

**UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS**

**ESCUELA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA**



**EFFECTIVIDAD DE COMPOST A BASE DE DOS TIPOS DE ESTIERCOL EN EL RENDIMIENTO DE *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* DISTRITO DE ANTA - CUSCO**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE BIÓLOGO**

**PRESENTADO POR:**

Br. JONYER HARDY ZAPATA CALLAÑAUPA

**ASESORA:**

Dr. MARTHA MOSTAJO ZAVALETA

**CUSCO- PERÚ**

**2023**

## **DEDICATORIA**

A Dios padre, por darme la oportunidad de elegir esta hermosa carrera profesional, por su amor, fortaleza y levantarme cada vez que sentía caer.

A mis queridas madres, Eufemia Chacón y Norma Zapata por creer en mí, apoyarme e incentivar a seguir adelante y luchar por lo que quiero.

A Rolland Zapata y Cosme Zapata por su amor y protección que siempre me brindaron.

A Luis Antonio Zapata Pardo quien, con su enorme amor, cariño, disciplina, motivación, cuidado y ejemplo; me convirtieron en quien soy.

A Andrea Whinny Achahui Huaman, por creer en mí y ayudarme a mejorar constantemente

A mi familia, por su apoyo y los valores que me inculcaron.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Doctora Martha Natividad Mostajo Zavaleta, por su valiosa asesoría en el desarrollo de este proyecto.

A la Doctora Violeta Eugenia Zamalloa Acurio, por su inestimable apoyo durante mi formación profesional y dedicación sin la cual habría sido imposible la realización de este proyecto.

A los funcionarios públicos de la Municipalidad Provincial de Anta: Blgo. Gustavo Javier Romero Delgado, Ing. Fredy Michael Laura Valverde, Econ. Johan Cabrera Vargas.

A los amigos de toda la vida: Dr. Alberto Huiman Cruz, Blgo. Daniel Enrique Rado Arenas, Blga. Karin Nuñez, Ing. Jilder Michael Castillo Cabrera, Sr Hector Pool Huaman Cartagena, Sr. Julio Junior Chacon Zuñiga, Sr. Jhon Alex Conchacalla, Sr. Simeon Lima y a los trabajadores del Relleno Sanitario de Chacan por su constante motivación, apoyo, observaciones y su compromiso para realizar este trabajo.

A los señores miembros del jurado y dictaminantes, por sus sugerencias y observaciones; que contribuyeron a realizar este trabajo de la mejor forma posible.

A mis amigos por su incondicional apoyo.

## INDICE

	Pag.
RESUMEN.....	i
INTRODUCCIÓN.....	ii
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	iv
JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	vi
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	vii
HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN .....	viii
 CAPÍTULO I MARCO TEORICO 	
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Bases Teóricas.....	9
1.2.1 Residuos Sólidos .....	9
1.2.1.1 Residuos Sólidos del ámbito gestión municipal .....	9
1.2.1.2 Residuos sólidos del ámbito no municipal .....	10
1.2.1.3 Residuos Orgánicos.....	11
1.2.2 Valorización de los residuos Solidos.....	11
1.2.2.1 Formas de valorización de residuos sólidos orgánicos .....	12
1.2.3 Los Abonos Orgánicos.....	12
1.2.3.1 Tipos De Abonos Orgánicos.....	12
1.2.3.2 Beneficio de usar abonos orgánicos .....	13
1.2.3.3 Estiércol.....	14
1.2.4 El compostaje.....	17
1.2.4.1 Monitoreo del compostaje. ....	17
1.2.4.2 Sistemas de compostaje.....	21
1.2.4.3 Fases del Proceso de Compostaje .....	26
1.2.5 Fertilización del suelo con Compost .....	28
1.2.6 Generalidades del Cultivo de <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> .....	30
1.2.6.1 Origen .....	30
1.2.6.2 Ubicación Taxonómica.....	30
1.2.6.3 Descripción Botánica.....	30
1.2.6.4 Condiciones agroecológicas de la <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> .....	32
1.2.6.5 Tecnología de cultivo de <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> .....	33
1.2.6.6 Plagas y enfermedades.....	36
1.3 Base Legal.....	37

## CAPITULO II \_ÁREA DE ESTUDIO

2.1 Ambiente de estudio: localización política y geográfica.....	42
2.2 Ubicación.....	42
2.3 Accesibilidad.....	44
2.4 Clima.....	44
2.5 Geología y Geomorfología.....	48
2.6 Hidrografía, Hidrogeología.....	50
2.7 Suelo, capacidad de uso mayor de las tierras y uso actual de los suelos. ....	51
2.8 Ecosistemas.....	52
2.9 Descripción del medio biológico.....	53

## CAPITULO III \_MATERIALES Y METODOS

3.1 Materiales.....	56
3.1.1 Material Biológico.....	56
3.1.2 Materiales de Campo.....	56
3.1.3 Equipos.....	56
3.2 Metodología.....	57
3.2.1 Producción de compost, elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y de ganado vacuno .....	59
3.2.1.1 Acondicionamiento del área para el proceso de compostaje .....	59
3.2.1.2 Proceso de formación de las pilas de compostaje.....	59
3.2.1.2.1 Seguimiento y control de parámetros .....	62
3.2.1.2.2 Volteos.....	63
3.2.1.2.3 Tamizados de Compost Maduro.....	63
3.2.2 Análisis de la composición química del compost, elaborado a bases de estiércol de cuy y de ganado vacuno... ..	63
3.2.3 Análisis microbiológicos y parasitológicos de los compost.....	64
3.2.4 Evaluación del rendimiento de <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> con la aplicación del compost elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y ganado vacuno .....	65
3.2.4.1 Acondicionamiento del área para el cultivo de <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook</i> .....	65
3.2.4.2 Muestreo del suelo inicial.....	66
3.2.4.3 Preparación de la cama almaciguera.....	66
3.2.4.4 Preparación del terreno.....	67
3.2.4.5 Trasplante de plántulas.....	67

3.2.4.5.1 Deshierbo.....	69
3.2.4.5.2 Riego.....	69
3.2.4.5.3 Control de plagas.....	69
3.2.4.5.4 Cosecha.....	69
3.2.4.6 Evaluación del rendimiento .....	69
3.2.5 Análisis e interpretación estadística de la información .....	70

#### CAPITULO IV RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 Producción de compost, elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y de ganado vacuno.....	71
4.1.1 Variación de la temperatura durante el proceso de compostaje. ....	71
4.1.2 Variación de la Humedad durante el proceso de compostaje.....	73
4.1.3 Variación de la pH durante el proceso de compostaje. ....	74
4.1.4 Producción del compost elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y de ganado vacuno.....	75
4.2 Composición química del compost elaborado a base de estiércol de cuy y ganado vacuno.....	76
4.3 Características microbiológicas del compost elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y ganado vacuno.....	81
4.3.1 Evaluación Bacteriológica.....	81
4.3.2 Evaluación Parasitológica.....	83
4.4 Rendimiento de <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> con la aplicación de los diferentes compost.....	84
4.4.1 Producción de <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> con la aplicación de compost .....	84
4.4.2 Análisis multivariado del rendimiento en <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> .....	90
4.4.2.1 Prueba de esfericidad de Bartlett <sup>a</sup> .....	90
4.4.2.2 MANOVA: Análisis Multivariado de la Varianza .....	90

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

BIBIOGRAFÍA

ANEXOS

## ÍNDICE DE FIGURAS

Pag.

Figura 1. Temperatura, oxígeno y pH en el proceso de compostaje .....	20
Figura 2. Forma de pilas estáticas con aireación .....	23
Figura 3. Detalle de pilas estáticas con aireación pasiva.....	23
Figura 4. Detalle de pilas estáticas con aireación activa .....	24
Figura 5. Pala cargadora volteando pila de compost .....	25
Figura 6. Fases del Proceso de Compostaje .....	28
Figura 7. <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> .....	32
Figura 8. Mapa de Ubicación de la planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta .....	43
Figura 9 . Climatodiagrama, Estación Meteorológica Ancachuro – Anta.....	46
Figura 10. Mapa climatológico, de la planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta .....	47
Figura 11. Mapa Geológico de la Planta de Compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta .....	49
Figura 12. Mapa Hidrográfico de la Planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta .....	50
Figura 13. Mapa de Ecosistemas de la planta de la Municipalidad Provincial de Anta	52
Figura 14. Diagrama de la ubicación de las pilas compostaje para el proceso de compostaje.....	61
Figura 15. Croquis de las parcelas de <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> .....	60
Figura 16. Croquis de una parcela de <i>Beta vulgaris</i> var. <i>Fordhook Giant</i> .....	60
Figura 17. Variación de la temperatura durante el proceso de compostaje.....	72
Figura 18. Variación de la Humedad durante el proceso de compostaje. ....	73
Figura 19. Variación de la pH durante el proceso de compostaje .....	74
Figura 20. Box plot de la altura de la <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> .....	86
Figura 21. Box plot de la biomasa fresca de <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> .....	87
Figura 22. Box plot de la biomasa fresca de la <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> ...	88
Figura 23. Box plot del número de hojas de <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> .....	89
Figura 24. Variación de la temperatura durante el proceso de compostaje.....	108
Figura 25. Variación de la Humedad durante el proceso de compostaje. ....	108
Figura 26. Variación de la pH durante el proceso de compostaje .....	109

## ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Pag.

Foto 1. Planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta.....	117
Foto 2. Pilas de compostaje en la planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta.....	117
Foto 3 Estiercol de Ganado vacuno, Camal Municipal, Izcuchaca Anta .....	117
Foto 4 Estiércol de Cuy, Gapones en el Comunidad campesina de Chacan, Anta .....	118
Foto 5. Descarga de residuos sólidos orgánicos municipales en la planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta .....	118
Foto 6. Pesaje del material a compostar .....	118
Foto 7. Traslado de material para el armado de las pilas de compostaje .....	119
Foto 8. Armado de pilas de compostaje .....	119
Foto 9. Armado de pilas de compostaje .....	119
Foto 10. Control de parámetros – pH del compost.....	120
Foto 11. Control de parámetros – Humedad del compost.....	120
Foto 12. Control de parámetros – temperatura del compost.....	120
Foto 13. Tamizado del compost .....	121
Foto 14. Presencia de hongos saprofitos en la etapa mesófila II.....	121
Foto 15. Preparación del terreno de las parcelas experimentales.....	121
Foto 16. Marcado de parcelas experimentales.....	122
Foto 17. Abonamiento de las parcelas experimentales.....	122
Foto 18. Trasplante de las plántulas de <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> .....	122
Foto 19. Riego de las parcelas experimentales.....	123
Foto 20. Monitoreo de las parcelas experimentales .....	123
Foto 21. Cosecha de la <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> .....	123
Foto 22. Cosecha de la <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> .....	124
Foto 23. Traslado de muestras de <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> .....	124
Foto 24. Pesado de <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> .....	124
Foto 25. Empaquetado de muestras de <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> .....	125
Foto 26. Secado de muestras de <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> en el horno .....	125
Foto 27. Pesado final para calcular la biomasa seca de <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> .....	125

## ÍNDICE DE TABLAS

Pag.

Tabla 1. Código de colores para los residuos del ámbito municipal .....	10
Tabla 2. Código de colores del ámbito de gestión no municipal.....	11
Tabla 3. Producción diaria de estiércol por cada 100kg. de peso.....	15
Tabla 4. Composición media de estiércol de ganado vacuno.....	15
Tabla 5. Temperatura necesaria para la eliminación de algunos patógenos.....	19
Tabla 6. Parámetros a tomar en el proceso de compostaje.....	20
Tabla 7. Control del tamaño de partícula .....	21
Tabla 8. Ubicación Geográfica de la planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta .....	42
Tabla 9. Características climáticas de la planta de compostaje planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta.....	45
Tabla 10. Datos promedio de precipitación y temperatura de la estación Meteorológica Anta – Ancachuro.....	45
Tabla 11. Columna Estratigráfica para la planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta .....	48
Tabla 12. Unidades Litosestratografías, de la Planta de Compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta .....	49
Tabla 13. Flora de la Zona de la planta de la Municipalidad Provincial de Anta .....	53
Tabla 14. Fauna de la Zona Continua.....	54
Tabla 15. Fauna de la zona de matorral.....	54
Tabla 16. En áreas de Cultivo.....	54
Tabla 17. En mamíferos, la predominancia de la zona del Pajonal de puna .....	55
Tabla 18. Mamíferos en los matorrales .....	55
Tabla 19. Mamíferos en las áreas de cultivo .....	55
Tabla 20. Codificación de los tratamientos para el proceso de compostaje .....	62
Tabla 21. Parámetros analizados para determinar la composición química y metodología que se uso.....	64
Tabla 22 . Metodología para el análisis microbiológico y parasitológico de los compost .....	64
Tabla 23. Codificación de los tratamientos empleados para el rendimiento de <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> .....	66

Tabla 24. Producción del compost elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y de ganado vacuno .....	76
Tabla 25. Análisis de los Parámetros químico de los tratamientos de compost .....	78
Tabla 26. Resultados bacteriológicos de los diferentes tratamientos de compost.....	82
Tabla 27. Resultados parasitológicos de los diferentes tratamientos de compost .....	84
Tabla 28. Rendimiento en <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> con la aplicación de compost elaborados a base de estiércol de cuy y de ganado vacuno.....	85
Tabla 29. Producción del compost elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y de ganado vacuno. ....	90
Tabla 30. Análisis Multivariado de la Varianza .....	91
Tabla 31. Influencia de los tratamientos sobre el rendimiento de <i>Beta. Vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> .....	92
Tabla 33. Producción del compost .....	109
Tabla 34. Porcentaje de coseche de compost por tratamiento .....	109
Tabla 35. Prueba de Normalidad .....	110
Tabla 36. Análisis de Varianza Paramétrica – ANOVA .....	110
Tabla 37. Prueba de Post hoc para la altura de la <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> . ..	110
Tabla 38. Resumen Estadístico de la altura de la <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> ..	111
Tabla 39. Resultados de la prueba de Kruskal – Wallis .....	111
Tabla 40. Prueba de Post hoc para la Biomasa fresca .....	111
Tabla 41. Resumen Estadístico de la biomasa fresca de <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> .....	112
Tabla 42. Prueba de Post hoc para la Biomasa seca .....	112
Tabla 43. Resumen estadístico de la Biomasa seca de <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i> .....	112
Tabla 44. Prueba de Post hoc para el numero de hojas .....	113
Tabla 45. Resumen Estadístico.....	113

