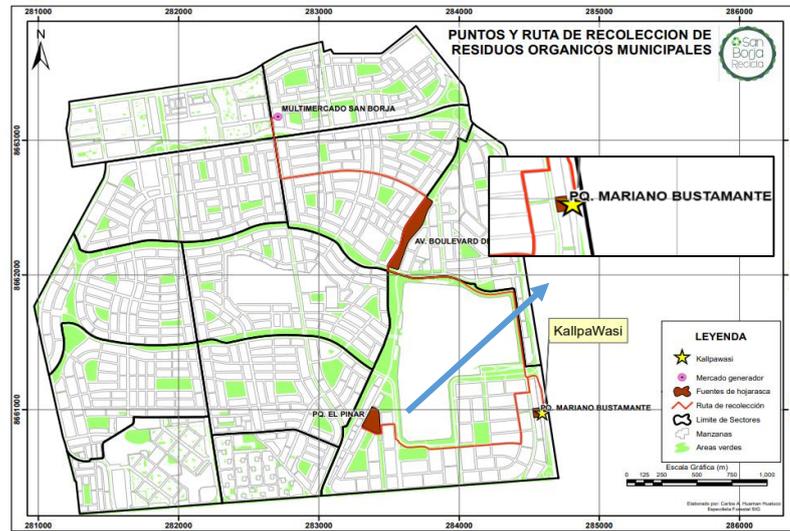
**Tabla 10: Generación total de Residuos al día por mercado**

N°	MERCADOS	N° puestos	Generación total de Residuos sólidos (kg/día)	Generación total de residuos sólidos (t/día)
1	Virgen de la Asunción	90	219,05	
2	Apóstol Santiago	51	124,13	
3	San Borja	190	462,44	
4	El Edén	94	228,79	
5	Santa Rosa	43	104,66	
6	Pequeño mercado San Borja	10	24,34	1,39
7	San Francisco	36	87,62	
8	Virgen de la Nieves	34	82,75	
9	Las Américas	24	58,41	
<b>TOTAL</b>		<b>572</b>	<b>1392,20</b>	

Fuente: ECRS (2018)

El proyecto de investigación se llevó a cabo dentro del parque temático Kallpa Wasi que en español significa “Casa de la Energía”, en donde se encuentra una pequeña planta piloto en donde se desarrolló a cabo el proyecto para darle el adecuado tratamiento de los residuos sólidos orgánicos generados en el distrito además de comprobar la calidad del abono obtenido a partir de diferentes residuos, y de manera poder demostrar la importancia de llevar a la práctica cotidiana este tipo de prácticas ambientales.

**Figura 7: Mapa de ruta de recolección y punto de tratamiento**



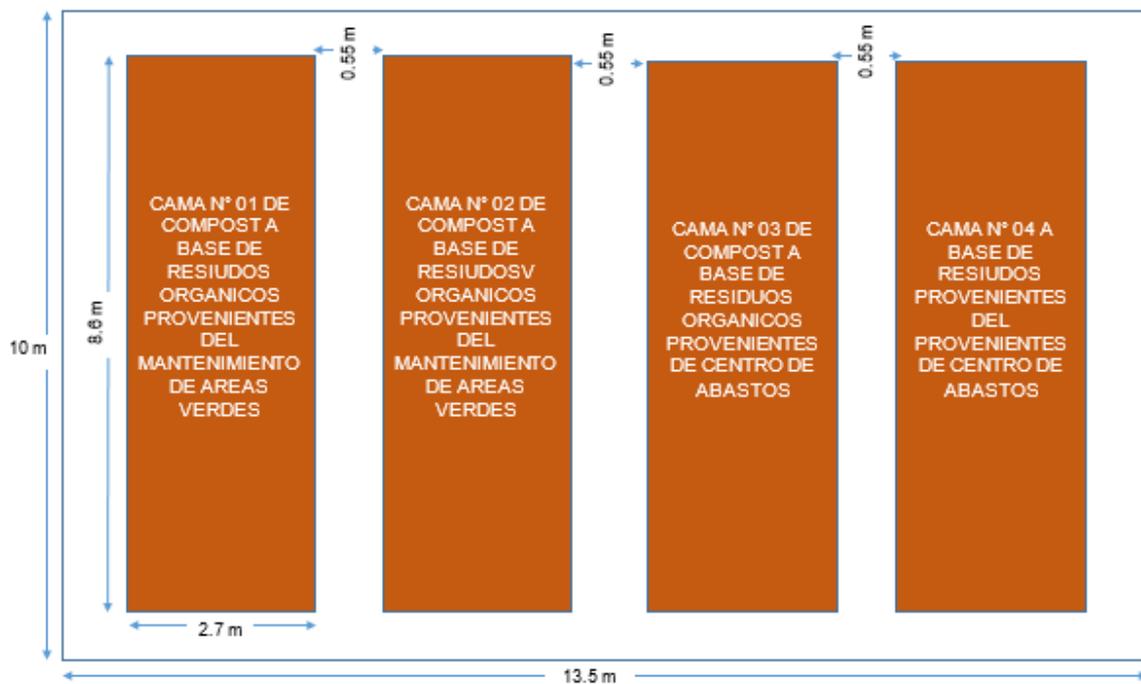
Fuente: propio

**Figura 8: Planta piloto de compostaje, Kallpa Wasi (San Borja)**



Fuente: Memoria Fotográfica

**Figura 9: Diseño de la planta compostera (San Borja)**



Fuente: Propia

Para determinar la calidad del compost producido se realizó análisis químicos y biológicos en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes (LASPAF) perteneciente al Departamento Académico de Suelos de la Facultad de Agronomía en Universidad Nacional Agraria La Molina.

Este el proyecto busca demostrar la calidad del compost que se obtiene de distintos tipos de residuos, y sus beneficios ambientales que traería si esta técnica es practicada en la vida cotidiana y en otras municipalidades.

### **3.1.2. Materiales:**

#### **3.1.2.1. Residuos para el abono:**

Los residuos sólidos que se generan en el distrito de San Borja son los de origen domiciliarios y no domiciliarios que se generan por las

actividades diarias, actividades comerciales y por mantenimiento de los parques y jardines públicos.

Los residuos orgánicos que se utilizaron como materia prima para la elaboración de las pilas composteras en la prueba piloto, serán recolectados de las siguientes actividades:

- Mantenimientos de Áreas verdes: residuos orgánicos provenientes de poda, cambio de flores de estación, barrido de hojas secas de las áreas verdes públicas del distrito.
- Actividad Comercial: residuos orgánicos que provienen de la actividad comercial que realizan los centros de abastos son los restos de frutas y verduras, debido a la selección que realiza cada comerciante de sus productos.
- Estiércol de Animal: este tipo de residuos proviene directamente del Hipódromo de Monterrico, se obtendrá mediante previa coordinación con ellos.

Estos residuos tienen la capacidad de ser reciclados para obtener abonos orgánicos como: compost, humus, etc.; debido a sus propiedades que presentan. Para después ser utilizados como abonos orgánicos cuya función es el mejoramiento de la calidad de los suelos.

### **3.1.2.2. Materiales de campo:**

Se utilizará varios materiales para la verificación opcional de la eficiencia en campo, a continuación, se menciona los materiales e insumos a utilizar para la prueba de la eficiencia:

- Tierra libre de Abonos
- Masetas
- Semillas de Rabanito
- Semillas de Lechuga
- Regadera

- Pala de mano

### **3.1.2.3. Materiales de gabinete:**

Para el área de gabinete se necesitarán los siguientes materiales, que serán esenciales para la recolección, y procesamiento de los datos:

- Tablero
- Lapicero
- Plumón indeleble
- Regla
- Computadora portátil
- Cámara Fotográfica
- Memoria USB

### **3.1.2.4. Herramientas**

Se utilizarán herramientas tanto para el armado de las pilas de compost, como para el manejo de las pilas de compost y la recolección de las muestras:

- Tacho de 250 Litros
- Palas
- Rastrillo
- Barredor de hojas
- Bugí o carretilla
- Tupos de PVC de 2.0 pulgadas
- Bolsa ziplot
- Tamiz
- Sacos

### **3.1.3. Diseño Metodológico**

#### **- Tipo de Investigación:**

El proyecto es de tipo descriptivo y explicativa debido a que describe los distintos procesos para la elaboración de compost además también es de tipo explicativa debido a que se busca fundamentar

#### **- Diseño de Investigación:**

El proyecto tiene un diseño experimental y cualitativo, debido a que los datos son obtenidos a partir de muestras recolectadas de compost que se obtuvo tratamientos de los residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes y mercados del distrito, para luego ser analizados en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas, Aguas y Fertilizantes de la UNALM. Los datos obtenidos serán interpretados para determinar cuál de los dos tipos de compost presenta mejor calidad.