## RESUMEN

La presente investigación sobre la Efectividad de compost a base de dos tipos de estiércol en el rendimiento de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*, se realizó entre los meses de Julio del 2020 a abril del 2021 en la planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta con la finalidad de evaluar la producción, composición química, composición microbiológica y la aplicación del compost elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y ganado vacuno y residuos sólidos orgánicos municipales (RSOM), y su rendimiento en *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*. Se aplicó la metodología propuesta por la FAO (2013), para realizar el proceso de compostaje. Se elaboró tres combinaciones de Compost a base de RSOM, con la aplicación de estiércol de cuy y ganado vacuno en un periodo de 92 días. El compost a base de RSOM 450Kg. + 50 Kg. de estiércol de cuy, presento mejores características con un pH final de 7.80, M. O. con 33.60%, relaciones C/N 15.01 y mayores concentraciones porcentuales de N con 1.62 %, P con 0.90 % y K con 0.84, con la ausencia de microorganismos patógenos. En la evaluación del rendimiento de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* (Biomasa, Altura y numero de hojas) se plantearon 05 tratamientos, el mejor efecto fue para el tratamiento 1 con la aplicación de compost elaborado a base de RSOM 450kg + 50 Kg. de estiércol de cuy con un rendimiento de 1.119kg/m<sup>2</sup> de biomasa fresca y biomasa seca de 0.130 kg/m<sup>2</sup>. En conclusión, se logró demostrar la efectividad del uso del compost, elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y de ganado vacuno en, el rendimiento de *Beta, vulgaris* Var. *Fordhook, Giant*

**Palabras clave:** Efectividad de compost, valorización de residuos sólidos orgánicos, compostaje, rendimiento de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*

## INTRODUCCIÓN

Durante un largo tiempo se ha manifestado que la contaminación ambiental por causa de los residuos sólidos afecta a las áreas urbanas, rurales, ya que generan un impacto ambiental negativo por el inadecuado manejo de los mismos y amenazan la sostenibilidad y la sustentabilidad ambiental.(MINAM, 2018). En consecuencia y dado que los factores geográficos son inalterables, solo queda concentrar esfuerzos en la disminución de los residuos sólidos mediante la segregación en la fuente, la valorización y la disposición final de estos para controlar el problema de la contaminación ambiental.

Este notable deterioro de la calidad ambiental en la provincia de Anta, tal como lo señala Gladius A. L. (2018) “ha generado una creciente preocupación por parte de autoridades ambientales y de salud pública, que, a pesar de los esfuerzos realizados, el problema de contaminación por residuos sólidos es cada vez más severo. Las medidas de control de la contaminación por residuos sólidos que han sido implementadas hasta el momento se han visto opacadas por su incremento, que resultan del crecimiento económico de la provincia de Anta y la pandemia que se vivió a causa del Covid 19” (Gladius A. L., 2018) .

Una de las medidas para controlar la contaminación residuos sólidos orgánicos municipales y residuos pecuarios como el estiércol, es la valorización de los residuos sólidos con el compostaje, Proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener compost, abono orgánico que se utiliza para el mantenimiento y reforestación de áreas verdes, paisajes, parque y jardines.(MINAM, 2019b)

En la actualidad en el distrito de Anta, el sector agricultura usa los residuos orgánicos que se generan y que provienen de actividades pecuarias y agrícolas como los restos de poda,

de cosecha, de post-cosecha, estiércol, pasto, fruta caída, entre otros (FAO, 2013). Sin ningún tipo de tratamiento o valorización, debido al desconocimiento, falta de un espacio adecuado, o de tiempo (FAO, 2013). Estos residuos orgánicos son ricos en estiércol de cuy y ganado vacuno que es aplicado de forma fresca al campo para fertilizar la tierra, ricos en nitrógeno, fósforo y potasio, pero con microorganismos patógenos, huevos y quistes de parásitos. (FAO, 2013)

La finalidad del trabajo de investigación es abordar el problema desde el uso de los residuos orgánicos de la actividad agropecuaria y de gestión municipal y su valorización, hasta la obtención de enmiendas orgánicas (compost) y así aprovechar los nutrientes que contienen y medir su rendimiento en el crecimiento de hortalizas como *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*.

## **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En el distrito de Anta, se generan a diario 15 toneladas de residuos sólidos, que no son segregados adecuadamente, lo que genera un problema grave de contaminación ambiental. Según el estudio de caracterización de residuos sólidos la composición de materia orgánica para ser compostada es del 51%, residuos sólidos inorgánicos aprovechables de 32% y residuos sólidos no aprovechables de 17% de la generación total. (MPA, 2019).

Por otra parte, existe acumulación de los residuos orgánicos producidos en la actividad agropecuaria, como el caso del estiércol que genera malos olores y presencia de vectores, rico en nitrógeno que posteriormente es liberado hacia el medio ambiente en forma de amonio y gas metano producto de la descomposición a través de la acción de la microflora presente, generando contaminación ambiental e incremento del efecto invernadero. (Apaza & Astete, 2017), además de ello la aplicación excesiva de fertilizantes puede llevar a la salinidad del suelo, a la acumulación de metales pesado. (Rodríguez , Natalia; McLaughlin & Pennock, 2019)

## **Formulación del problema**

### **a. Problema General**

- ¿Cuál es la efectividad del compost, elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y de ganado vacuno en el rendimiento de *Beta vulgaris* Var *Fordhook Giant* Distrito de Anta - Cusco?

### **b. Problemas Específicos**

- ¿Cuánto será la producción de compost, elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y de ganado vacuno?
- ¿Cuál es la composición química de los compost elaborados a base de dos tipos de estiércol de cuy y ganado vacuno
- ¿Cuáles son las características microbiológicas de los compost elaborados a base de dos tipos de estiércol de cuy y ganado vacuno?
- ¿Cuánto será el rendimiento de *Beta vulgaris* Var *Fordhook Giant* con la aplicación de los diferentes compost elaborados a base de dos tipos de estiércol de cuy y ganado vacuno?

## JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El inadecuado manejo y tratamiento de los residuos sólidos agropecuarios como es el estiércol de cuy y ganado vacuno y el inadecuado manejo y tratamiento de los residuos sólidos orgánicos municipales, trae consigo problemas ambientales. Una de las tecnologías más usadas para el manejo y tratamiento de los residuos sólidos orgánicos, es el compostaje, proceso biológico aeróbico, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener compost, abono para que se utilice en el mantenimiento y reforestación de áreas verdes, paisajes, parque y jardines.(MINAM, 2019b).

Por esa razón el presente trabajo de investigación se propone realizar un proceso de valorización de residuos orgánicos municipales con la incorporación de residuos agropecuarios que permita incrementar la cantidad de nutrientes y así aprovechar y medir su rendimiento en el crecimiento de hortalizas como *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*.

Además de contar con una herramienta técnica, en la toma de decisiones respecto al proceso de valorización de residuos sólidos para los gobiernos locales respecto al proceso de valorización de los residuos sólidos orgánicos municipales para mejorar la producción y calidad reduciendo y/o evitando la contaminación de los recursos suelo, agua y aire del distrito de Anta.

## OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

### Objetivo General

- Evaluar la efectividad del compost, elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y de ganado vacuno en el rendimiento de *Beta vulgaris*, Var. *Fordhook Giant*. Distrito de Anta - Cusco

### Objetivos Específicos

- Evaluar la producción de compost, elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y de ganado vacuno.
- Determinar la composición química del compost elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y ganado vacuno.
- Determinar la composición microbiológica del compost elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y ganado vacuno.
- Evaluar el rendimiento de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* con la aplicación del compost elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y ganado vacuno.

## HIPOTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

### Hipótesis General

- La efectividad del compost, elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y de ganado vacuno influyen en el rendimiento de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* en el Distrito de Anta Cusco

### Hipótesis Especificas

- Diferentes combinaciones de compost, elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y de ganado vacuno influyen directamente sobre su productividad.
- Existe una diferencia en la composición química de los parámetros de pH, Materia Orgánica, Relación C/N y NPK del compost elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y ganado vacuno.
- El compost elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y ganado vacuno no presentan microorganismos patógenos.
- Los tratamientos de compost elaborados a base de dos tipos de estiércol de cuy y ganado vacuno producen un buen rendimiento de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*

## VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN

### Variable dependiente

- El rendimiento (Biomasa, Altura y numero de hojas) de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*

### Variable Independiente

- Tipos de Compost a base de residuos sólidos orgánicos municipales y estiércol de cuy y ganado vacuno.

## CAPITULO I

### MARCO TEÓRICO CONCEPTUAL

#### 1.1 Antecedentes.

##### a) Internacionales

**Russell & Wild (2002)** en su investigación “Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas” hace hincapié en los efectos cuantitativos del suelo y el clima sobre el crecimiento de los cultivos agrícolas, pero la mayoría del análisis es suficientemente general para poder aplicarlo a las especies forestales y la vegetación natural. Los autores han tenido también en cuenta la preocupación presente por la contaminación por metales pesados y nitratos.

**Cooperband et al. (2003)** en su estudio “Relación de las medidas de Estabilidad y Madurez del compost con el crecimiento de las plantas” se realizó la evaluación de la madurez de cuatro diferentes tipos de compost a base de aserrín. Aserrín con desechos de fábrica de conservas (CW), estiércol de pato (DM), estiércol de vacas lecheras (HM) y desechos de papa (PC) durante aproximadamente un año. y se obtuvo que todas las composteras mantuvieron altas tasas de respiración, las concentraciones de N-amonio disminuyeron dentro de los primeros 60 días, mientras que las concentraciones de N-NO<sub>3</sub> no aumentaron hasta más de 200 días. Después de más de 250 días, las compostas DM y PC produjeron significativamente más biomasa de raigrás que las compostas CW o HM. El C total, la respiración microbiana y el NO<sub>3</sub>-N extraíble con agua fueron buenos predictores de la estabilidad/madurez del compost, o la resistencia del compost al cambio, mientras que el carbono orgánico disuelto, la relación C: N y la CE no lo fueron.

**Soto & Meléndez (2004)** en su investigación denominando “Como medir la calidad de los abonos orgánicos” sostiene que las más adecuadas variaciones según las condiciones de cada productor, pero una estandarización de metodologías es valiosa para la

comparabilidad de los abonos. Tanto los productores orgánicos como los convencionales han observado las ventajas de la utilización de abonos orgánicos en sus suelos y cultivos.

**Barrena R. (2006)** en su investigación “Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso” realizó una revisión bibliográfica sobre el uso de técnicas respirométricas en el proceso de compostaje ha puesto de manifiesto que la diversidad de métodos encontrados, las diferentes formas de expresar los resultados obtenidos, y las diferentes interpretaciones de los que es biológicamente estable, puede generar la estabilidad de un material final, y se observa dos puntos clave. Las condiciones de ensayo, especialmente la temperatura y la forma de expresión del índice, como la velocidad de consumo o como acumulado de oxígeno.

**Rojas & Zeledón (2007)** en su investigación Efecto de diferentes Residuos de Origen Vegetal y Animal en algunas características Física, Química y Biológica del Compost. Hacienda Las Mercedes, Managua que “todos sus tratamientos obtuvieron en porcentaje de humedad y la higienización del abono se logró a través de que la temperatura alcanzara entre 45° C y 50° C por un tiempo prolongado, lo que según el autor asegura la eliminación de las semillas de malas hierbas y las esporas fitopatógenas (Rojas & Zeledón, 2005). Además de ello sostuvo que todas las mezclas no presentaron sustancias fitotóxicas y además obtuvo una germinación entre 91 y 97 por ciento” (Rojas & Zeledón, 2005).

**Bueno & Diaz (2010)** en su investigación “Factores que afectan al proceso de Compostaje” encontró que las variables que afectan a los sistemas de compostaje pueden ser clasificados en dos tipos de parámetros. Parámetros de seguimiento como la temperatura, humedad, pH, aireación y espacio de aire libre. Y los parámetros relativos

como la naturaleza del sustrato, tamaño de partícula, relaciones C/N y C/P, nutrientes, Materia Orgánica (MO) y conductividad eléctrica. Y además en el sistema de compostaje los valores o intervalos óptimos están influenciados por las condiciones ambientales, el tipo de residuos y el sistema de compostaje elegido.

**Pérez Y. (2010)** en su estudio “Aislamiento e identificación de hongos en compost elaborado a partir de residuos sólidos urbanos” tuvo como objetivo determinar las especies fúngicas presentes durante el proceso de compostaje. Los sustratos utilizados fueron hierba de jardín, papel y cartón, hojas de yagruma, desechos orgánicos, frutos, vegetales, y restos de comida, los que fueron colocados en un reactor de compostaje de 91 L. como resultado lograron aislar según caracteres morfológicos y culturales utilizando claves taxonómicas de identificación. Entre las cuales, las más relevantes fueron *Alternaria alternata*, *Trichoderma harzianum*, *T. longibrachiatum* y *Ulocladium atrum*

**López W. (2010)** en su estudio del uso de residuos industriales no peligrosos a través del proceso de compostaje y su aplicación para el cultivo de maíz y frijol, determinó que la adición de composta, incluso con una sola aplicación al suelo, tuvo un efecto positivo en éste, mejorando el % de Materia orgánica, contenido de N, P y sales solubles. Se prevé que futuras aplicaciones mejoren las propiedades físicas, químicas y biológicas dando mayor fertilidad al suelo.

**Rodríguez et al (2014)** en su estudio “Efecto de dos abonos orgánicos (compost y biol) sobre el desarrollo morfológico de *Beta vulgaris L. Var. cicla* bajo condiciones de invernadero” en el cual los tratamientos fueron combinaciones de compost y biol. Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con tres tratamientos y tres réplicas evaluándose los parámetros: altura de planta, número de hojas, diámetro del tallo y área foliar, además del contenido de materia seca, ceniza, grasa y fibra en follaje, para

determinar el rendimiento agrícola. Los resultados demostraron los efectos beneficiosos del compost en el suelo para los indicadores analizados, sin embargo, en algunos parámetros tales como: dinámica de crecimiento, número de hojas, área foliar, por ciento de materia seca en raíces, así como en los contenidos de grasa, fibra y ceniza no se encontraron diferencias significativas en comparación con el empleo del biol.

**Guato C. (2015)** En su investigación “Evaluación del Efecto del Compost Generado en la Empresa Publica Mancomunada de Aseo Integral Patatepelileo “Emmait-Ep” en La Producción Limpia, en el Rendimiento de dos variedades de Lechuga (*Lactuca sativa*)” concluye que al realizar las aplicaciones de compost en el cultivo de lechuga (*Lactuca sativa*), determinó que la dosis de compost más adecuada para mejorar el rendimiento fue la dosis D1 (17 kg/m<sup>2</sup> de compost); la misma que produce el peso de 1,14 kg a diferencia de la dosis D3 (25,44 kg/ m<sup>2</sup> de compost) que a pesar de ser la dosis más alta de compost, produjo el menor peso del repollo con promedio de 0,99 kg.

**Méndez C. (2018)** en su investigación “La inocuidad de lixiviados de biofertilizantes factor de calidad para uso en agricultura orgánica” La investigación realizada tuvo como objetivo la evaluación microbiológica de los lixiviados provenientes de un biofertilizante tipo “bokashi” con alginatos para identificar indicadores de inocuidad como factores de la calidad de este. Se realizaron análisis microbiológicos a muestras del lixiviado, resultando ausencia en el indicador Salmonella y para los indicadores coliformes fecales y totales el resultado fue por debajo del límite máximo permitido según la norma de referencia NOM-004-SEMARNAT-2002 para biosólidos que es la Norma Mexicana que más se apega al tipo de estudio realizado.

## **b) Nacionales**

**Cabrera & Rossi (2016)** en su investigación “Propuesta para la elaboración de compost a partir de los residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes

públicas del distrito de Miraflores” tuvo como objetivo desarrollar una propuesta a escala piloto la elaboración de compost a base de residuos vegetales provenientes del mantenimiento de las áreas verdes del distrito de Miraflores. Esta propuesta contemplo desde la caracterización y pre tratamiento de los residuos, la comparación de cuatro distintas formulaciones para su tratamiento, el monitoreo y registro de parámetros durante el proceso de compostaje, el análisis cualitativo del compost final y su comparación con normativa internacional, la evaluación de la fitotoxicidad del compost en semillas de rabanito (*Crimson Giant*) mediante la adaptación de la prueba Zucconi, la propuesta de distribución de una planta de compostaje acorde al requerimiento de compost del distrito y finalmente, la evaluación de rentabilidad de la propuesta de gestión. Los resultados obtenidos demostraron que el compost obtenido podría ser tipificado en la clase B según la norma chilena (NCh2880.Of2004). Se demostró la viabilidad económica y técnica de la producción n de compost, evitando enviar 230 Mg mensuales de residuos al relleno sanitario permitiendo ahorrar en valor presente S/. 5,106.22 Nuevos Soles al implementar la presente propuesta de gestión.

**Rafael A. (2015)** en su investigación “proceso de producción y aplicación del producto microorganismos eficaces en la calidad de compost a partir de la mezcla de tres tipos de residuos orgánicos” determino que el proceso de producción y aplicación del producto “Microorganismos Eficaces” influye en la calidad del compost aumentándola con un proceso mecanizado y una dosificación máxima (10% de EM). De la evaluación con las normativas se obtuvo que el 1° y 2° lugar fueron para el compost de proceso mecanizado con máxima y mínima dosificación respectivamente sientto ambos de calidad “A” u optima, apto para el uso agrícola.

**Coila B. (2017)** en su investigación “Efecto del estiércol de lombriz y ovino en la producción de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* (*Beta vulgaris* l.) en invernadero -

Puno” determino el rendimiento del cultivo de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* , la dosis de 10 t/ha de estiércol de lombriz tuvo mejor efecto sobre el rendimiento de hojas, con 18 510.00 kg/ha en la primera cosecha, y con 17 088.89 kg/ha en la segunda cosecha. mientras que con estiércol de ovino la dosis de 10 t/ha tuvo mejor efecto sobre el rendimiento de hojas, con 17 810.00 kg/ha en la primera cosecha, y con 14 611.11 kg/ha en la segunda cosecha.

**Gómez E. (2018)** En su “estudio comparativo de la composición química elemental de compost a base de tres tipos de estiércol” encontró que la composición química elemental del compost casero a base de estiércol de cuy, con carbono (7,21%), el nitrógeno (0,54%) y la relación carbono nitrógeno (13) resultó ser adecuado, mientras que el pH (8,51), estuvo ligeramente por encima de lo normal, y la concentración de fósforo (627,7 ppm) por debajo de la norma. Y en la composición química elemental del compost casero a base de estiércol de alpaca, se encontró que un pH (7,95), humedad (33,52%), el contenido de carbono (5,09%) y nitrógeno (0,3%) están en el rango normal, mientras que la relación carbono nitrógeno (17) resultando ser superior a la norma, y la concentración de fósforo (461,74 ppm) inferior a los límites establecidos. Y por último en la composición química elemental del compost casero a base de gallinaza, se obtuvo un pH (8,26), el contenido de carbono (6,76%) el contenido de nitrógeno (0,49%), la relación carbono nitrógeno (14) resulten ser ideales, mientras que la humedad (17,96%) y la concentración de fósforo (888,11 ppm) fueron inferiores a la norma.

**Doza Ch. (2019)** , En su estudio “Dosis de estiércol de vacuno compostado con microorganismos eficaces y su efecto en las características agronómicas y rendimiento de forraje de amasisa (*Erythrina sp.*), determino que la dosis de estiércol de vacuno compostaje con microorganismos eficaces (EM) influyó positivamente sobre las características agronómicas del forraje Amasisa (*Erythrina sp.*). De igual manera el

penúltimo y último lugar fue para los compost con proceso mecanizado sin dosificación (0% de EM) y el de proceso tradicional sin dosificación (0% de EM) resultando de Calidad “B” y con aptitudes para parques y jardines” (Doza, 2019).

**Bohórquez W. (2019)** en su investigación “El proceso de compostaje” sostiene que el aumento de los procesos erosivos, la salinidad, la compactación y la disminución del contenido de la materia orgánica de los suelos agrícolas, amenazan seriamente la producción tradicional de alimentos, fibras y materias primas de origen vegetal obtenidas de manera tradicional. Esto traerá graves consecuencias económicas, ambientales y sociales, que afectarán directamente a los habitantes rurales, para quienes la agricultura y la ganadería constituyen la actividad económica y social más importante. Dichas consecuencias generarán aumento en los niveles de la pobreza y propiciarán un espacio ideal para el resquebrajamiento del tejido social. Adicionalmente, los habitantes de bajos recursos económicos que habitan en las ciudades también se verían afectados, debido al aumento considerable de los precios de los alimentos (frutas, verduras, granos y cereales). Lo anterior conllevaría la disminución de la participación del sector agropecuario en la economía general de la nación.

### c) Locales

**Cumpa E. (2016)** En su investigación “Respuesta del Cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa L.*), se uso abonos orgánicos en el Sector la Balsa, Santa Ana – La Convención – Cusco” indica que se utilizó 200 Kg./ha de cada abono en la cual se aplicó en una sola oportunidad, obteniéndose como resultado en número de hojas con el compost 14,73t/ha y una altura de 5,27 cm donde afirma que estos abonos orgánicos si influyen sobre el número de hojas en la planta de lechuga. También menciona que el tratamiento T1 (guano de isla) presento la mayor altura de planta, seguido por el tratamiento T2 (humus de lombriz), así mismo se evaluó el número de hojas por planta, determinándose que el

tratamiento T1 registro el mayor número y por consiguiente dicho tratamiento también registro el mayor rendimiento de plantas de lechuga de 19.94 Tn/ha, seguido por el tratamiento T2 (humus de lombriz) con 17.62 Tn/ha.

**Apaza & Astete (2017)** en su evaluación de la efectividad de biol obtenido por fermentación de microorganismos eficaces en residuos orgánicos provenientes de la actividad agropecuaria. El rendimiento (altura y biomasa/individuo) de los bioles de vacuno y cuy en plántulas de condición foliar (*Spinacea oleracea* Var. Virofly y *Lactuca sativa* Var. Cuatro estaciones) determinándose que los cultivos presentaron mejores resultados a una dilución del biol al 1%. El tratamiento D (15%EM) para biol de vacuno obtuvo 52.4cm de altura y 81.23 gr/cm<sup>2</sup> de biomasa en el cultivo *Spinacea oleracea* y 34.1 cm de altura y 83.47 gr/cm<sup>2</sup> de biomasa en el cultivo de *Lactuca sativa*. El tratamiento H (15%EM) para el biol de cuy obtuvo 53.9 cm de altura y 84.23 gr/cm<sup>2</sup> de biomasa en cultivo de *Spinacea oleracea* y 36.6 cm de altura y 85.99 gr/cm<sup>2</sup> de biomasa en el cultivo de *Lactucas sativa*. De acuerdo a esta evaluación se concluyó que el biol de cuy es mejor que el biol de ganado vacuno vacuno.

**Castro & Arce (2019)** en su investigación “Producción de compost con aplicación de lixiviados y efecto en el rendimiento del cultivo de *lactuca sativa* l Variedad *waldmans green*” “el compost que muestra mayores concentraciones porcentuales de Nitrógeno, Fosforo y Potasio en C3 (compost alimentado con lixiviados al 100% de concentración), con Nitrógeno total de 1.92%, Fosforo total con 0.94%, Potasio total con 0.59%, y menor en los que no tuvieron tratamiento con lixiviados puesto que a mayor concentración de lixiviados hay mayores concentraciones porcentuales de N, P y K. y el rendimiento de *Lactuca sativa*, de la biomasa fresca fue mayor en T3 (parcelas abonadas con compost alimentadas con lixiviado al 100% de concentración) con 364.2gr/unidad”.

## **1.2 Bases Teóricas**

### **1.2.1 Residuos Sólidos**

Los residuos sólidos es cualquier objeto, material, sustancia o elemento resultante del consumo o uso de un bien o servicio, del cual su poseedor se desprenda o tenga la intención u obligación de desprenderse, para ser manejados priorizando la valorización de los residuos y en último caso, su disposición final. (INACAL, 2019)

Los residuos sólidos incluyen todo residuo o desecho en fase sólida o semisólida. También se considera residuos aquellos que siendo líquido o gas se encuentran contenidos en recipientes o depósitos que van a ser desechados, así como los líquidos o gases, que por sus características fisicoquímicas no puedan ser ingresados en los sistemas de tratamiento de emisiones y efluentes y por ello no pueden ser vertidos al ambiente. En estos casos los gases o líquidos deben ser acondicionados de forma segura para su adecuada disposición.(INACAL, 2019)

#### **1.2.1.1 Residuos Sólidos del ámbito gestión municipal**

Los residuos del ámbito de la gestión municipal o residuos municipales, están conformados por los residuos domiciliarios y los provenientes del barrido y limpieza de espacios públicos, incluyendo las playas, actividades comerciales y otras actividades urbanas no domiciliarias cuyos residuos se pueden asimilar a los servicios de limpieza pública, en todo el ámbito de su jurisdicción.(D.L. N° 1278, 2016)

Según la N.T.P. 900.058. 2019 se tiene un código de colores de ámbito municipal que permite la clasificación de los residuos sólidos.

**Tabla 1.**

Código de colores para los residuos del ámbito municipal - Norma Técnica Peruana 900.058.2019 (INACAL, 2019)

Residuos de ámbito municipal (INACAL, 2019)		
Tipo de residuo	Color	Ejemplos de residuos
Aprovechables	Verde	Papel y cartón Madera Plástico Empaques compuestos (tetabrik1) Textiles Vidrio Cuero Metales (latas, entre otros)
Orgánicos	Marrón	Restos de alimentos Hojarasca Restos de poda
No aprovechable	Negro	Residuos sanitarios (papel higiénico, pañales, paños húmedos, entre otros) Papel encerado, metalizado, Colillas de cigarro Cerámicos
Peligrosos	Rojo	Medicinas vencidas Lámparas y luminarias Empaques de plaguicidas Pilas Otros

### 1.2.1.2 Residuos sólidos del ámbito no municipal

Los residuos del ámbito de gestión no municipal o residuos no municipales, son aquellos de carácter peligroso y no peligroso que se generan en el desarrollo de actividades extractivas, productivas y de servicios. Comprenden los generados en las instalaciones principales y auxiliares de la operación.(D.L. N° 1278, 2016)

Según la N.T.P. 900.058. 2019 se tiene un código de colores de ámbito municipal que permite la clasificación de los residuos sólidos.