#### **3.1.3.1. Limpieza y mantenimiento de la planta piloto de compostaje:**

El parque temático de Kallpa Wasi (Casa de la Energía), cuenta con una planta piloto, para el tratamiento de Residuos sólidos Orgánicos, proveniente del área de limpieza de Áreas verdes, pero debido al manejo solo contaban con una lenta producción de abono orgánicos, y de un solo tipo de residuos.

Mediante una solicitud a la municipalidad de San Borja, se solicitó disponer la planta piloto de compostaje para realizar el proyecto de investigación planteado.

Con la solicitud aprobada y respondida positivamente, se continuo con la la limpieza y el mantenimiento de la planta piloto, para la implementación del proyecto de investigación, y ver la diferencia de la

calidad entre dos tipos de compost realizado cada uno con un tipo de residuo específico.

**Figura 10: Limpieza de la planta compostera**

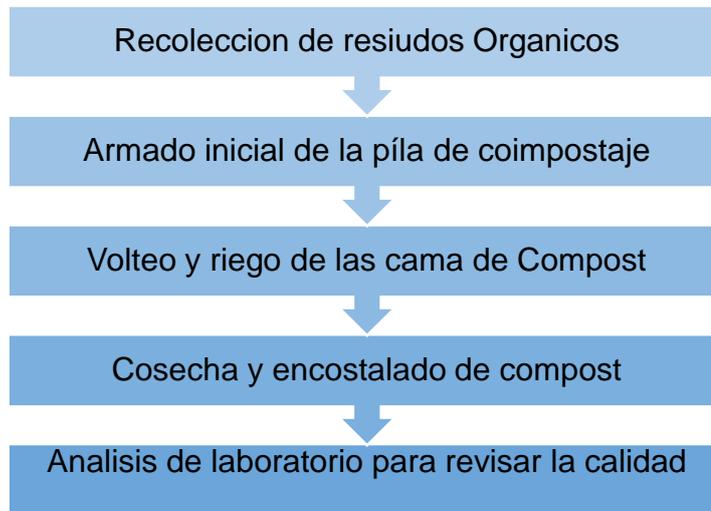


Fuente: Propia

### **3.1.3.2. Proceso de Armado de las Pilas de Compost**

Para realizar el proceso de armado de compostaje ese contara con una de pasos que vienen desde la recolección hasta la cosecha del producto final (compost), además se controla cada etapa de manera continua para no tener errores en la elaboración del proceso de compost, Para la realizar el proceso de elaboración de las pilas composteras se siguió un flujograma. (Ver Figura 11)

**Figura 11: Proceso para la obtención de compost**



Fuente: Propia

- **Recolección y Ruta de Residuos Sólidos Orgánicos de los puntos seleccionados.**

La recolección de los restos orgánicos, se realizó en distintos puntos del distrito.

Esta etapa conto con el apoyo del programa de Segregación de la Fuente y Recolección Selectiva “San Borja Recicla”, el cual brindo la movilidad hacia los distintos puntos seleccionados. (Ver Tabla 10)

**Tabla 11: Puntos de Recolección de Residuos Orgánicos**

<b>Puntos de Recolección</b>	<b>Sector</b>
Parque Del Pinar	Sector 12
Parque Mariano Bustamante	Sector 12
Boulevard de Surco	Sector 5
“Multimercado San Borja	Sector 2

Fuente: Propio

**Figura 12: Puntos de Recolección de Residuos Orgánicos**



Fuente: propia

Los restos orgánicos de origen animal (Estiércol) es recolectado directamente del Hipódromo de Monterrico (Santiago de Surco), mediante previas coordinaciones con la Gerencia de Medio ambiente y Obras Publicas de la Municipalidad de San Borja.

Para la recolección de los residuos sólidos orgánicos, se planteó un cronograma de recolección, considerando las fuentes de generación que se plantearon al inicio del proyecto. (Ver Tabla 12)

**Tabla 12: Cronograma de Recolección**

Puntos de recolección	Frecuencia de recolección	Frecuencia mensual
Centro de abasto "Multimercado San Borja"	Diario	Primera dos Semanas del Mes
Áreas Verdes	Interdiario	Mensual
Estiércol	Previa Coordinación	Trimestral

Fuente: Propio

En la etapa de recolección de los residuos sólidos orgánico, se recolecto un total de 14.72 toneladas para la elaboración de compost cuya distribución fue en residuos orgánico de áreas verdes, residuos orgánicos de centro de abastos y estiércol de caballo. (Ver Tabla 11)

**Tabla 13: Total de Residuos Recolectados**

<b>Tipo de residuos</b>	<b>Total de Residuos recolectado (toneladas)</b>
<b>Residuo orgánico</b>	2.81
<b>Residuo de mantenimiento de áreas verdes</b>	4.6
<b>Estiércol de caballo</b>	7.31
<b>Total</b>	14.72

Fuente: Propio

Debido a que la recolección de los residuos sólidos orgánicos es mensual, se contó con el almacenamiento temporal para los residuos provenientes del mantenimiento de áreas verdes y del estiércol, debido a que se contaba con una capacidad limitada con respecto a las camas compostera.

- **Armado de las pilas de compost.**

Los residuos sólidos orgánicos recolectados son decepcionados en el parque temático de Kallpa Wasi (Casa de la energía), posterior mente almacenados en sus puntos de almacenamiento, según sea el tipo de residuos. los cuales son los residuos provenientes del centro de abasto o mercado, residuo proveniente del mantenimiento de áreas verdes y pun almacenamiento para el estiércol obtenido del Hipódromo de Monterrico.

Posteriormente al almacenamiento temporal de los residuos se pasó a realizar, el armado de las pilas composteras (dependiendo el tipo de residuo a tratar), este armado se realizó mediante capas; cada capa representa un tipo de residuo orgánicos:

**a. Compost a partir de Residuos Orgánicos provenientes del mantenimiento de áreas verde:**

El compost realizado a partir de los residuos sólidos orgánicos provenientes del mantenimiento de áreas verdes, los cuales son depositados en una cama según el siguiente orden:

- Primera capa: la primera capa cuenta únicamente con los residuos orgánicos provenientes de la actividad de mantenimientos de áreas verdes, del distrito de San Borja. Esta capa tendrá una altura de 30 cm. Su función principal de esta capa es de soporte, debido a que controla la humedad y conserva el oxígeno necesario para el proceso de compostaje.

*Figura 13: Armado de la capa de Hojarasca*



Fuente: Memoria Fotográfica

- Segunda capa: esta capa se coloca directamente el estiércol de caballo recolectado del Hipódromo de Monterrico, esta capa tendrá una altura de 20 cm. La función que cumple la capa de estiércol es de regular la relación necesaria de carbono y nitrógeno al compost, además como un soporte que necesitara el compost en el proceso.

**Figura 14: Armado de la segunda capa (estiércol)**



Fuente: Memoria Fotográfica

**b. Compost a partir de Residuos Orgánicos provenientes del mantenimiento de áreas verde:**

El compost realizado a partir de los residuos sólidos orgánicos provenientes del centro de abasto, son depositados en la pila de compostaje de la siguiente manera:

- Primera capa: la primera capa cuenta únicamente con los residuos orgánicos provenientes de la actividad de mantenimientos de áreas verdes, del distrito de San Borja. Esta capa tendrá una altura de 30 cm. Su función principal de esta capa es de soporte, debido a que controla la humedad y conserva el oxígeno necesario para el proceso de compostaje.

**Figura 15: Armado de la 1° capa de Hojarasca**



Fuente: Memoria Fotográfica

- Segunda Capa: se agrega directamente los residuos sólidos orgánicos provenientes del centro de abastos, estos residuos previamente son separados, debido a que venían con restos de residuos inorgánicos como plástico, entre otros residuos, y son colocados respectivamente sobre la capa de hojarasca. La función principal esta capa es de agregar todos los nutrientes necesarios que el compost necesita, para posteriormente ser utilizado como un abono natural para los cultivos.