**Tabla 2.**

Código de colores del ámbito de gestión no municipal - Norma Técnica Peruana 900.058.2019 (INACAL, 2019)

Residuos de ambiente no Municipal	
Tipo de residuos	Color
Papel y cartón	Azul
Plástico	Blanco
Metales	Amarillo
Orgánicos	Marrón
Vidrio	Plomo
Peligrosos	Rojo
No aprovechables	Negro

### **1.2.1.3 Residuos Orgánicos**

Se refiere a los residuos biodegradables o sujetos a descomposición. Pueden generarse tanto en el ámbito de gestión municipal como en el ámbito de gestión no municipal. (D. S. N° 014-2017-MINAM, 2017)

### **1.2.2 Valorización de los residuos Sólidos**

La valorización constituye la alternativa de gestión y manejo que debe priorizarse frente a la disposición final de los residuos. Dicha operación consiste en la transformación química y/o biológica de los residuos sólidos, para constituirse, de manera total o parcial, como insumos, materiales o recursos en los diversos procesos; así como en la recuperación de componentes o materiales, establecida en la normativa. La valorización se realiza en infraestructuras adecuadas y autorizadas para tal fin. Las actividades de valorización que se realizan de forma complementaria a las instalaciones industriales, productivas o de servicios, áreas de la concesión o lote de un titular de proyecto cuya actividad principal es la productiva o industrial, no constituyen infraestructuras de valorización. Las operaciones descritas como formas de valorización material, a las que se refiere el artículo 48 de la presente Ley, se encuentran sujetas a lo establecido en su Reglamento.” (D.L. N° 1278, 2016)

### **1.2.2.1 Formas de valorización de residuos sólidos orgánicos**

#### **a) Biogás**

La fracción orgánica bajo digestión anaerobia genera biogás y lixiviados con un riesgo potencialmente alto de contaminación ambiental (MINAM, 2019)

#### **b) Biochar**

Biomasa de origen vegetal procesada por medio de la pirolisis. (MINAM, 2019)

#### **c) Lombricultura**

Tecnología que consiste en la transformación de los desechos orgánicos en humus mediante la cría intensiva de lombriz de tierra.(MINAM, 2019)

#### **d) Compostaje**

Proceso biológico AEROBICO, mediante el cual los microorganismos actúan sobre la materia rápidamente biodegradable (restos de cosecha, excrementos de animales y residuos urbanos), permitiendo obtener compost.(MINAM, 2019)

### **1.2.3 Los Abonos Orgánicos**

Los abonos orgánicos son todos aquellos residuos de origen animal y vegetal de los que las plantas pueden obtener importantes cantidades de nutrientes; los abonos orgánicos son muy variables en sus características físicas y composición química principalmente en el contenido de nutrientes; la aplicación constante de ellos, con el tiempo mejora las características físicas, químicas, biológicas y sanitarias del suelo (Trinidad, 2007)

#### **1.2.3.1 Tipos De Abonos Orgánicos**

Según Peña W. (2014) entre los abonos orgánicos se incluyen:

- Estiércoles
- Compostas

- Vermicompostas (humus de lombriz)
- Restos de las cosechas
- Bioles
- Abonos verdes
- Restos orgánicos industriales
- Sedimentos orgánicos

### **1.2.3.2 Beneficio de usar abonos orgánicos**

Según Félix -Herrán et al., (2008) “La aplicación de materia orgánica humificada aporta nutrientes y funciona como base para la formación de múltiples compuesto que mantienen la actividad microbiana, como son: las sustancias húmicas (ácidos húmicos, fulvicos y huminas)” (Félix -Herrán et al., 2008). Que al incorporarla ejercerá distintas reacciones en el suelo como son:

- a) Mejorar la estructura del suelo, facilitando la formación de agregados estables con lo que mejora la permeabilidad de estos, aumentando la fuerza de cohesión a suelos arenosos y disminuye está en suelos arcillosos (Tisdale y Nelson, 1966; Guerrero, 1996; Bollo, 1999; Tan y Nopamombodi, 1979, Bellapart, 1996).
- b) Mejora la retención de humedad del suelo y la capacidad de retención de agua (Bellapart, 1996; Bollo, 1999; Tisdale y Nelson, 1966; Guerrero, 1996).
- c) Estimula el desarrollo de plantas (Tan y Nopamombodi, 1979; Hartwigsen y Evans, 2000)
- d) Mejora y regula la velocidad de infiltración del agua, disminuyendo la erosión producida por el escurrimiento superficial (Bollo, 1999).
- e) Eleva la capacidad tampón de los suelos (Landeros, 1993; Bollo, 1999).
- f) Su acción quelante contribuye a disminuir los riesgos carenciales y favorece la disponibilidad de algunos micronutrientes (Fe, Cu y Zn) para la planta (Landeros,

1993; Bollo, 1999)

- g) El humus aporta elementos minerales en bajas cantidades, y es una importante fuente de carbono para los microorganismos del suelo (Tisdale y Nelson, 1966; Guerrero, 1996; Bellapart, 1996; Bollo, 1999).

### **1.2.3.3 Estiércol**

Material orgánico empleado para fertilizar la tierra, compuesto generalmente por heces y orina de animales domésticos. Puede presentarse mezclado con material vegetal como paja, heno o material de cama de los animales. Aunque el estiércol es rico en nitrógeno, fósforo y potasio, comparado con los fertilizantes sintéticos sus contenidos son menores y se encuentran en forma orgánica. Puede aplicarse en mayor cantidad para alcanzar las cantidades que necesita el cultivo, pero en general, el nitrógeno es menos estable y está disponible por menos tiempo en el suelo. Es rico en materia orgánica, por lo que aumenta la fertilidad del suelo y mejora su capacidad de absorción y retención de agua. (FAO, 2013)

Por otra parte, la calidad de los estiércoles depende de la especie, del tipo de cama y del manejo que se le da a los estiércoles antes de ser aplicados. El contenido promedio de elementos químicos es de 1,5% de N, 0,7% P y 1,7% K. Los estiércoles mejoran las propiedades biológicas, físicas y químicas de los suelos, particularmente cuando son utilizados en una cantidad promedio de 10 tn/ha al año, y de preferencia de manera diversificada. Para obtener mayores ventajas deben aplicarse después de ser fermentados, y de preferencia cuando el suelo está con la humedad adecuada. (Borrero, 2009)

**Tabla 3.**

Producción diaria de estiércol por cada 100kg. de peso - SEPAR (2004), citado por Cordero (2010) Boletín estiércoles

Producción de estiércol fresco diario	
Origen	Kg. de estiércol fresco/100kg. de peso
Cerdo	4
Bovino	7.7
Cuy	2.5
Equino	7

#### a) Estiércol de Ganado Vacuno

Es una mezcla de materia fecal y alimento rechazado, procedente del tracto digestivo de los animales, contienen residuos no digeridos de alimentos, y factores digestivos como enzimas, jugos gástricos, pancreáticos y células muertas de la mucosa intestinal, bacterias vivas y muertas del colon y productos del desecho del metabolismo. (Toala, 2013)

Este tipo de estiércol se compone de una mezcla de material orgánico digerido y orina, que es utilizada para fertilizar el suelo. Este es un estiércol seco que se puede usar como combustible. De todos los tipos de estiércol, es el más relevante y el más producido en las explotaciones rurales (Acosta et al., 2013)

**Tabla 4.**

Composición media de estiércol de ganado vacuno - Fuente: (Mamani et al., 2012)

Composición media de estiércol de ganado vacuno (porcentaje de materia seca)		
Parámetro	Vacunos	Clasificación
Materia orgánica (%)	45.50	Bajo
Nitrógeno total (%)	2.31	Medio
Fosforo asimilable (P <sub>2</sub> O <sub>4</sub> , PPM)	220	Bajo
Potasio (K <sub>2</sub> O %)	2.76	Bajo
Calcio (CaO %)	4.14	Bajo
Magnesio (MgO %)	4.96	BAJO
Zinc (ppm)	32	Bajo
Cobre (ppm)	6.35	Bajo
pH	7.10	Neutro
Conductividad eléctrica (1:1 dS m <sup>-1</sup> )	2.30	Formal

Otro aspecto que aporta a la idea de sustentabilidad es que los estiércoles no sólo proveen nutrientes, sino que particularmente cuando su uso es prolongado suelen ejercer acciones positivas sobre un Variado conjunto de propiedades edáficas. Fundamentalmente, porque pueden introducir mejoras considerables en el contenido y en la calidad de la materia orgánica. (Sosa Oscar, 2005)

#### **b) Estiércol de Cuy**

El estiércol de cuy es uno de los estiércoles de mejor calidad, junto con el de caballo, por sus propiedades físicas y químicas, por lo que usualmente es usado por los agricultores como abono directo.

Según (Huaman, 2010) la importancia de los estiércoles es: Su uso en el suelo, ayuda a dar resistencia contra plagas y patógenos debido a que se producen nutrientes que mantiene el suelo sano y mejorando su fertilidad y textura.

- Incrementa la retención de la humedad y mejora la actividad biológica.
- No contamina el ambiente y no es toxico.
- Tiene mayor peso por volumen. (Más materia seca).
- Permite el aporte de nutrientes

“Los mejores estiércoles se obtienen de animales alimentados con forrajes verdes que si fueran alimentados con alimentos concentrados debido a que éstos últimos están formulados para ser completamente absorbidos por el animal y su estiércol es pobre en nutrientes para el suelo. Además, es preferible utilizar el estiércol de animales criados bajo sombra debido a que estará menos expuesto al ambiente por lo que será más rico en microorganismos y se evitará la volatización de nutrientes. Los estiércoles de cuy y conejo cumplen estas características.” (Dupuis, 2008)

#### **1.2.4 El compostaje**

El compostaje es un proceso biológico, que ocurre en condiciones aeróbicas (presencia de oxígeno). Con la adecuada humedad y temperatura, se asegura una transformación higiénica de los restos orgánicos en un material homogéneo y asimilable por las plantas. Es el proceso de la producción de un abono orgánico que resulta de la transformación (descomposición) de la mezcla de residuos orgánicos de origen vegetal y animales que han sido descompuestos bajo condiciones controladas, este también se le conoce con el nombre de tierra vegetal o mantillo.(Suasaca Belizario et al., 2009).

El compostaje proporciona la posibilidad de transformar de una manera segura los residuos orgánicos en insumos para la producción agrícola (FAO, 2013). La FAO define como compostaje a la mezcla de materia orgánica en descomposición en condiciones aeróbicas que se emplea para mejorar la estructura del suelo y proporcionar nutrientes (FAO, 2013).

##### **1.2.4.1 Monitoreo del compostaje**

Ya que el compostaje es un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos, se deben tener en cuenta los parámetros que afectan su crecimiento y reproducción. Estos factores incluyen el oxígeno o aireación, la humedad de substrato, temperatura, pH y la relación C:N.(FAO, 2013)

Externamente, el proceso de compostaje dependerá en gran medida de las condiciones ambientales, el método utilizado, las materias primas empleadas, y otros elementos, por lo que algunos parámetros pueden variar. No obstante, éstos deben estar bajo vigilancia constante para que siempre estén siempre dentro de un rango óptimo. A continuación, se señalan los parámetros y sus rangos óptimos.(FAO, 2013)

### **a. Oxigenación o aireación**

El compostaje es un proceso aerobio y se debe mantener una aireación adecuada para permitir la respiración de los microorganismos. Cuando el porcentaje de oxígeno disminuye, los microorganismos aeróbicos son reemplazados por los anaeróbicos. Exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis. Se producen malos olores y acidez por la presencia de compuestos como el ácido acético, ácido sulfhídrico ( $H_2S$ ) o metano ( $CH_4$ ) en exceso. (MINAM, 2019)

La aireación excesiva puede generar enfriamiento de la masa y disminución de la actividad microbiana. (MINAM, 2019)

### **b. Humedad**

Todos los seres vivos, usan el agua como medio de transporte de los nutrientes y elementos energéticos a través de la membrana celular.

El rango óptimo va entre 40 y 70%, si se supera el nivel se corre el riesgo de que el oxígeno no circule. El rango óptimo de humedad para compostaje es del 45% al 60% de agua en peso de material base. Y si la humedad es inferior al 40% puede limitar la actividad microbiológica y si la humedad es inferior a 15% la actividad cesa.