**Figura 16: Armado de la 2° capa de Residuos orgánicos de mercado**



Fuente: Memoria Fotográfica

- Tercera capa: esta capa se coloca directamente el estiércol de caballo recolectado del Hipódromo de Monterrico, esta capa tendrá una altura de 20 cm. La función que cumple la capa de estiércol es de regular la relación necesaria de carbono y nitrógeno al compost, además como un soporte que necesitara el compost en el proceso.

**Figura 17: Armado de la 3° capa de Estiércol**



Fuente: Memoria Fotográfica

**Figura 18: Pila de compost**



Fuente: Memoria Fotográfica

- **Volteo y riego de las camas de compost:**

La etapa de volteo es realizada cada semana para facilitar la aireación y la entrada de oxígeno hacia las pilas de compost; el volteo se realiza de manera manual con ayuda de palas y posteriormente se colocan tubos de 4 pulgadas con perforaciones en la superficie, que facilitan la aireación interna.

Las pilas de compostaje se riegan cada 2 días, debido a que este tipo de tratamiento requiere como requisito principal desde 50 a 60 % de humedad, si la humedad es menor de esa cantidad la actividad de descomposición disminuye debido a que este proceso de descomposición es realizado por microorganismos, caso contrario es cuando la cantidad de humedad supera esos límites los residuos orgánicos pasan a pudrirse generando malos olores y como consecuencia atrae diferentes vectores.

***Figura 19: Volteo de pila de Compost***



Fuente: Memoria Fotográfica

- **Cosecha de las camas compostera:**

La cosecha se realizó a los 4 meses de haber realizado el armado de compostajes, la principal característica que tendrá el compost para su

recolección es su típico color marrón, o su gran parecido a la tierra; todo el compost recolectado es contabilizado en costales de 30 kg, para su posterior utilización por parte del área de mantenimiento de áreas verdes y programas alternos que presenta la municipalidad de San Borja.

**Figura 20: Cosecha de la pila de compost**



Fuente: Memoria Fotográfica

**- Recolección de muestra:**

Se recolectan 4 costales de compost, cada costal representa al tipo de compost según el residuo sólido orgánico que se ha tratado.

Los primeros dos costales representan al compost a base de residuos sólidos orgánicos provenientes del mantenimiento de áreas verdes que fueron representado con el código Compost N° 0001.

El resto de los costales de compost representa al compost proveniente del tratamiento de los residuos sólidos orgánicos proveniente del centro de abasto, codificado con Compost N° 0002.

**Figura 21: Muestras de compost para análisis de Calidad**



Fuente: Memoria Fotográfica

Las muestras de compost son recolectadas en bolsas herméticas con una cantidad de 1Kg las cuales son enviadas al Laboratorio de la Universidad Nacional Agraria de La Molina (UNALM).

### 3.1.3.3. PRUEBA EN CAMPO DEL COMPOST

Adicionalmente, para verificar la calidad del compost se procedió a realizar pruebas en campo, utilizando hortalizas y verificando el grado de germinación que esta presenta de esta manera demostrando la efectividad del compost a base de residuos provenientes del mantenimiento de áreas verdes (COM-01) y compost a base de residuos orgánicos de mercado (COMP-02).

**Tabla 14: Modelo de Prueba adicional de fertilidad**

	PRUEBAS		
	P1	P2	P3
<b>T0-I</b>	3 kg de suelo+ Semilla de Rabanito	3 kg de suelo+ Semilla de Rabanito	3 kg de suelo+ Semilla de Rabanito
<b>T0-II</b>	3 kg de suelo+ Semilla de Lechuga	3 kg de suelo+ Semilla de Lechuga	3 kg de suelo+ Semilla de Lechuga
<b>T1-I</b>	3 kg de suelo al 20 % de compost (COM- 01) + Semilla de Rabanito	3 kg de suelo al 20 % de compost (COM-01) + Semilla de Rabanito	3 kg de suelo al 20 % de compost (COM-01) + Semilla de Rabanito
<b>T1-II</b>	3 kg de suelo al 20 % de compost (COM- 01) + Semilla de Lechuga	3 kg de suelo al 20 % de compost (COM-01) + Semilla de Lechuga	3 kg de suelo al 20 % de compost (COM-01) + Semilla de Lechuga
<b>T2-I</b>	3 kg de suelo al 20% de compost (COP- 02) + Semilla de Rabanito	3 kg de suelo al 20% de compost (COP-02) + Semilla de Rabanito	3 kg de suelo al 20% de compost (COP-02) + Semilla de Rabanito
<b>T2-II</b>	3 kg de suelo al 20% de compost (COM- 02) + Semilla de Lechuga	3 kg de suelo al 20% de compost (COM-02) + Semilla de Lechuga	3 kg de suelo al 20% de compost (COM-02) + Semilla de Lechuga

Fuente: propia

### 3.2. Resultados:

#### 3.2.1. Resultados:

En la tabla 15 tenemos los resultados de la evaluación de ambos tipos de compost, los mismos que fueron analizados en el laboratorio de Análisis de

Suelos, Plantas, Agua y Fertilizantes de la Universidad Nacional Agraria de la Molina.

**Tabla 15: Resultados de Laboratorio**

Parámetros	Unidades	Compost N° 0001	Compost N° 0002
C.E	dS/m	28.20	8.58
pH		8.12	7.77
P2O5	%	1.26	1.16
K2O	%	2.32	2.03
CaO	%	1.99	1.85
MgO	%	1.03	0.82
N	%	1.02	1.14

Fuente: Propia

Donde:

- Compost N° 0001: compost a base de residuos sólidos orgánicos provenientes del mantenimiento de áreas verdes
- Compost N°0002: compost proveniente del tratamiento de los residuos sólidos orgánicos proveniente del centro de abasto

En la tabla 16, representamos los resultados de la evaluación de la prueba de germinación como parte de la evaluación de la calidad de compost, obteniéndose lo siguiente:

**Tabla 16: Resultado de Test de germinación**

PRUEBAS	P 1	P 2	P 3
T0 I	3	3	3
T0 II	0	0	0
T1 I	2	3	2
T1 II	0	1	0
T2 I	3	3	3
T2 II	0	2	2

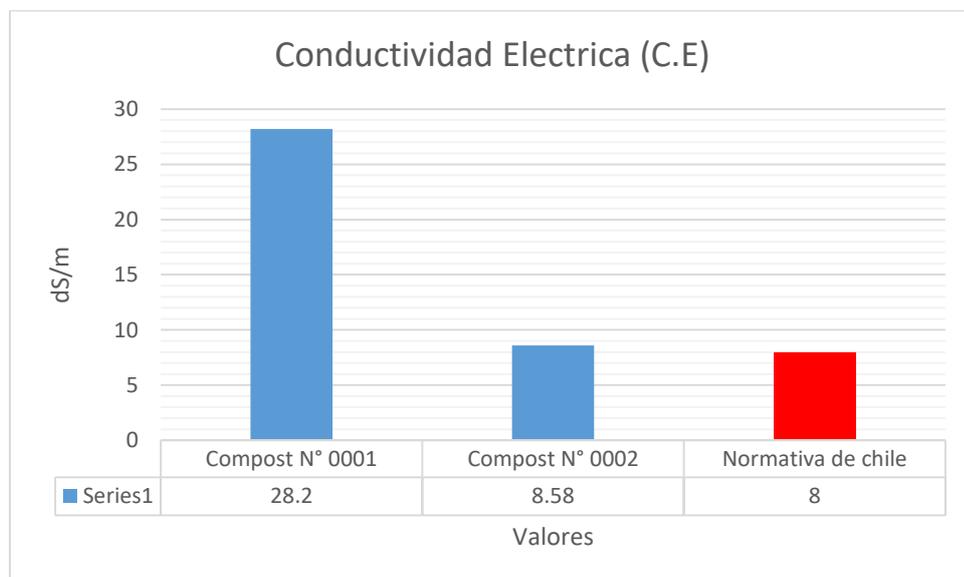
Fuente: Propia.

Esta prueba se realizó a los primeros 7 días de haber sembrado las dos especies de hortalizas. Esto se debe a que presentan distinto periodo de germinación por lo cual se optó por elegir esta cantidad de días, para evaluar la efectividad de germinación.