### **c. Temperatura**

La temperatura tiene un amplio rango de Variación en función de la fase del proceso. El compostaje inicia a temperatura ambiente y puede subir hasta los  $65^{\circ}C$  sin necesidad de ninguna actividad antrópica (calentamiento externo), para llegar nuevamente durante la fase de maduración a una temperatura ambiente. Es deseable que la temperatura no decaiga demasiado rápido, ya que, a mayor temperatura y tiempo, mayor es la velocidad de descomposición y mayor higienización. (MINAM, 2019)

Como consecuencia de las elevadas temperaturas alcanzadas durante la fase termofílica, se destruyen las bacterias patógenas y parásitos presentes en los residuos de partida. En esta fase se da la higienización del material. En las fases siguientes podría ocurrir una re-contaminación del material debido a Varios factores, como, por ejemplo, la utilización de utensilios contaminados con material fresco, como una pala para el volteo, o añadiendo material fresco después de la fase termófila.(FAO, 2013)

**Tabla 5.**

Temperatura necesaria para la eliminación de algunos patógenos - Fuente: (FAO, 2013) que citó a Jones and Martin, 2003

Microorganismo	Temperatura	Tiempo de exposición
Salmonella spp	55 °C	1 hora
	65 °C	15 -20 minutos
Escherichia coli	55 °C	1 hora
	65 °C	15 -20 minutos
Brucella abortus	55 °C	1 hora
	62 °C	3 minutos
Parvovirus bovino	55 °C	1 hora
Huevos de Ascaris lumbricoides	55 °C	3 días

**d. pH**

El pH del compostaje depende de los materiales de origen y Varía en cada fase del proceso (desde 4.5 a 8.5). En los primeros estadios del proceso, el pH se acidifica por la formación de ácidos orgánicos. En la fase termófila, debido a la conversión del amonio en amoníaco, el pH sube y se alcaliniza el medio, para finalmente estabilizarse en valores cercanos al neutro. (FAO, 2013)

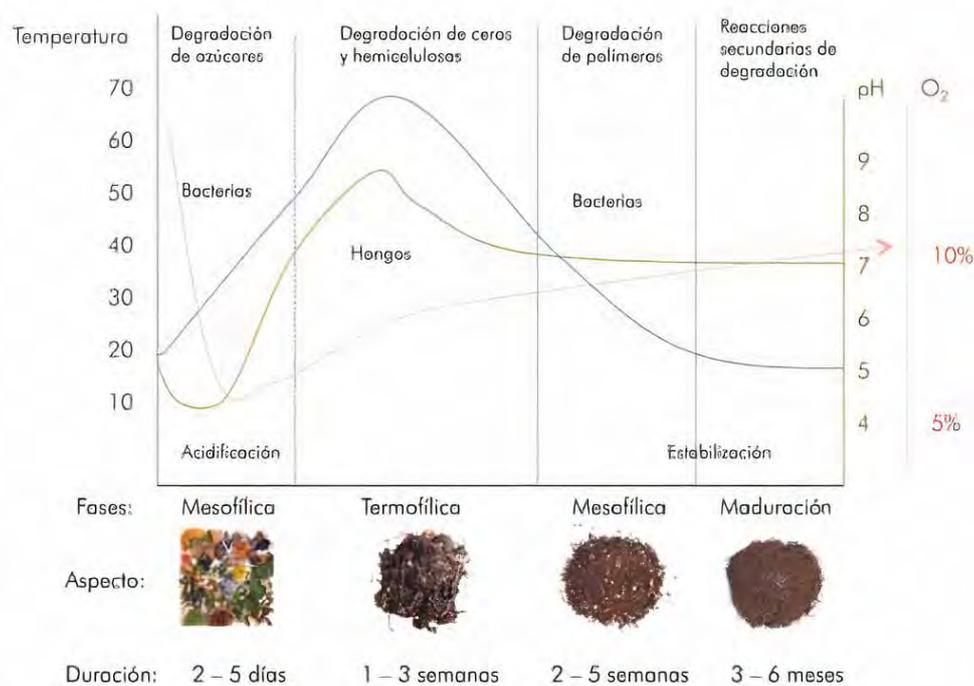
El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6,0-7,5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5,5-8,0. El rango ideal es de 5,8 a 7,2. (FAO, 2013)

### e. Relación Carbono-Nitrógeno (C:N)

La relación C:N Varía en función del material de partida y se obtiene la relación numérica al dividir el contenido de C (%C total) sobre el contenido de N total (%N total) de los materiales a compostar. Esta relación también Varía a lo largo del proceso, siendo una reducción continua, desde 35:1 a 15:1. (FAO, 2013)

**Figura 1.**

Temperatura, oxígeno y pH en el proceso de compostaje - Fuente: Manual de Compostaje – (FAO, 2013)



**Tabla 6.**

Parámetros a tomar en el proceso de compostaje - Fuente: Manual de Compostaje – (FAO, 2013)

Parametro	Rango ideal al comienzo (2-5 días)	Rango ideal para compost en fase termofílica II (2 – 5 semanas)	Rango Ideal de compost maduro (3-6 meses)
C:N	25:1 – 35:1	15/20	10:1- 15:1
Humedad	50% - 60%	45% - 55%	30% - 40%
Tamaño de partícula	< 25 cm	~ 15 cm	< 1,6 cm
pH	6,5 – 8,0	6,0 – 8,5	6,5 – 8,5
Temperatura	45 – 60°C	45°C – T° ambiente	T° ambiente
Materia orgánica (base seca)	50% - 70%	>20%	>20%
Nitrogeno Total	2,5 – 3%	1- 2%	~ 1%

## f. Tamaño de partícula

La actividad microbiana está relacionada con el tamaño de la partícula, esto es, con la facilidad de acceso al sustrato. Si las partículas son pequeñas, hay una mayor superficie específica, lo cual facilita el acceso al sustrato. El tamaño ideal de los materiales para comenzar el compostaje es de 5 a 20 cm. (Álvarez de la Puente, 2010)

La densidad del material, y por lo tanto la aireación de la pila o la retención de humedad, están estrechamente relacionados con el tamaño de la partícula, siendo la densidad aproximadamente 150 -250 kg/m<sup>3</sup>, conforme avanza el proceso de compostaje, el tamaño disminuye y por tanto, la densidad aumenta, 600-700 kg/m<sup>3</sup>.(Álvarez de la Puente, 2010)

**Tabla 7.**

Control del tamaño de partícula - Fuente: Manual de Compostaje – (FAO, 2013)

Tamaño de las partículas (cm)		Problema
Mayor a 30 cm	Exceso de aireación	Los materiales de gran tamaño crean canales de aireación que hacen bajar la temperatura y desaceleran el proceso.
Menos a 5 cm	Compactación	Las partículas demasiado finas crean poros pequeños que se llenan de agua, facilitando la compactación del material y un flujo restringido del aire, produciéndose anaerobiosis.

### 1.2.4.2 Sistemas de compostaje

Dependiendo del clima del lugar en que se realice el proceso, del tipo de material que estemos tratando, de la disponibilidad de terreno o de la necesidad de abreviar el proceso, se manejan unos u otros sistemas. Los sistemas abiertos comportan un menor coste y tienen un manejo e instalación más sencillo, mientras que los sistemas cerrados conllevan

una infraestructura más complicada y costosa, al tener que realizar una instalación cerrada y emplear una maquinaria quizá más compleja. (Andalucía Luz, 2000)

## **a. Sistemas abiertos**

### **a.1 Pilas estáticas.**

La tecnología para el compostaje en pilas es relativamente simple, y es el sistema más económico y el más utilizado. Los materiales se amontonan sobre el suelo o pavimento, sin comprimirlos en exceso, siendo muy importante la forma y medida de la pila.(Andalucía Luz, 2000)

#### **- Pilas estáticas con aireación pasiva.**

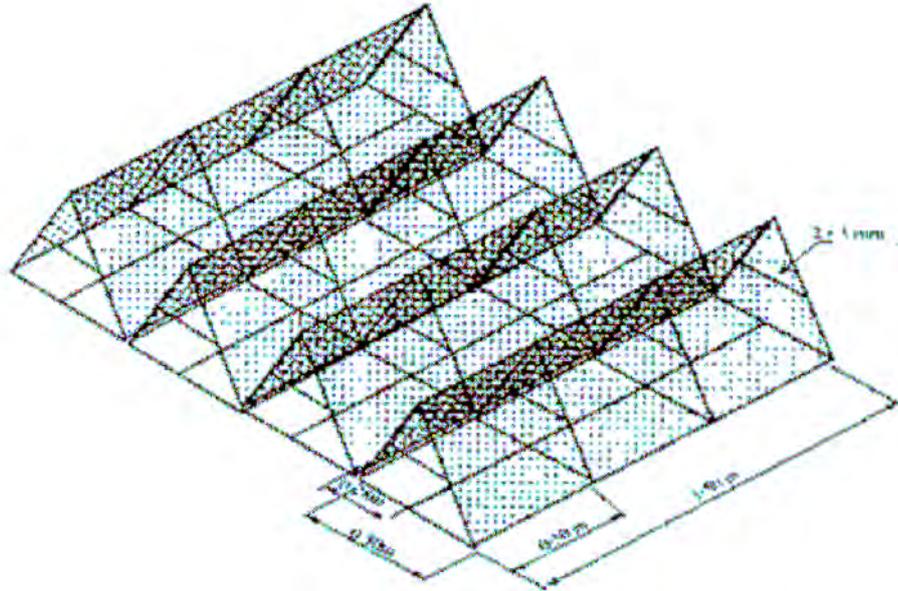
Se considera que este sistema es muy apropiado realizando un análisis coste/eficacia de dicho sistema comparado con otros como aireación forzada o pilas con volteo. Para favorecer la ventilación natural de la pila, se emplean estructuras como la que se puede observar en la figura que permiten un mejor flujo de la masa de aire desde la parte inferior hacia la zona superior de la pila. Las pilas son ventiladas por convección natural. El aire caliente que sube desde el centro de la pila crea un vacío parcial que aspira el aire de los lados. La forma y tamaño óptimo de la pila depende del tamaño de partícula, contenido de humedad, porosidad y nivel de descomposición, todo lo cual afecta el movimiento del aire hacia el centro de la pila.(Andalucía Luz, 2000)

El compostaje en pilas simples es un proceso muy versátil y con escasas complicaciones. Se ha usado con éxito para compostar estiércol, restos de poda, fangos y residuos sólidos urbanos. El proceso logra buenos resultados de una amplia variedad de residuos orgánicos y funciona satisfactoriamente mientras se mantienen las condiciones aerobias y el contenido de humedad. Las operaciones de compostaje pueden continuar durante el invierno, pero se

ralentizan como resultado del frío.(Andalucia Luz, 2000)

**Figura 2.**

Forma de pilas estáticas con aireación.



**Figura 3.**

Detalle de pilas estáticas con aireación pasiva.



- **Pilas estáticas con aireación forzada**

Estos sistemas permiten tener un mayor control de la concentración de oxígeno y mantenerla en un intervalo apropiado (15-20 %) para favorecer la actividad metabólica de los microorganismos aerobios que desarrollan el proceso. El

aporte de oxígeno se realiza por Varias vías, succión o insuflado así como las Variantes que incluyen a los dos tipos. El aporte de oxígeno puede realizarse de forma continua, a intervalos o ligados a un termostato que, llegada una determinada temperatura (aprox. 60°C) acciona el mecanismo de inyección de aire hasta que la temperatura desciende hasta el valor deseado. Una vez que se constituye la pila, no se toca, en general, hasta que la etapa activa de compostaje sea completa.(Andalucia Luz, 2000)

**Figura 4.**

Detalle de pilas estáticas con aireación activa



**a.2 Pilas con volteo.**

Es uno de los sistemas más sencillos y más económicos. Esta técnica de compostaje se caracteriza por el hecho de que la pila se remueve periódicamente para homogeneizar la mezcla y su temperatura, a fin de eliminar el excesivo calor, controlar la humedad y aumentar la porosidad de la pila para mejorar la ventilación. Después de cada volteo, la temperatura desciende del orden de 5 o 10 °C, subiendo de nuevo en caso que el proceso

no haya terminado.(Andalucia Luz, 2000)

La frecuencia del volteo depende del tipo de material, de la humedad y de la rapidez con que deseamos realizar el proceso, siendo habitual realizar un volteo cada 6 - 10 días. Normalmente se realizan controles automáticos de temperatura, humedad y oxígeno para determinar el momento óptimo para efectuar el volteo. Es muy usual que los volteos se lleven a cabo con una simple pala cargadora, recogiendo y soltando del material para posteriormente reconstruir la pila, tal y como se muestra en la figura. Sin embargo, para materializar esta técnica de compostaje, existe maquinaria específicamente diseñada para conseguir un mezclado del compost de máxima eficiencia.(Andalucia Luz, 2000)

**Figura 5.**

Pala cargadora volteando pila de compost



En las pilas estáticas, ya sea con volteos o sin ellos cobra gran importancia el tamaño de las pilas, por un lado, para permitir una correcta aireación y por otro para que no haya excesivas pérdidas de calor.

**b. Sistemas cerrados**

Estos sistemas permiten un mejor control de los distintos parámetros del proceso en la mayor parte de los casos, así como un menor tiempo de residencia y la posibilidad de realizar un proceso continuo. Se caracterizan por llevar a cabo la el compostaje en

reactores cerrados, siendo el principal inconveniente que generan el elevado coste de inversión de las instalaciones.(Andalucía Luz, 2000)

Su principal división se da entre reactores de flujo horizontal y vertical. Los reactores de flujo vertical suelen tener alturas superiores a los 4 m. Y pueden ser continuos o discontinuos. Los reactores discontinuos contienen, a diferentes alturas pilas de 2-3 m con un sistema de aireación forzada o volteo hacia pisos inferiores. Su principal inconveniente es el elevado coste de construcción, no obstante aunque la inversión inicial es más elevada que en el sistema de pilas estáticas, tiene una baja relación coste por unidad de volumen de trabajo.(Andalucía Luz, 2000)

Los reactores de flujo horizontal se dividen entre aquellos que poseen un depósito rotatorio, los que poseen un depósito de geometría Variable con un dispositivo de agitación o los que no poseen un sistema de agitación y permanecen estáticos.(Andalucía Luz, 2000)

#### **1.2.4.3 Fases del Proceso de Compostaje**

Al descomponer el C, el N y toda la materia orgánica inicial, los microorganismos desprenden calor medible a través de las variaciones de temperatura a lo largo del tiempo. Según la FAO (2013) “la temperatura generada durante el proceso, se reconocen tres etapas principales en un compostaje, además de una etapa de maduración de duración variable (FAO, 2013). Las diferentes fases del compostaje se dividen según la temperatura”, en: (FAO, 2013)

- a. Fase Mesófila.** El material de partida comienza el proceso de compostaje a temperatura ambiente y en pocos días (e incluso en horas), la temperatura aumenta hasta los 45°C (FAO, 2013). Este aumento de temperatura es debido a actividad microbiana, ya que en esta fase los microorganismos utilizan las fuentes sencillas de C y N generando calor (FAO, 2013). La descomposición de compuestos

solubles, como azúcares, produce ácidos orgánicos y, por tanto, el pH puede bajar (hasta cerca de 4.0 o 4.5). Esta fase dura pocos días (entre dos y ocho días) (FAO, 2013)

**b. Fase Termófila o de Higienización.** Cuando el material alcanza temperaturas mayores que los 45°C, los microorganismos que se desarrollan a temperaturas medias (microorganismos mesófilos) son reemplazados por aquellos que crecen a mayores temperaturas, en su mayoría bacterias (bacterias termófilas), que actúan facilitando la degradación de fuentes más complejas de C, como la celulosa y la lignina (FAO, 2013). Estos microorganismos actúan transformando el nitrógeno en amoníaco por lo que el pH del medio sube. En especial, a partir de los 60 °C aparecen las bacterias que producen esporas y actinobacterias, que son las encargadas de descomponer las ceras, hemicelulosas y otros compuestos de C complejos. Esta fase puede durar desde unos días hasta meses, según el material de partida, las condiciones climáticas y del lugar, y otros factores.(FAO, 2013).