### 3.2.2. Análisis de Resultados

#### 3.2.2.1. Conductividad Eléctrica (C.E)

**Figura 22: Cuadro comparativo de la Conductividad Eléctrica de las muestras de compost**



Fuente: Propia

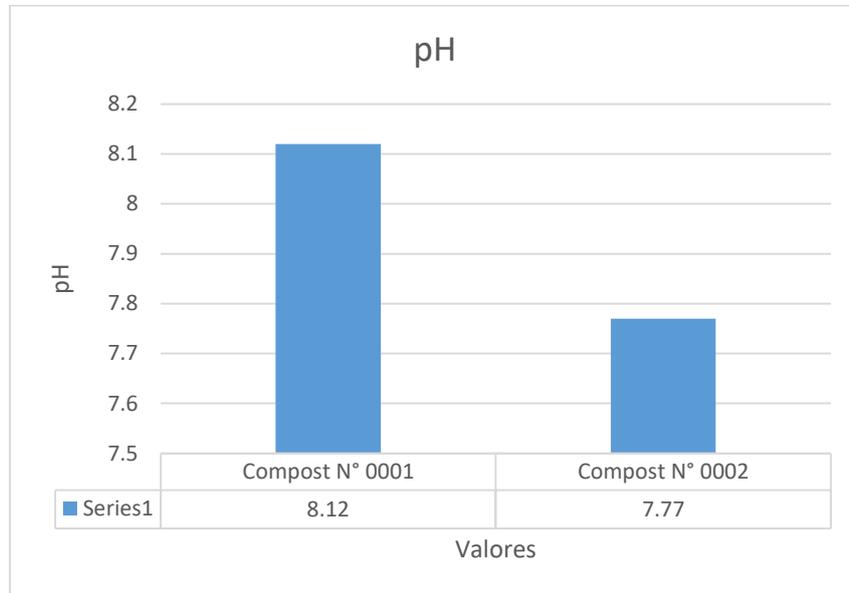
Según la normativa de Chile, norma de calidad NCh2880.Of2004; se estima que el valor recomendado para la conductividad eléctrica debe ser menor de 3 dS/m en caso de ser compost de tipo A, mientras que el compost de tipo B los valores de Conductividad eléctrica debe ser menor de 8 dS/m.

Se verifica compost de la muestra de Compost N° 0001, muestra un valor demasiado elevado e inclusive triplico el valor máximo que permite el compost de tipo B de la normativa chilena, esto se debe principalmente a los residuos sólidos orgánicos provenientes de las áreas verdes, está compuesto en su mayoría por hojarasca que contienen grandes cantidades de sales y minerales, que, al ser tratados por la técnica de compostaje, perduran hasta el final del proceso de compostaje. (Cabrera Cordova & Rossi Luna , 2016)

En el segundo caso, en la muestra de compost N°0002, presenta un valor que se asemeja bastante a los valores permitidos de la Conductividad Eléctrica del compost tipo B de la normativa chilena; esto se debe principalmente a las frutas y verduras, ya que regulan la cantidad de sales que presenta los residuos provenientes de las áreas verdes.

### 3.2.2.2. Potencial de Hidrogeno (pH)

**Figura 23: Cuadro comparativo del pH de las muestras de compost**



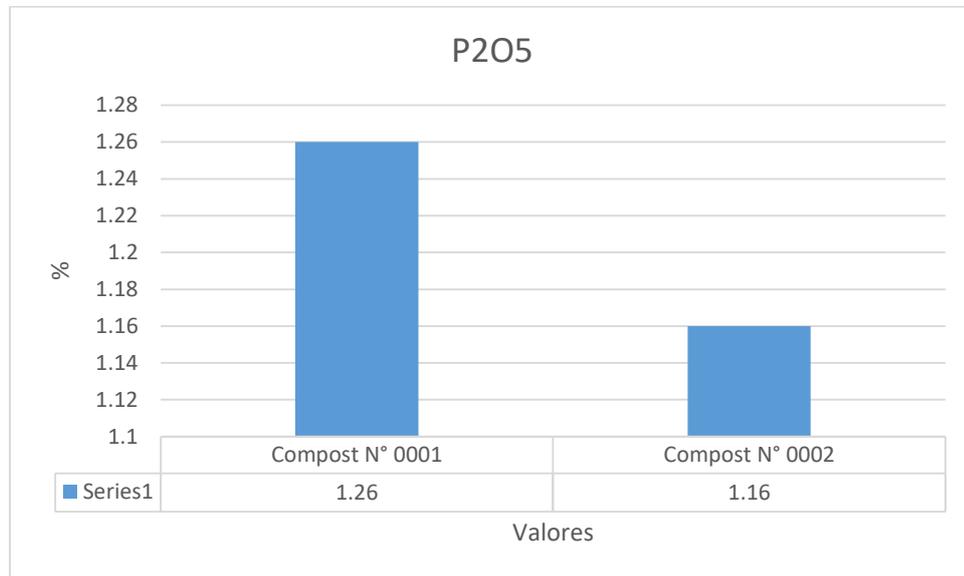
Fuente: Propia

Según la Norma Técnica Peruana NTP 311.557/2013; estima que el valor recomendado para el pH debe estar entre los rangos de 4.5 – 9; en nuestro caso verificamos que los niveles de pH de la muestra de compost N°0001 presento un valor de 8.12, esto se debe a la presencia de sales que presenta el residuo tratado (hojarascas), además durante el tratamiento no se agregó ningún aditivo, si no se realizó de manera de manera natural.

Mientras que la muestra de compost N°0002, presento un valor de pH de 7.77; cuyo valor está dentro del rango que permite la normativa peruana; esto se debe generalmente a que las sales y minerales son neutralizadas por nutrientes que presentan los residuos orgánicos provenientes de los mercados o centros de abastos, por ende, se logró obtener ese valor con referencia al pH.

### 3.2.2.3. Niveles de Fosforo (P2O5)

**Figura 24: Cuadro comparativo del P2O5 de las muestras de compost**



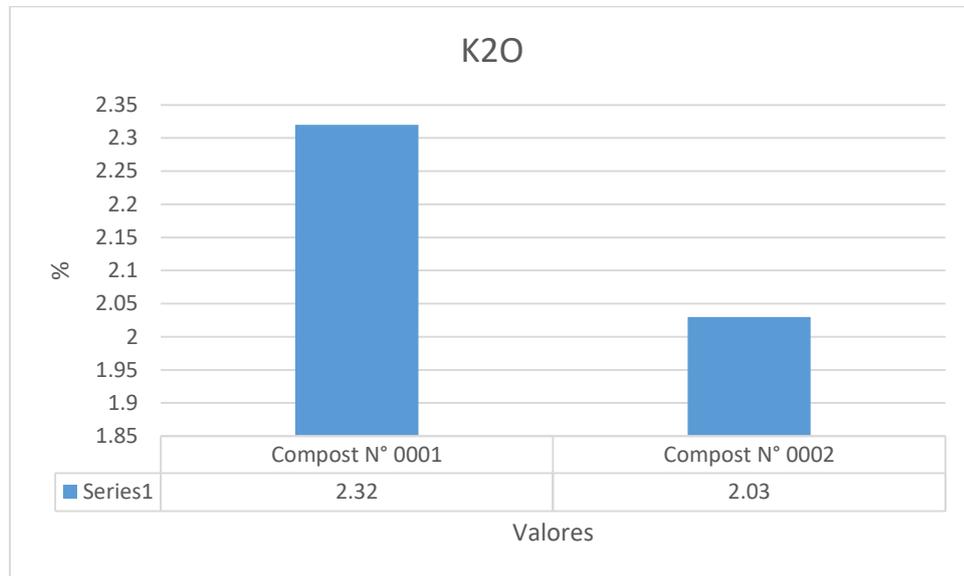
Fuente: Propia

Según la normativa peruana, estima que la cantidad mínima de fosforo en el compost debe de ser mayor a 1%, debido a que el fosforo es un elemento de suma importancia para la agricultura, fertilidad y el desarrollo de las plantas.

En ambos casos como el compost de la muestra N°0001 y del compost de la muestra N°0002 presento concentraciones de fosforo que están por encima de lo mínimo permitido por la normatividad peruana, esto generalmente se debe a la composición orgánica que presenta los dos tipos de residuos, en el caso de los residuos orgánicos provenientes del mantenimiento de áreas verdes, estos concentras estos nutrientes en las hojas, del mismo modo se ve en los residuos orgánicos de mercado, en su mayoría la plantas almacenan nutriente en sus frutos o alguna parte de su fisiología, acotando que los compuesto de fosforo no se volatizan en el proceso de compostaje.

### 3.2.2.4. Niveles de Potasio (K<sub>2</sub>O)

**Figura 25: Cuadro comparativo del K<sub>2</sub>O de las muestras de compost**



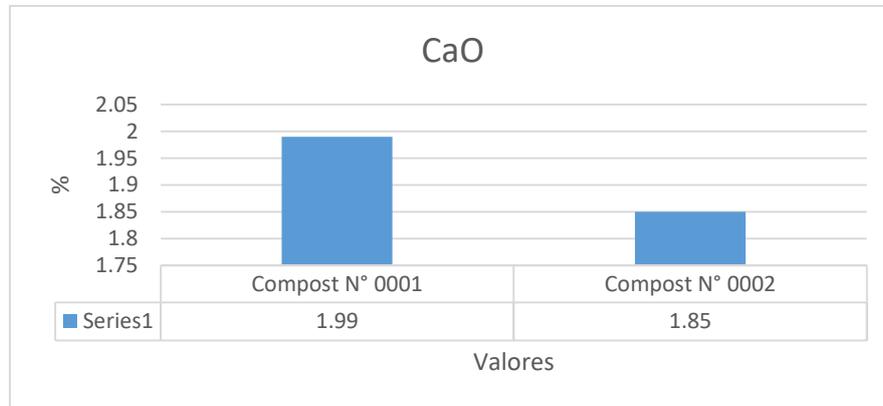
Fuente: Propia

Según la normativa peruana, estima que la cantidad mínima de Potasio en el compost debe de ser mayor a 1%, debido a que es un elemento de suma importancia para la agricultura, fertilidad y el desarrollo de las plantas.

En ambos casos como el compost de la muestra N°0001 y del compost de la muestra N°0002 presento concentraciones de Potasio que están por encima de lo mínimo permitido por la normatividad peruana, esto generalmente se debe a la composición orgánica que presenta los dos tipos de residuos, en el caso de los residuos orgánicos provenientes del mantenimiento de áreas verdes, estos concentran estos nutrientes en las hojas, del mismo modo se ve en los residuos orgánicos de mercado, en su mayoría la plantas almacenan nutriente en sus frutos o alguna parte de su fisiología, acotando que los compuesto de potasio no se volatizan en el proceso de compostaje, y que concentran en la composición del compost.

### 3.2.2.5. Niveles de Calcio (CaO)

**Figura 26: Cuadro comparativo del CaO de las muestras de compost**



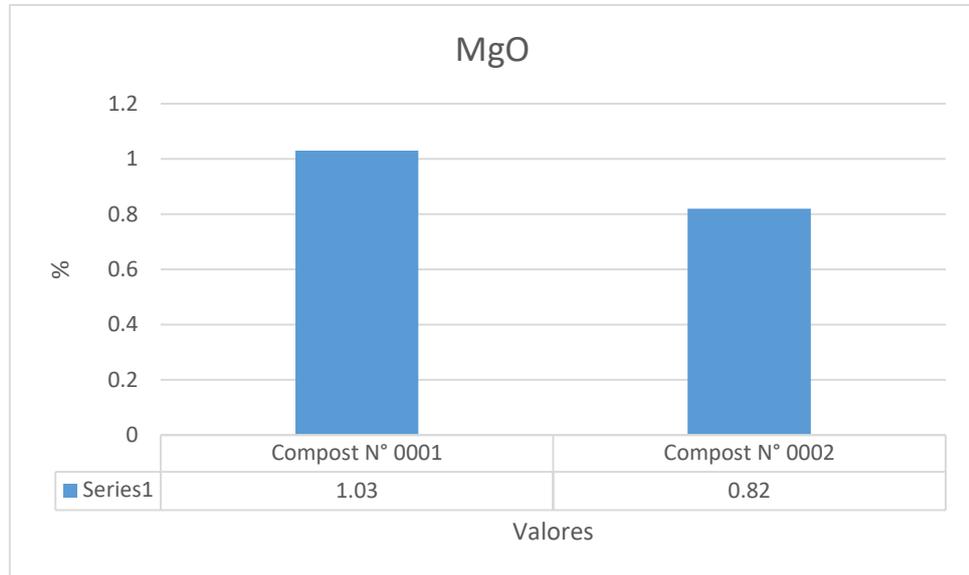
Fuente: Propia

El Calcio elemento esencial para las plantas, debido a que participa en procesos metabólicos de las células en las plantas.

Como verificamos se puede identificar que los valores de concentración de Calcio en ambas muestras de compost supera el 1.5% e concentración. En la primera muestra la concentración de calcio es de 1.99%, esto se debe a las hojarascas debido a que es la zona donde se realiza la mayor actividad celular en las plantas, además es donde se almacena dicho elemento, mientras que en la muestra de compost N°0002, los valores de calcio son de 1.85, esto se debe esencialmente a los residuos orgánicos de mercado, debido a que estos residuos por su composición química regularizan la cantidad de calcio en el proceso de compostaje.

### 3.2.2.6. Niveles de Magnesio (MgO)

**Figura 27: Cuadro comparativo del MgO de las muestras de compost**



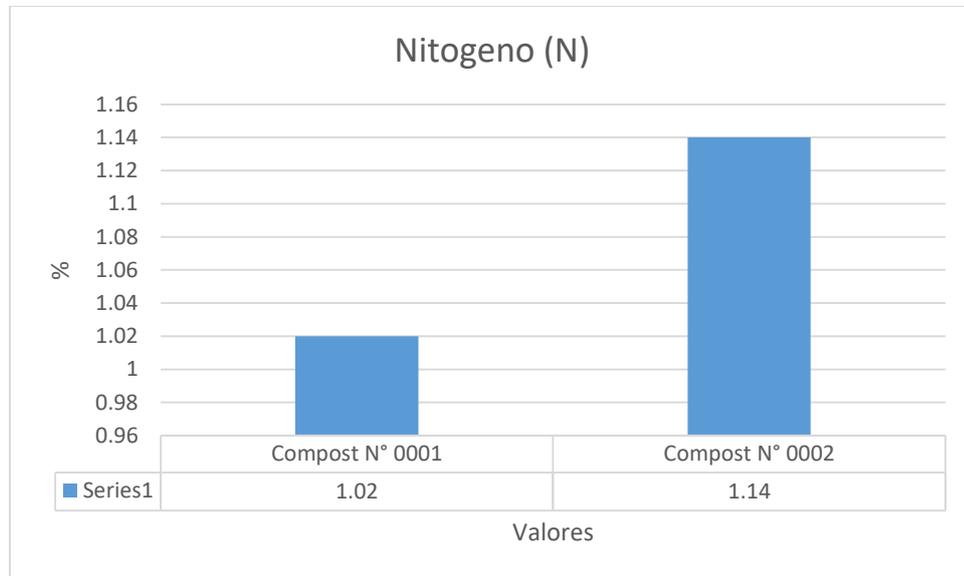
Fuente: Propia

Como verificamos, en los resultados notamos que ambas muestras presentan concentraciones de magnesio, en la primera muestra que la concentración supera los 1% (1.03%), mientras que en la segunda muestra de compost presenta 0.82 %.

En estos casos cabe recalcar que este elemento es de vital importancia en los procesos metabólicos de las plantas, además de que es un compuesto que está presente en las células, principalmente en las hojas verdes o tallos verdes, debido a que intervienen en el proceso de fotosíntesis.

### 3.2.2.7. Nitrógeno Total (N)

**Figura 28: Cuadro comparativo del Nitrógeno de las muestras de compost**



Fuente: Propia

Como se puede verificar las dos muestras de presentan una concentración de nitrógeno total superiores al 1%; al verificar estos resultados notamos que están dentro de la normativa peruana, lo cual para ambos tipos de compost nos piden que la concentración de nitrógeno total sea mayor a 1.0 %, lo cual al ver estos resultados podemos indicar que las muestras de compost cumplen con los requisitos.

La concentración de Nitrógeno se debe al uso de estiércol de equino, además cabe recalcar que el compost fija el nitrógeno mineral liberando amonio en estado gaseoso.