Esta fase también recibe el nombre de fase de higienización ya que el calor generado destruye bacterias y contaminantes de origen fecal como *Escherichia coli* y *Salmonella spp.* Igualmente, como se verá en el capítulo 3.4, esta fase es importante pues las temperaturas por encima de los 55°C eliminan los quistes y huevos de helminto, esporas de hongos fitopatógenos y semillas de malezas que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado.(FAO, 2013)

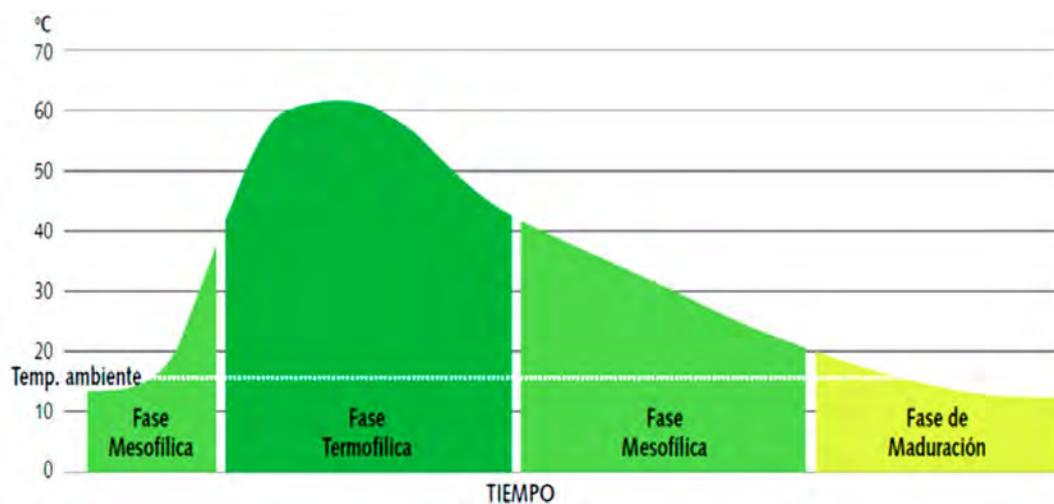
**c. Fase de Enfriamiento o Mesófila II.** Agotadas las fuentes de carbono y, en especial el nitrógeno en el material en compostaje, la temperatura desciende nuevamente hasta los 40-45°C (FAO, 2013). Durante esta fase, continúa la degradación de polímeros como la celulosa, y aparecen algunos hongos visibles a

simple vista (Figura 4). Al bajar de 40 °C, los organismos mesófilos reinician su actividad y el pH del medio desciende levemente, aunque en general el pH se mantiene ligeramente alcalino. Esta fase de enfriamiento requiere de Varias semanas y puede confundirse con la fase de maduración.(FAO, 2013)

- d. Fase de Maduración.** Es un período que demora meses a temperatura ambiente, durante los cuales se producen reacciones secundarias de condensación y polimerización de compuestos carbonados para la formación de ácidos húmicos, fúlvicos y huminas.(FAO, 2013)

**Figura 6.**

Fases del Proceso de Compostaje - Fuente: Manual de Compostaje – (FAO, 2013)



### 1.2.5 Fertilización del suelo con Compost

El compost contiene nutrientes que sirven como fertilizantes para las plantas, aunque en forma orgánica y en menor proporción que los fertilizantes minerales de síntesis (FAO, 2013). Una de las mayores ventajas del uso de compost como aporte de materia orgánica es que en él se encuentran presentes nutrientes tanto disponibles como de lenta liberación, útiles para la nutrición de las plantas (FAO, 2013). Por otra parte, el compost presenta un alto contenido de materia orgánica con las ventajas que ello conlleva (FAO, 2013). Se

recomienda, antes de hacer aplicaciones tanto de compost o materia orgánica, como de fertilizantes minerales, realizar un análisis de suelo para controlar los niveles de nutrientes y ajustar la fertilización en función de la liberación que se produzca y de las necesidades del cultivo (FAO, 2013). Los nutrientes necesarios para el crecimiento de la planta provienen del aire, del agua y del suelo, siendo la solución del suelo el medio de transporte de los nutrientes. (Álvarez de la Puente, 2010)

Los nutrientes en el suelo, se dividen en macro- y micro- nutrientes, en función de las cantidades que la planta necesite (FAO, 2013). Los macronutrientes primarios son Nitrógeno, Fósforo y Potasio, y los secundarios son Magnesio, Azufre y Calcio (Figura 8). Los micronutrientes son requeridos en cantidades muy pequeñas, pero generalmente son importantes para el metabolismo vegetal y animal (FAO, 2013). Estos son el hierro, el zinc, el manganeso, el boro, el cobre, el molibdeno y el cloro. (Álvarez de la Puente, 2010)

El Nitrógeno, N (1%-4% del extracto seco de la planta) es el motor del crecimiento de la planta ya que está involucrado en todos los procesos principales de desarrollo de las plantas (FAO, 2013). Un buen aporte de nitrógeno para la planta es importante también por la absorción de los otros nutrientes. (Alvarez de la Puente, 2010)

El Fósforo, P (0,1% - 0,4% del extracto seco de la planta) juega un papel importante en la transferencia de energía, por lo que es esencial en la eficiencia de la fotosíntesis (FAO, 2013). El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o dónde el pH limita su disponibilidad, favoreciendo la fijación. (Alvarez de la Puente, 2010)

El Potasio, K (1%-4% del extracto seco de la planta) juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas, y por ende en la estructura de la planta. El potasio mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad (FAO, 2013). Las plantas bien provistas con K sufren menos de enfermedades. (Alvarez de la

Puente, 2010)

## **1.2.6 Generalidades del Cultivo de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant***

### **1.2.6.1 Origen**

Según Valadez (2002) “El primer reporte que se tiene de la acelga está ubicada en la región del Mediterráneo y en las Islas Canarias, y Aristóteles hace mención de la *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* en el siglo IV a.C. La *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* ha sido considerada como alimento básico de la nutrición humana durante mucho tiempo y su introducción en América Latina tuvo lugar en el año de 1806”. (Valadez 2002)

### **1.2.6.2 Ubicación Taxonómica**

Según el sistema de clasificación propuesto por Adolfo Engler, *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* pertenece a la siguiente ubicación taxonómica (Solano 2010)

- Reino : Vegetal.

- Sub - reino : Phanerogamae.

- División : Angiospermae

- Clase : Dicotyleneae

- Orden : Quenopodias

- Familia : Quenopodiaceae

- Género : Beta

- Especie : *Beta vulgaris* L.

- Nombre vulgar: Acelga

### **1.2.6.3 Descripción Botánica**

La *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* para Toledo (2000) “es una especie bianual cuyas hojas son parte comestible, tiene el peciolo largo de color crema o blanco que Varía según la Variedad tiene una prolongación de limbo foliar Durante la etapa de floración llega a

los 80-100 cm” (Toledo, 2000). de altura, la inflorescencia es umbela, con un centenar de flores cada una. (Toledo, 2000)

#### **a) Raíz**

La raíz de la *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* tiene una raíz bastante profunda y fibrosa. (Suca, 2001)

#### **b) Hoja**

Las hojas de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* es la parte comestible de forma oval tirando hacia acorazonada; tiene un pecíolo o penca ancha y larga, que se prolonga en el limbo; el color Varía, según Variedades, entre verde oscuro fuerte y verde claro (Sánchez, 2004) . Los pecíolos pueden ser de color crema o blancos. (Sánchez, 2004)

#### **c) Flores**

La floración necesita pasar por un período de temperaturas bajas. El vástago floral alcanza una altura promedio de 80-100cm (Sánchez, 2004). La inflorescencia está compuesta por una larga panícula y las flores son sésiles y hermafroditas pudiendo aparecer solas o en grupos de dos o tres (Sánchez, 2004). El cáliz es de color verdoso y está compuesto por 5 sépalos y 5 pétalos. (Sánchez, 2004)

#### **d) Pecíolo**

Llamado también “penca”, es ancho y largo, que se prolonga en el limbo y presenta diferentes colores blanco, amarillo, rojo, según el cultivo. (Sánchez, 2004)

### e) Fruto

Suca (2001), manifiesta que las semillas son muy pequeñas y están encerradas en un pequeño fruto al que comúnmente se le llama semilla (realmente es un fruto), el que contiene de 3 a 4 semillas. (Suca, 2001)

### f) Semilla

Las semillas son muy pequeñas y encerradas en el fruto. En condiciones naturales mantiene su poder germinativo por unos cuatro años, pero puede conservarse hasta 10 años o más (Sánchez, 2004). La cantidad producida en una hectárea puede oscilar entre 1.800 a 2.000 kg (Sánchez, 2004).

### Figura 7.

*Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*



#### 1.2.6.4 Condiciones agroecológicas de la *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*

##### a) Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas de la *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* requieren climas templados con un rango de temperaturas óptimas de 14°C a 18 °C, con una humedad relativa que Varía de 40% a 80%, se desarrolla en un pH 5.5 a 8.0 y se comporta bien en suelos neutros y con buena capacidad de retención de agua. (Sánchez, 2004)

### **b) Condiciones del suelo**

La *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* necesita suelos de consistencia media; desarrolla mejor cuando la textura es arcillosa que cuando es arenosa (Sánchez, 2004). Requiere suelos profundos, permeables, con gran poder de absorción y ricos en materia orgánica en estado de humificación. (Suca, 2001)

### **c) Horas Luz**

La *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* es una planta de día largo, muy exigente a la intensidad de la luz, por lo que la insuficiencia provoca la reducción de los rendimientos y afecta la calidad del producto (Salgado e Izarga, 2009).

La excesiva luz perjudica cuando va acompañada de un aumento de la temperatura (Vallejo y Vallejo, 2013).

### **d) Humedad Relativa**

Puede estar entre el 60 y 70 % (Vallejo y Vallejo, 2013). Según Ugás et al. (2000) le favorece una alta humedad relativa (Chumbipuma, 2017).

Se considera como humedad óptima del suelo el 60 % - 70 % de la capacidad de campo (Chumbipuma, 2017). La *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* no admite exceso de humedad ni un alto nivel de agua subterránea (Salgado e Izarga, 2009).

## **1.2.6.5 Tecnología de cultivo de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant***

### **a) Preparación del terreno**

El terreno debe prepararse hasta una profundidad de 25 a 30 cm., bien mullido y nivelado (Sánchez, 2004). De igual manera, Infoagro (2003), reporta que para una adecuada preparación del terreno primero se realiza una labor profunda con volteo de la tierra con

implementos. A continuación, se hace el mullido del terreno y luego los nivelados correspondientes. (Suca 2001)

#### **b) Fertilización**

Expone que, en experimentos realizados en esta zona del Altiplano, empleando diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y potasio, no se encontró respuesta significativa a la aplicación de fósforo y potasio, mientras a la aplicación de nitrógeno hubo respuesta en el rendimiento de las raíces, lográndose una mayor producción cuando se aplicó a la dosis de 80 kg/ha. Según algunos autores y especialistas, coinciden en recomendar una fertilización de tipo medio: 60 kg/ha - 70 kg/ha - 60 kg/ha de NPK, aplicándose todo en el momento de la preparación del terreno o a la siembra. (Suca 2001)

#### **c) Densidad de siembra**

Las semillas de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* . Cuando se realiza una siembra directa se efectúan sobre surcos separados de 0,4-0-6 m a golpes de 3 a 4 semillas cada 30 cm, empleando 3kg / ha. (Suca, 2001).

La semilla debe sembrarse directamente a 1 cm de profundidad; los brotes aparecen después de la primera semana de la siembra. (Sánchez, 2004)

#### **d) Labores culturales**

- *Desaije*.- Se realiza cuando las plántulas tienen 3 o 4 hojas; con esta operación se eliminan las no deseables y se conservan solamente una planta por golpe para favorecer el desarrollo normal de la planta. Este raleo se hace con mucho cuidado para no dañar la plántula conservada. (Larena, 1980)
- *Escarda*.- Durante el ciclo vegetativo del cultivo es necesario escardar repetidas veces a fin de romper la costra y mantener la humedad necesaria. Es preciso

realizar trabajos con mucho cuidado, dada la superficialidad de las hojas (Sánchez, 2004).