### 3.2.2.8. Análisis de Resultados de Test de Germinación:

- **Efectividad de Germinación:**

Como se verifica en la tabla 16, verificamos que en cada prueba se presentó su determinado porcentaje de germinación que será demostrado en la tabla 17 específicamente; este porcentaje se obtuvo debido a que en cada prueba se sembró tres semillas específicamente

**Tabla 17: Porcentaje de germinación por prueba**

PRUEBAS	P 1	P 2	P 3
T0 I	100%	100%	100%
T0 II	0%	0%	0%
T1 I	66.6%	100%	66.6%
T1 II	0%	33.3%	0%
T2 I	100%	100%	100%
T2 II	0%	66.6%	66.6%

Fuente propia

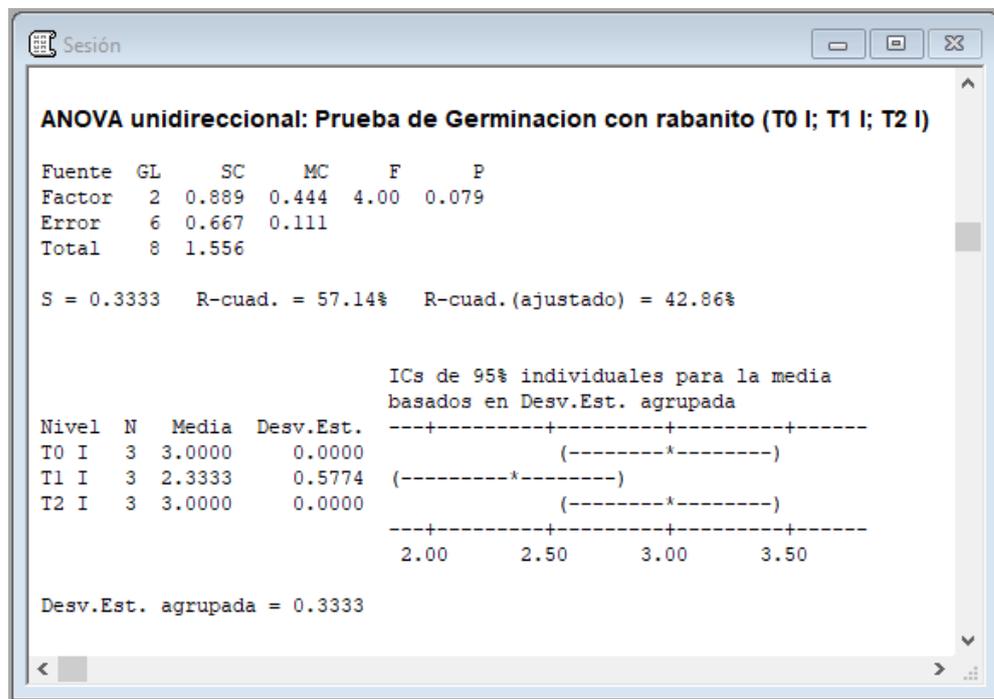
- **Para la prueba de germinación del rabanito (T0 I – T1 I- T2 I):**

Para realizar el análisis ANOVA, establecemos la hipótesis nula y alternativa, siendo estas las siguientes:

- $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3$  (lo cual indica que las medias muestrales de los grupos correspondientes a los compost empleados para la germinación del rabanito como “T0 I”, “T1 I” y “T2 I” son iguales)
- $H_1: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3$  (lo cual indica que las medias muestrales de los grupos correspondientes a los compost empleados para la germinación de rabanito tales como como “T0 I”, “T1 I” y “T1 II” no son iguales)

Asimismo, para el análisis se considera un nivel de confianza del 95% y un valor de alfa del 5% o 0.05

**Figura 29: Aplicación de Minitab, para la prueba de germinación del Rabanito**



Fuente: propia

Del análisis ANOVA de un solo factor desajustado podemos apreciar que el P valor es 0.079.

Por lo tanto, la decisión de aprobar o rechaza la hipótesis nula depende del siguiente criterio:

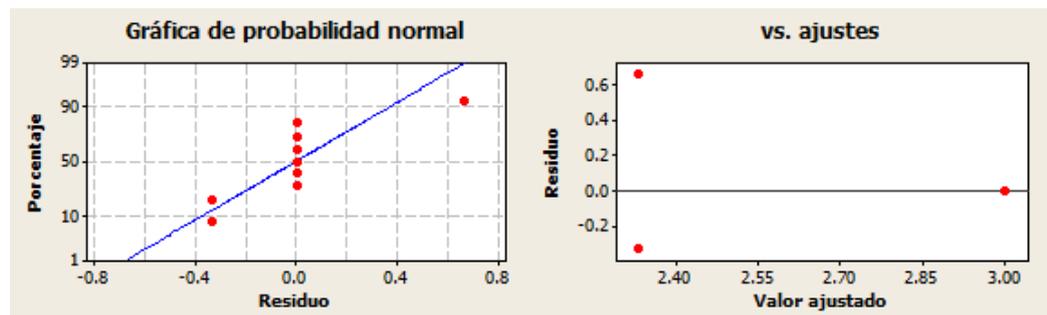
- Si P valor < alfa, entonces se rechaza la hipótesis nula,
- Si P valor > alfa, entonces se aprueba la hipótesis nula.

Para este caso P valor (0.079) es mayor al valor de alfa (0.05), por lo cual se aprueba la hipótesis nula, es decir, las medias muestrales de los grupos analizados se asemejan. Lo cual indica que al emplear el uso de compost de residuos de áreas verdes y residuos orgánicos del mercado presenta cantidades de semillas germinadas diferenciadas, es decir, hay una pequeña diferencia marcada entre las tasas de germinación.

Asimismo, indicar que la germinación de los rabanitos en la prueba “T2 I” presenta mejor tasa de germinación, puesto que la media muestral es mayor en diferencia de la prueba de germinación “T1 I”

Los resultados anteriormente indicados también se sustentan en las siguientes gráficas.

**Figura 30: Gráficos de la prueba de germinación**



Fuente: propia

En la primera gráfica podemos apreciar que los valores tienden a una función de primer orden positivo, por lo cual vemos que se cumple el requisito de normalidad de datos (muestreo aleatorio satisfactorio).

En la segunda gráfica podemos apreciar que la magnitud de los valores ambos estudios van desde (-1) hasta casi (1) siendo la diferencia mínima entre ellos cumpliendo con el criterio de igualdad de varianzas.

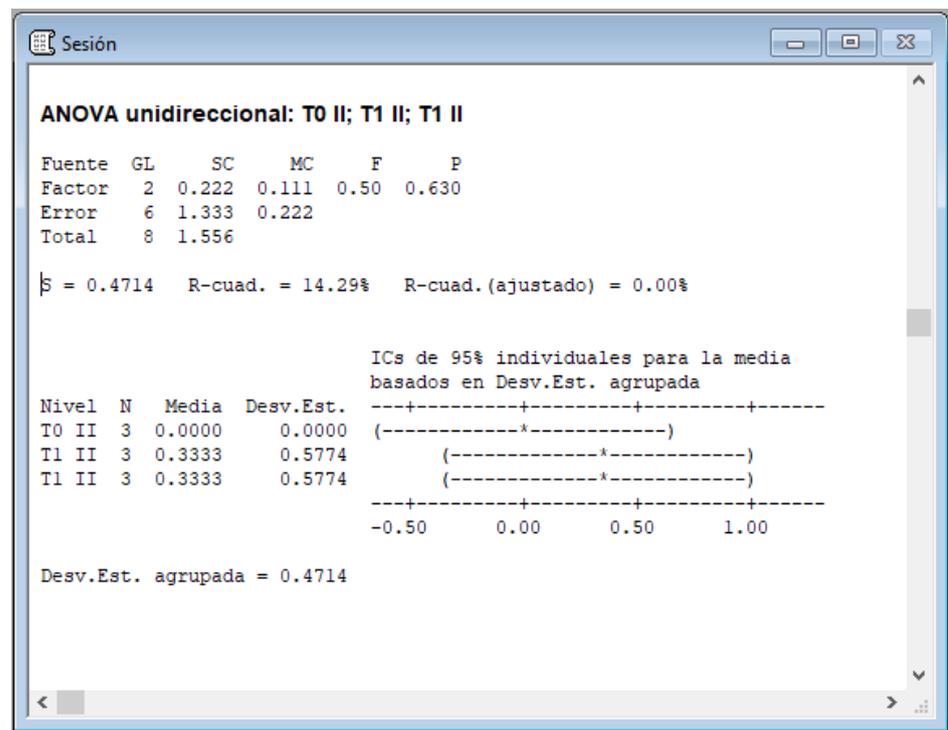
- **Para la prueba de germinación de la Lechuga (T0 II – T1 II- T2 II):**

Para realizar la dicha prueba realizamos el análisis estadístico ANOVA, establecemos la hipótesis nula y alternativa, siendo estas las siguientes:

- $H_0: u_1 = u_2 = u_3$  (lo cual indica que las medias muestrales de los grupos correspondientes a los compost empleados para la germinación del rabanito como “T0 II”, “T1 II” y “T1 II” son iguales)
- $H_1: u_1 \neq u_2 \neq u_3$  (lo cual indica que las medias muestrales de los grupos correspondientes a los compost empleados para la germinación de rabanito tales como como “T0 II”, “T1 II” y “T1 II” no son iguales)

Asimismo, para el análisis se considera un nivel de confianza del 95% y un valor de alfa de 5% o 0.05.