#### **e) Riego**

El cultivo de *Beta vulgaris* requiere de un riego abundante durante las primeras semanas de su desarrollo (Sánchez, 2004). Una planta de crecimiento rápido requiere de riegos frecuentes; se debe aplicar en las mañanas o después de la puesta de sol para evitar la flacidez de la planta (Sánchez, 2004). Si la temperatura es muy baja, se debe evitar el riego en las últimas horas de la tarde que favorecen la acción de las heladas. (Sánchez, 2004)

Por ser cultivos que se desarrollan con gran rapidez, necesitan una buena cantidad de agua, distribuida uniformemente y con lapsos de riego bien ajustados (Sánchez, 2004). La humedad del suelo deberá encontrarse entre un 40% a 80% de la capacidad del campo durante el ciclo vegetativo. (Sánchez, 2004)

#### **f) Cosecha**

La recolección de la *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* puede hacerse de dos formas, bien recolectando la planta entera cuando tenga un tamaño comercial de entre 0,75 y 1 Kg de peso, o bien recolectando manualmente las hojas a medida que estas van teniendo un tamaño óptimo. (Sánchez, 2004)

La longitud de las hojas es un indicador visual del momento de la cosecha (18 cm), siendo el tiempo otro parámetro, 80-85 días el primer corte y después cada 15 a 18 días (Sánchez, 2004). Es recomendable cortar las hojas con cuchillos uhoz bien afilados, evitando dañar el cogollo o punto de crecimiento, ya que podría provocarse la muerte de la planta. De esta forma se puede obtener una producción media de 15 Kg por metro cuadrado (Sánchez, 2004)

### 1.2.6.6 Plagas y enfermedades

Se ha caracterizado la presencia de las siguientes plagas y enfermedades: (Sánchez, 2004)

- a) Pulgones (*Brevicoryne brassicae*) y Palomita de las coles (*Plutella maculipennis*), cuyas larvas perforan las hojas y llegan a destruir las plantas. Se controla con Lindano (Sánchez, 2004).
- b) Minador de las hojas (*Liriomyza trifolii*): las larvas construyen galerías en el interior de las hojas (Sánchez, 2004).
- c) Mosca de la remolacha (*Pegomia betae*) Los adultos tienen la cabeza grisácea con una rayita roja en la parte frontal; los ojos son rosados y las patas amarillas. Las larvas tienen una longitud de unos 7 mm; son de cabeza gruesa, dividida por una hendidura; no tienen patas y son de color blancuzco. La ninfa es de forma oval y color rosado (Sánchez, 2004). Los huevos son de color blanco sucio, rugosos, de 1 mm de longitud. (Aparicio, et al. 1998)
- d) Piki piki (*Epitrix* sp). es un insecto pequeño de color anaranjado cuando joven y de color negro cuando es adulto; tienen un tamaño pequeño (de 2 a 3 mm de longitud); se caracteriza por saltar con mucha facilidad y vivir en la cara inferior de las hojas, raspando y chupando el jugo de las plantas, provocando que se marchiten. (Sánchez, 2004)
- e) *Alternaria circinaas*, que origina manchas amarillentas en las hojas con aureolas bien marcadas. Se combate mediante pulverizaciones de Captan, Propineb, etc.
- f) Nematodos (*Dytilen chusdipsaci*). Causan abultamientos en el sistema radical, disminución en el tamaño de las plantas, coloración amarillenta y deformación en la hoja (Tamaro, 1977).

### 1.3 Base Legal

- **Constitución Política del Perú (1993)**

**Artículo 195.-** “Los gobiernos locales promueven el desarrollo y la economía local, y la prestación de los servicios públicos de su responsabilidad, en armonía con las políticas y planes nacionales y regionales de desarrollo” . Son competencia para: “Inc.8.Desarrollar y regular actividades y/o servicios en materia de educación, salud, vivienda, saneamiento, medio ambiente, sustentabilidad de los recursos naturales (...)”

- **Decreto Supremo N° 023-2021-MINAM, que aprueba la Política Nacional del Ambiente al 2030**

**Objetivo prioritario 4:** “Este objetivo responde a la causa directa “Deterioro de la calidad ambiental”. A través de este objetivo, se aborda el deterioro de las estructuras productivas, que se ven afectadas por la mala disposición de los residuos, por ejemplo: arrojado de residuos a los ríos, al mar, lagos y espacios rurales. Asimismo, busca reducir los niveles de morbilidad y mortalidad, generados por enfermedades gastrointestinales y respiratorias en el nivel nacional.( Decreto Supremo No 023-2021-MINAM (25 de Julio de 2021) Que Aprueba La Política Nacional Del Ambiente al 2030) Y se busca contribuir en la reducción del deterioro de los suelos y de los espacios urbanos, que tiene incidencia directa en el precio de las propiedades, afectando la economía y las inversiones de las personas naturales y jurídicas”( Decreto Supremo No 023-2021-MINAM ( 25 de Julio de 2021) Que Aprueba La Política Nacional Del Ambiente al 2030 , 2021).

- **Resolución Ministerial N° 191-2016-MINAM, que aprueba el “Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PLANRES 2016-2024”.**

**El objetivo:** “Reducir la producción nacional de residuos sólidos y controlar los riesgos sanitarios y ambientales asociados, esto implicará entre otras acciones, la implementación de programas permanentes de educación ambiental y la promoción de la participación

ciudadana para el control y minimización de la generación per cápita, incrementar la calidad y cobertura de los servicios de residuos sólidos implantando incluso la recolección selectiva; reducir, recuperar, reutilizar y reciclar los residuos; valorizar la materia orgánica de los residuos sólidos a través de medios eficaces de tratamiento como el compostaje; y disponer en forma segura, sanitaria y ambientalmente aceptable los residuos sólidos no aprovechados” (RESOLUCION MINISTERIAL No 191-2016-MINAM ( 27 de Julio de 2016) Aprueban El “Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PLANRES 2016 - 2024,” 2021)

- **Ley N° 28611, Ley General del Ambiente**

**Artículo 119.-** Del manejo de los residuos sólidos

119.1 La gestión de los residuos sólidos de origen doméstico, comercial o que siendo de origen distinto presenten características similares a aquellos, son de responsabilidad de los gobiernos locales. Por ley se establece el régimen de gestión y manejo de los residuos sólidos municipales (Ley N° 28611 Ley General Del Ambiente, 2005) .

- **Ley N° 27972, Ley Orgánica de Municipalidades**

**Artículo 80.-** Las municipalidades, en materia de saneamiento, tienen como función regular y controlar el proceso de disposición final de desechos sólidos, líquidos y vertimientos industriales en el ámbito de su respectiva provincia (Ley N° 27972 Ley Orgánica de Municipalidades, 2003).

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

**Artículo 2.- Finalidad de la gestión integral de los residuos sólidos**

(...) En segundo lugar, respecto de los residuos generados, se prefiere la recuperación y la valorización material y energética de los residuos, entre las cuales se cuenta la

reutilización, reciclaje, compostaje, coprocesamiento, entre otras alternativas siempre que se garantice la protección de la salud y del medio ambiente. (...) (D.L. N° 1278, 2016)

#### **Artículo 6.- Lineamientos de la Gestión Integral de Residuos Sólidos**

s) Promover la experimentación e investigación científica con residuos, con la finalidad de facilitar y maximizar su valorización y/o reducir su peligrosidad. (...) (D.L. N° 1278, 2016)

#### **Artículo 34.- Segregación en la fuente**

La segregación de residuos de gestión municipal y no municipal es obligatoria y debe realizarse en la fuente de generación. (...) (D.L. N° 1278, 2016)

#### **Artículo 37.- Valorización**

La valorización constituye la alternativa de gestión y manejo que debe priorizarse frente a la disposición final de los residuos (D.L. N° 1278, 2016). Dicha operación consiste en la transformación química y/o biológica de los residuos sólidos, para constituirse, de manera total o parcial, como insumos, materiales o recursos en los diversos procesos; así como en la recuperación de componentes o materiales, establecida en la normativa (D.L. N° 1278, 2016).

#### **Artículo 48.- Formas de valorización**

Constituyen operaciones de valorización material: la reutilización, reciclado, compostaje, recuperación de aceites, bio-conversión, entre otras alternativas que a través de procesos de transformación física, química, u otros, demuestren su viabilidad técnica, económica y ambiental. (...) (D.L. N° 1278, 2016)

- **Decreto Supremo N° 014-2017-MINAM, que aprueba el Reglamento de la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos.**

**Artículo 36.- Aspectos generales** La valorización de residuos sólidos municipales debe priorizarse frente a la disposición final de los mismos. (...) (D. S. N° 014-2017-MINAM, 2017)

- **Decreto Supremo N° 016-2012-AG, Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario.**

**Artículo 5°.- Residuos sólidos agropecuarios,** Los residuos agropecuarios son aquellos que provienen de las actividades agrícolas, forestales, ganaderas, avícolas y de centros de faenamiento de animales (“Decreto Supremo N° 016-2012-AG Aprueban Reglamento de Manejo de Los Residuos Sólidos Del Sector Agrario,” 2012).

**Artículo 24°.- Tratamiento de residuos orgánicos,** Los residuos orgánicos, que se generen en las actividades del Sector Agrario, deben recibir tratamiento con la finalidad de reducir o neutralizar las sustancias peligrosas que contienen, recuperar materia o sustancias valorizables, facilitar su uso como fuente de energía, favorecer la disposición del rechazo y en general, mejorar la gestión del proceso de valorización (“Decreto Supremo N° 016-2012-AG Aprueban Reglamento de Manejo de Los Residuos Sólidos Del Sector Agrario,” 2012). (...)

- **Decreto Supremo N° 044-2006-AG que aprueba el reglamento técnico para los productos orgánicos**

**Artículo 11°.- Manejo de la fertilidad del suelo**

f) Está estrictamente prohibido el uso de fertilizantes derivados de excrementos humanos, basura doméstica urbana y/o aguas servidas, excepto para proyectos no alimentarios (forestales, paisajístico y ornamentales) avalados por el organismo de certificación. (...) (“Decreto Supremo No 044-2006-AG Que Aprueba El Reglamento Técnico Para Los Productos Orgánicos,” 2006)

- **NORMA TÉCNICA PERUANA 900.058 2019, aprobada con R.D. N° 003-2019-INACAL/DN.**, Esta Norma Técnica Peruana establece los colores a ser utilizados para el almacenamiento adecuado de los residuos sólidos de los ámbitos de gestión municipal y no municipal.
- **NORMA TECNICA PERUANA 201.207 2020, aprobada con R.D. N° 042.2020-INACAL/DN**, Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos de compost a partir de los residuos agrícolas, pecuarios, agroindustriales y forestales debidamente segregados.
- **NORMA TÉCNICA PERUANA 201.208 2021, aprobada con R.D. N° 017-2021-INACAL/DN**, Esta Norma Técnica Peruana establece los requisitos de compost a partir de los residuos sólidos orgánicos municipales, provenientes de mercados, ferias, áreas verdes, domiciliarios, restaurantes y establecimientos de expendio de comidas.
- **ORDENANZA MUNICIPAL N° 001 -2021 -MPA**, Que aprueba el Plan Provincial de Gestión Integral de Residuos Sólidos – PIGARS de la Municipalidad Provincial de Anta 2021-2024

## CAPITULO II

### AREA DE ESTUDIO

#### 2.1 Ambiente de estudio: localización política y geográfica

El estudio se realizó en la planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta, ubicado en el sitio denominado “Niño Orcco”, sector Chacan Chico, distrito de Anta, Provincia de Anta, Cusco, el terreno definido para el estudio tiene una extensión de 1, 440 m<sup>2</sup> que pertenece a la infraestructura de valorización de residuos sólidos “planta de compostaje de la municipalidad provincial de Anta”, en cesión de uso por la comunidad campesina de Eqquecco Chacan.

#### 2.2 Ubicación:

##### Tabla 8.

Ubicación Geográfica de la planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta

<b>Actividad / Función</b>	<b>Valorización de Residuos sólidos orgánicos</b>		
<b>ETAPA</b>	<b>Operación</b>	<b>ESTADO</b>	<b>En actividad</b>
<b>UBICACIÓN</b>	<b>Departamento</b>		Cusco
	<b>Provincia</b>		Anta
	<b>Distrito</b>		Anta
	<b>Dirección</b>	Sitio denominado “Niño Orcco” sector Chacan chico, de la comunidad campesina Eqquecco Chacan	

##### Límites:

Norte: Con el distrito de Maras.

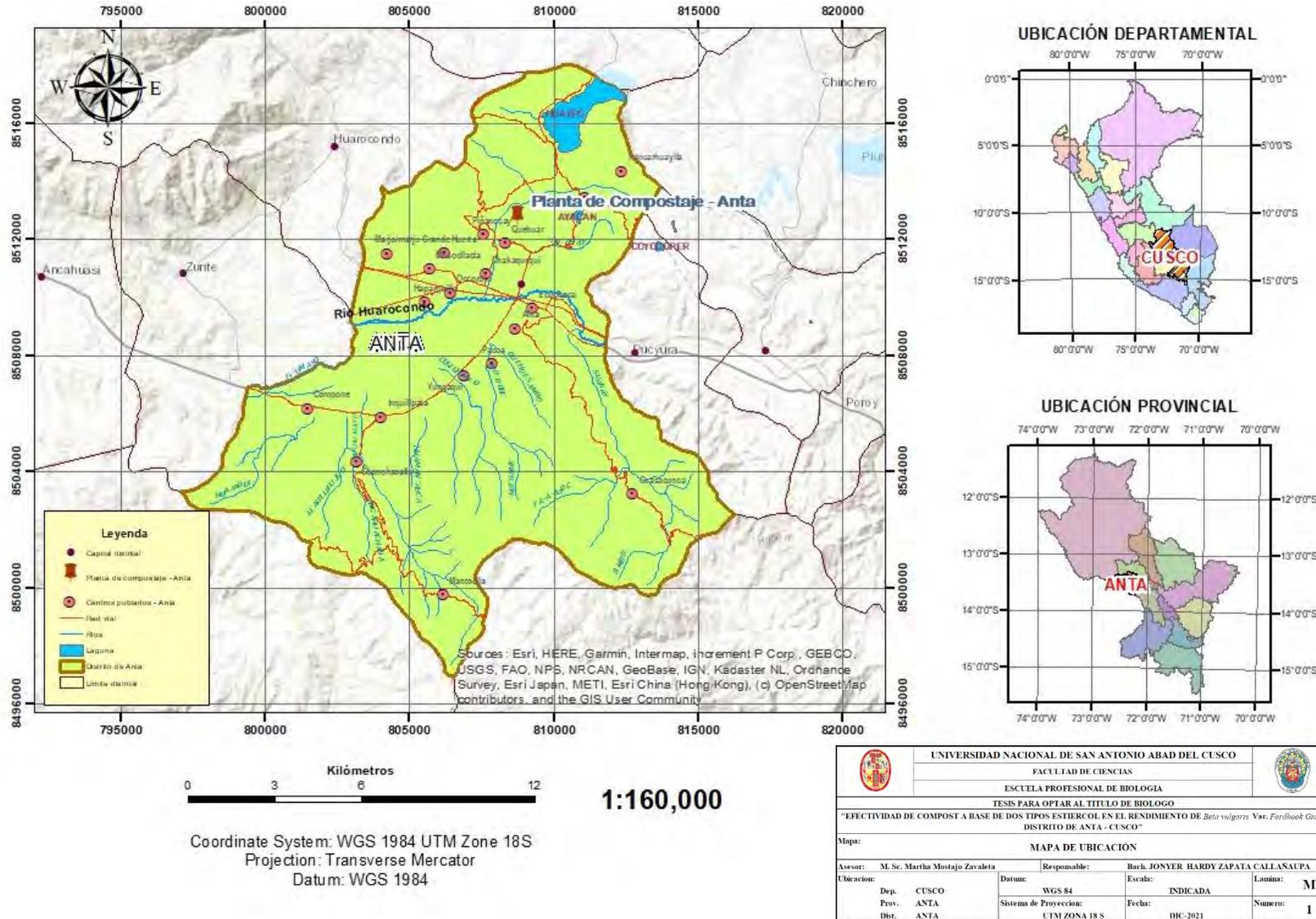
Sur: Con el distrito de Ccorca

Este: Con el distrito de Pucyura

Oeste: Con el distrito de Zurite y Huarcocondo.