**Figura 31: : Aplicación de Minitab, para la prueba de germinación de la lechuga**



Fuente: propia

Del análisis ANOVA de un solo factor desajustado podemos apreciar que el P valor es 0.630. Por lo tanto, la decisión de aprobar o rechaza la hipótesis nula depende del siguiente criterio:

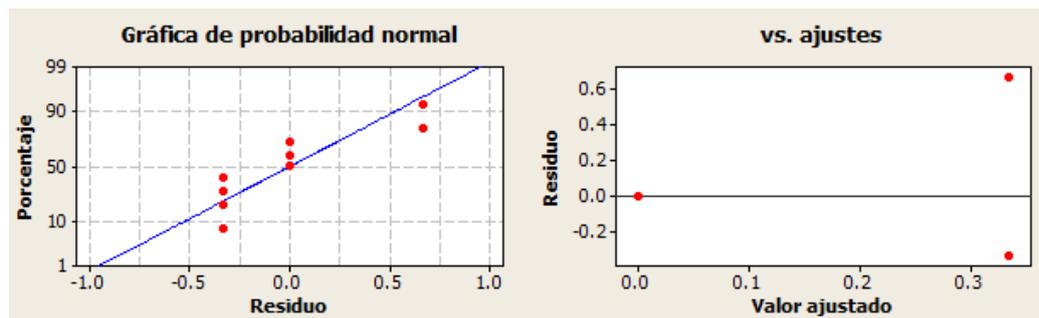
- Si P valor < alfa, entonces se rechaza la hipótesis nula,
- Si P valor > alfa, entonces se aprueba la hipótesis nula.

Para este caso P valor (0.630) es mayor al valor de alfa (0.05), por lo cual se acepta la hipótesis nula, Pero al analizar las medias muestrales de los grupos analizados, indican que al emplear el uso de compost de distintos tipos de residuos orgánicos presentan una tasa de germinación diferenciada.

Asimismo, podemos indicar que la germinación de las lechugas en la prueba "T2 II" presenta mejor tasa de germinación de la especie, puesto que la media maestra es mayor en diferencia de la prueba de germinación "T1 II"

Los resultados anteriormente indicados también se sustentan en las siguientes gráficas.

**Figura 32: Gráficos de la prueba de germinación**



Fuente: propia

En la primera gráfica podemos apreciar que los valores tienden a una función de primer orden positivo, por lo cual vemos que se cumple el requisito de normalidad de datos (muestreo aleatorio satisfactorio).

En la segunda gráfica podemos apreciar que la magnitud de los valores ambos estudios van desde -0.8 hasta casi 0.8 siendo la diferencia mínima entre ellos cumpliendo con el criterio de igualdad de varianzas.

## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Al analizar y estudiar los compost elaborados a base de residuos de áreas verdes y residuos orgánicos de mercados verificamos que en uno de los parámetros analizados del primer compost presentó un valor elevado, tal es el caso de la conductividad eléctrica, que triplico el valor máximo permitido por la normativa de calidad chilena, por lo general este se debe al tipo de residuo que se está utilizando en este caso los residuos que se utilizaron para elaborar el compost fueron las hojarascas (hojas secas) que eran recolectadas del mantenimiento de los parques, La principal característica que presenta las hojarascas es que en su composición presenta grandes cantidades de sales minerales, que por lo general perduran durante toda la etapa del compostaje, además cabe indicar que las hojarascas que se utilizaron provenían de dos especies de árboles, uno de ellos es el ficus y el otro eucalipto, el primero tenía fácil degradación mientras que las hojarascas del eucalipto tardan más tiempo en degradarse, además de que segrega una sustancia como el ácido gálico, que posiblemente haya contribuido para el compost presente un valor elevado en la conductividad eléctrica.

En los demás parámetros de los dos compost, se verifico que cumplen con las distintas Normativas de Calidad de Compost. En especial del segundo compost que está hecho a base residuos orgánicos de mercados, y esto se debe a los tipos de residuos utilizados como los orgánicos de mercados que está compuesto por restos de frutas y verduras, que en el proceso de compostaje cumplen el rol de aportar los nutrientes necesarios que son de suma importancia en la agricultura.

Posteriormente esto se evidencia en la prueba germinación, debido a que esta evaluación es de suma importancia debido a que esto nos ayuda a verificar la efectividad que presenta el compost al aplicarlo en distintos cultivos.

Verificamos que en cada prueba se presentó una eficiencia dependiendo de la germinación según la cantidad de semillas sembradas y esto se evidencia al compararlo con una prueba cero que no sirve como un indicador para

realizar la evaluación de la germinación. Al evaluar la tabla 17 notamos de que el compost a base de residuos sólidos orgánicos de los centros de abastos, y esto se complementa debido a que en su análisis de sus parámetros fisicoquímicos presentan valores que están permitidos por las diferentes normativas de calidad de Compost.

Posteriormente verificando en el análisis de datos y las pruebas estadísticas aplicadas, para darle mayor sustento, se comparó la efectividad que presento los dos distintos tipos de compost: Compost a partir de residuos del mantenimiento de las áreas verdes (T1) y el compost a partir de los residuos orgánicos proveniente de los mercados (T2), y mediante la prueba estadística con comparación con una prueba inicial sin la aplicación de ningún tipo de compost, y se pudo verificar que los medias de cada muestra varían, notando mejores resultados en las pruebas en donde se utilizó el compost a base de residuos orgánicos de mercados (T2), y esto es debido a los parámetros fisicoquímico que presenta cada uno, ya como verificamos el primer compost presenta como uno de sus características la conductividad eléctrica muy elevada, y que posiblemente al ser utilizado como un abono disminuya la tasa de germinación de las distintas especies y de ese modo alterando las propiedades del suelo.

## CONCLUSIONES

Después el proceso de elaboración del compost utilizando residuos orgánicos provenientes de la poda de áreas verdes y mercados del distrito de San Borja se llegó a las siguientes conclusiones:

- Se observó que las características físico- químicas del compost elaborado a base de los residuos orgánicos provenientes los centros de abastos de la municipalidad de San Borja, esto resulta ser de mejor calidad en comparación al compost elaborado a partir de los residuos sólidos orgánicos de áreas verdes, al comparar los resultados obtenidos análisis del compost realizado en la UNALM. Esto es debido a que los parámetros fisicoquímicos del compost elaborado a base de los residuos orgánicos provenientes los centros de abastos están dentro de los valores permitidos que las normativas vigentes en materia de la calidad de compost permiten actualmente.
- Los parámetros fisicoquímicos obtenidos del compost a base de residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes del distrito de San Borja, presenta coloración marrón oscuro, pH alcalino de 8.12 y con valores aceptables de nitrógeno ( $> 0.5$ ), fósforo, potasio, magnesio y calcio, según las normativas de calidad de compost (Normativa de Calidad de Chile), y una conductividad eléctrica de 28.20 dS/m, el único parámetro que sobrepasa lo establecido por dicha normativa.
- Los parámetros fisicoquímicos obtenido del compost a base de residuos orgánicos provenientes de la recolección de los centros de abastos presenta valores que se asemejan a las distintas normativas de calidad de compost, esto nos indica que el compost es de buena calidad, debido a que presenta concentraciones adecuada de nutrientes como en el caso del nitrógeno, fósforo, potasio, entre otros, que son esenciales para el desarrollo y el metabolismo celular de las plantas. Además, cabe indicar que sus valores de pH y conductividad eléctrica estuvieran dentro de los rangos establecidos por la Normativa de Calidad de Chile.

- El compost que presento mejor efectividad en la prueba de germinación, fue el compost a base de residuos orgánicos provenientes de los mercados, debido a que en la prueba de germinación presento mayor mejores resultados y esto se demostró en la prueba estadísticas realizados a los datos del resultado obtenidos de dicha prueba. Esto se debe a que este compost presento en su análisis valores que se adecuaban e igualaban a las normativas de calidad de compost con la que se compararon, mientras que el primer compost a base de residuos orgánicos provenientes de las áreas verdes, presento poca germinación, esto es debido a su elevada conductividad eléctrica (C.E).

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda seguir evaluando la calidad de compost, debido a que es una técnica de tratamiento que busca reutilizar o valorizar los residuos sólidos orgánicos urbanos.
- Se recomienda replicar este tipo de técnica ambiental en otras municipalidades y presentarlo como una alternativa que enfrente la problemática de la mala disposición de los residuos sólidos orgánicos, generando beneficios y alternativas de solución frente a la contaminación ambiental por residuos sólidos.
- Se recomienda diseñar un Plan de Manejo de Residuos Sólidos Orgánicos, provenientes del distrito de San Boja, que incluya diferentes técnicas de tratamiento como compostaje, lombricultura etc.; considerando la información obtenida de la presente investigación
- Se recomienda buscar otras técnicas de tratamiento de residuos sólidos orgánicos, para reaprovechar al 100% todos los residuos orgánicos; además de tener en cuenta el tiempo que se tomara desde su implementación hasta la obtención del producto final.
- Se recomienda realizar un número mayor de repeticiones en la evaluación de la eficiencia del compost, para poder obtener una mejor distribución y determinar el análisis estadístico más adecuado para la investigación
- Se recomienda realizar un estudio de viabilidad económica, para determinar la costos y beneficios que se le pueden obtener a partir del uso de los residuos orgánicos.

## BIBLIOGRAFIA

- Acosta, W. & Peralta, M. (2015). *Elaboración de abonos orgánicos a partir del compostaje de residuos agrícolas en el municipio de Fusagasugá*. Fusagasugá: Universidad de Cundinamarca.
- Andalucia, J. d. (31 de Diciembre de 2003). *Junta de Andalucia*. Obtenido de Junta de Andalucia: <http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/porta1web/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=8e31b4f69b920410VgnVCM2000000624e50aRCRD&vgnnextchannel=15a07db13a4ef310VgnVCM2000000624e50aRCRD#>
- Ascanio, F. (2017). *Plan de Manejo de Residuos Solidos Urbanos para el distrito de El Tambo segun de las recomendaciones de la Agenda 21*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Peru.
- Bello, J. (2017). *Diseño de un Plan de Valorización de Residuos Orgánicos para las empresas restauranteras de la zona turística de Acapulco*. Mexico: Instituto Politécnico Nacional.
- Benavides, C. & Josa, D. (2015). *Plan de Manejo de Ambiental de Residuos Solidos Organicos en las veredas Anganoy y San Juan de Anganoy, Corregimiento de Mapachico, Municipio de Pasto*. San Juan de Pasto: Universidad de Nariño .
- Cabrera, V. , & Rossi M. (2016). *“Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes públicas del distrito de Miraflores*. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina .
- Cajahuanca, S. (2016). *Optimización del manejo de residuos orgánicos por medio de la utilización de microorganismos eficientes (Saccharomyces cerevisiae, Aspergillus sp., Lactobacillus sp.) en el proceso de compostaje en la Central Hidroeléctrica Chaglla*. Huanuco: Universidad de Huanuco.
- Castillo, J. (2015). *Evaluación de la calidad de abonos ecológicos (compost, bokashi y lumbrifert) elaborados a partir de residuos sólidos orgánicos de la ciudad de El Alto* . La Paz: Universidad Mayor de San Andrés .

- Cordova, C. (2006). *Estudio de Factibilidad Tecnico Economico, para instalar una planta de compostaje, utilizando desechos vegetales urbanos*. Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Crespo, R., Becker, R., Villagarcia, S., Yshimura, J., Flores, J., & Alarcon, V. (27 de Marzo de 2013). NTP 311.557.2013. *Fertilizantes. Productos organicos usados o fertilizantes y enmiendas o acondicionadores de suelo*. Lima, Lima, Peru: indecopi.
- Cuasquer, R. (2013). *Efectos de la aplicación de tres niveles de abonos orgánicos en el cultivo de haba (vicia faba l.) En la zona de cuesaca, provincia del Carchi*. El Angel: Universidad Tecnica de Babahoyo.
- Espinoza, N., & Zambrano, N. (2016). *Elaboración de abono orgánico a partir de desechos de hortalizas para la fertilización de los suelos*. Valencia: Universidad de Carabobo.
- Gallardo, K. (2013). *Obtención de compost a partir de residuos orgánicos impermeabilizados con geomembrana*. Lima: Universidad Nacional de Ingenieria.
- Jara, L. (2016). *Oportunidades de Valorización mediante el compostaje de los Residuos Orgánicos de Origen Urbano y afines en ecuador: Propuesta de Gestión para la provincia de Chimborazo*. Chimborazo: Universidad Miguel Hernández de Elche.
- Jaramillo, G., & Zapata, L. M. (2008). *Aprovechamiento de los Residuos Solidos Organicos en colombia*. Antioquia: Universidad de Antioquia.
- Lescano, C. (2015). *Efecto de tres Aceledarores de Degradacion en el tiempo de Compostaje utilizando Residuos Solidos Organicos urbanos en Huanchaco, Trujillo*. Tujillo: Universidad Nacional de Turjillo.
- MINAM. (2017). *Decreto Legislativo N°1278 aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*. Lima: Diario El Peruano.
- Ortiz, D. , & Gonzales, T. (2015). *Tratamiento de los Residuos Solidos Organicos del mercado central "Virgen de Fatima Huaraz - Ancash", optimizando el proceso de Compostaje*. Huaraz: Universidad Nacional Antuñez de Mayolo.
- Porrás, D. (2013). *Obtención de bioabono mediante biodegradación de desechos*. Quito: Universidad Central del Ecuador .
- Prensa.pe, L. (23 de Mayo de 2018). *Medio ambiente: estos son los 6 distritos más contaminados de Lima*. Obtenido de La Prensa:

<https://laprensa.peru.com/actualidad/noticia-medio-ambiente-estos-son-6-districtos-mas-contaminados-lima-78999>

- Robles, M. (2015). *Evaluación de parámetros de temperatura, pH y humedad para el proceso de compostaje en la planta de tratamiento de Residuos Sólidos Orgánicos de la Municipalidad Provincial de Leoncio Prado*. Tingo Maria: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- Rojas, F. & Zeledon, E. (2007). *Efecto de diferentes residuos de origen vegetal y animal en algunas características física, química y biológica del compost. Hacienda las Mercedes, Managua. 2005*. Managua: Universidad Nacional Agraria.
- Roman, P., Martinez, M., & Pantoja, A. (2013). *Manual de compostaje del Agricultor*. Santiago de Chile: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).
- Ruiz, A. J. (2003). *Compostación de los residuos sólidos orgánicos generados en la Universidad de Piura*. Piura: Universidad de Piura.
- Soriano, J. A. (2016). *Tiempo y calidad del compost con aplicación de tres dosis de "microorganismos eficaces"-Concepción*. Huancayo: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Vasquez, D. (2008). *Producción y Evaluación de cuatro tipos de Bioabonos como alternativa Biotecnológica de uso de Residuos Orgánicos para la fertilización de pastos*. Riobamba: Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.
- Velazques, M. C., & Velazques, M. V. (2016). *Evaluación de la Eficiencia del abono orgánico obtenido de los Residuos Vegetales de la Plaza de Mercado del Municipio de San Gil en el Cultivo de Mandarina Arrayana*. Caldas: Universidad de Manizales.

## ANEXOS

### Anexo 1: Memoria Fotográfica

*Ilustración 1: Recolección selectiva de Residuos Orgánicos*



*Ilustración 2: Almacenamiento de residuos proveniente de las áreas verdes*



***Ilustración 3: Armado de la 1° capa de hojarasca***



***Ilustración 4: Armado de la 1° capa de hojarasca***



**Ilustración 5: Capa de Estiércol**



**Ilustración 6:: Armado de la 2° capa de residuos orgánicos del "Multimercado San Borja"**



**Ilustración 7: Armado de la 3° capa (Estiércol)**



**Ilustración 8 Armado de la 3° capa (finalizando)**



**Ilustración 9: Pila de compostaje (cama N°1)**



**Ilustración 10: Pila de compost (Cama N° 3)**