Figura 8.

Mapa de Ubicación de la planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta



### **2.3 Accesibilidad**

El acceso se da por la carretera Izcuchaca Cruzpata, hasta llegar a la comunidad campesina de Chacan, donde se encuentra una vía de acceso para el sector Niño Orco y llegar a la Planta de compostaje, el recorrido es unos 20 minutos hasta en centro poblado de Chacan por la carretera Izcuchaca Cruzpata, luego se inicia por la trocha carrozable del sector de Chacan chico, por unos quince (15) minutos hasta llegar a la planta., recorriendo un total de 7.3 km

### **2.4 Clima**

Según SEHAMHI (2020) “El lugar de estudio se ubica entre los 3509 y 3547 msnm, el predio se encuentra, según el método de Clasificación Climática de Warren Thornthwaite, el tipo climático CON OTOÑO E INVIERNO SECO / FRIO B (o, i)C' , Clima es de tipo lluvioso, frío y con otoño e invierno seco” . Ocupa 10% del área nacional y se encuentra en los departamentos de la región Andina, a excepción de Piura, Lambayeque y Cajamarca.(*SENAMHI - Perú, 2020*), el cual se caracteriza por presentar durante el año, en promedio, temperaturas máximas de 9°C a 19°C y temperaturas mínimas de -3°C a 3°C. Además, los acumulados anuales de precipitación de pueden Variar desde los 500 mm hasta los 1200 mm aproximadamente.(*SENAMHI - Perú, 2020*), los meses con mayor intensidad de precipitación pluvial son de diciembre a marzo y se tiene un periodo seco entre los meses de mayo a Julio. Este tipo climático se halla ubicado desde los 3 000 a 3 600 metros de altitud. (*SENAMHI - Perú, 2020*).

**Tabla 9.**

Características climáticas de la planta de compostaje planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta

Altitud	Aproximadamente por encima de la cota de 4200 m s. n. m. de flanco occidental y oriental de la cordillera de los Andes (SENAMHI, 2020)
Temperatura máxima*	entre 9°C a 19°C.
Temperatura mínima*	entre -3°C a 3°C.
Precipitación anual	entre 500 mm y 1200 mm aproximadamente.
(*) Promedio histórico 1981 -2010	

**Tabla 10.**

Datos promedio de precipitación y temperatura de la estación Meteorológica Anta – Ancachuro 2012-2022 SENAMHI 2022

Meses	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
Enero	172.61	12.9
Febrero	171.06	12.5
Marzo	128.01	12.5
Abril	49.4	11.9
Mayo	10.06	10.06
Junio	4.77	10.4
Julio	5.56	10.2
Agosto	4.31	10.6
Setiembre	21.36	10.5
Octubre	71.83	12.3
Noviembre	129.04	13.2
Diciembre	159.33	12.7
Anual	$\Sigma = 927.34$	$\bar{X} = 11.65$

➤ Precipitación

Según la figura 8 se distinguen un periodo seco con ausencia de lluvias entre mayo y setiembre; iniciando el periodo de lluvias en octubre, para acentuarse entre enero y marzo.

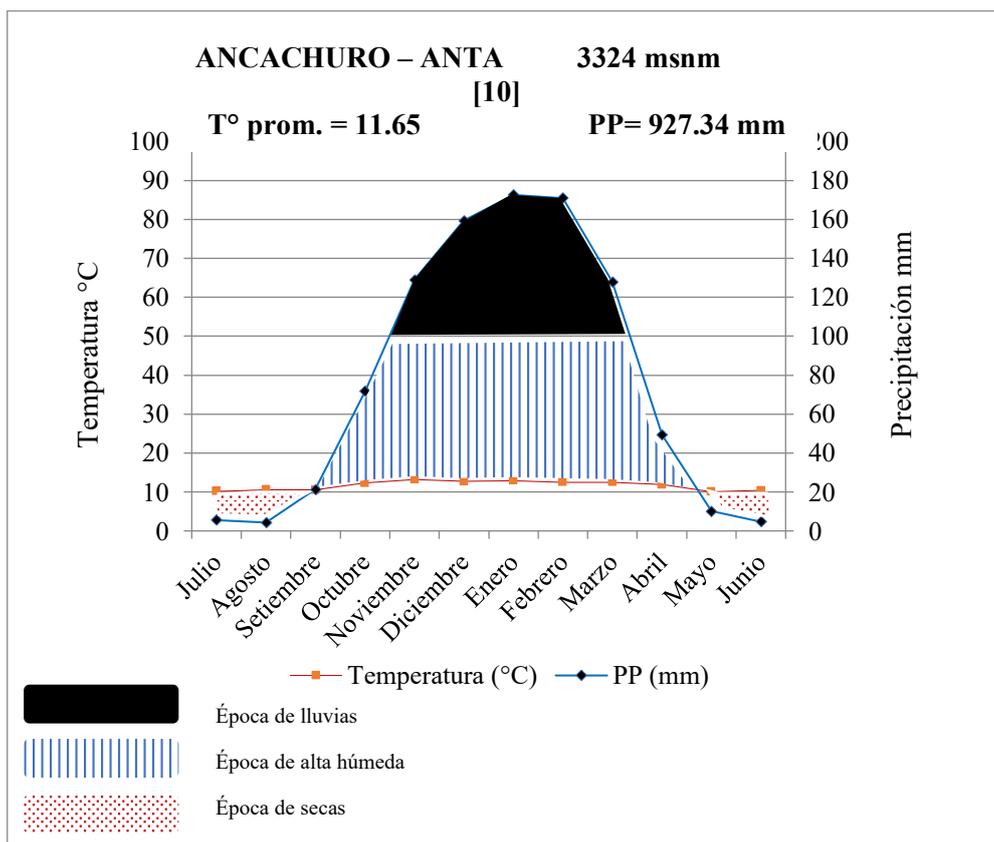
La precipitación pluvial Varía entre un máximo de 172.61 mm en enero y un mínimo de 4.31 en julio, haciendo un total de 927.34 mm.

➤ Temperatura

El cambio de temperatura varía según la presencia o ausencia de lluvias y épocas de secas. La temperatura máxima media anual es de 13.2 °C, y la temperatura mínima media anual es de 10.2 °C, haciendo un promedio de 11.65 °C. (Estación meteorológica Ancachuro, 2022 - SENAMHI)

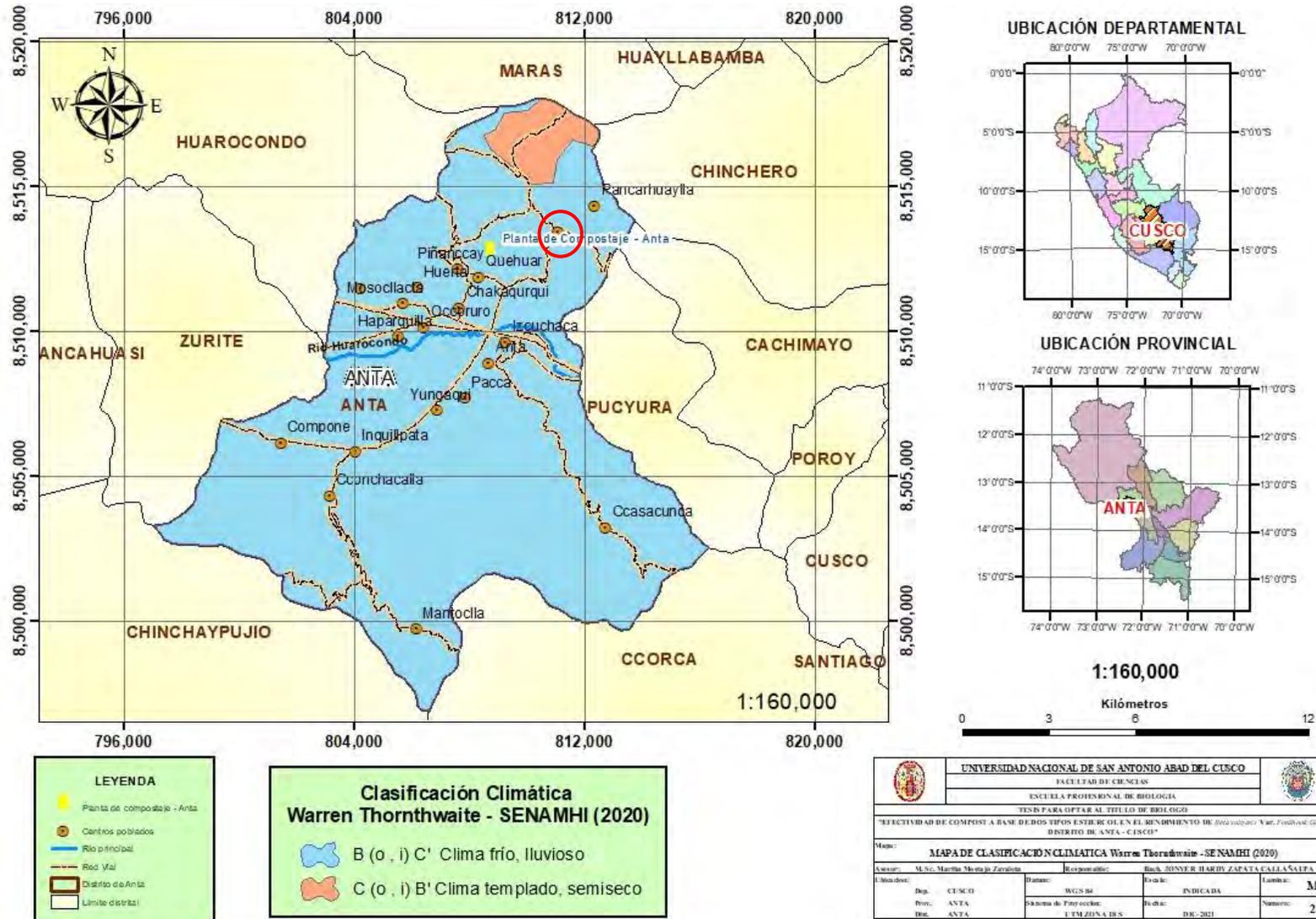
**Figura 9 .**

Climatodiagrama, Estación Meteorológica Ancachuro – Anta SENAMHI 2022



**Figura 10.**

Mapa climatológico, de la planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta



## 2.5 Geología y Geomorfología

### Geología Regional – Estratigrafía

La planta de compostaje se encuentra interrelacionada con el cuadrángulo de Urubamba (27r), desarrollado dentro del plan del levantamiento sistemático de la carta geológica nacional a escala 1:10000. El terreno seleccionado para el proyecto pertenece al grupo Yuncaypata, Formación maras (Kis-ma), que se estima que tiene un grosor de 100 y 200 metros y se le asigna una edad Albiano medio (cretáceo inferior) (Navarro C., 2016)

### Formación Maras-Albiano (Ki-ma)

Compuesto básicamente por yesos, intercalados con lutitas rojas y más escasamente lutitas verdes y alguno niveles de calizas de grosores delgados (de 3 a 7 metros). Las lutitas son de origen lacustre o marino poco profundo, los yesos de sabkha y las calizas indicarían máximos transgresivos (Carlotto et al., 1996)

**Tabla 11.**

Columna Estratigráfica para la planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta – Fuente Bonifacio et al., 2015

ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS	SIMBOLO	DESCRIPCIÓN
MESOZOICO	CRETACICO	SUPERIOR	Formación Puquin	Ks-pu	Tres mega secuencias M1 (35m), lutitas rojas y verdes, con presencia de Yeso, de Sahkha. M2 (130m), dos secuencias, cada una empieza por bancos arenosos, luego calcáreos y lutitas negras con restos de dientes de peces, seguido de lutitas rojas con presencia de yeso. M3 (95 m), bancos pequeños de areniscas blancas, intercaladas con lutitas negras y verdes, luego intercalación de areniscas y limonitas rojas.
			Formación Ayavacas	Kis-ay	Calizas azul oscuro a gris azulado con alteración amarillenta separadas por capas de limolitas, lutitas rojas o calizas margas gris amarillenta.
		INFERIOR	Formación Mares	Ki-ma	Mezcla caótica de yesos, lutitas y escasamente calizas
			Formación Paucarbamba	Ki pb	Alternancia de areniscas calcaras, margas lutitas amarillas, rojizas y verdes
			Formación Huancané	Ki-hn	Areniscas cuarzosas blancas de canales entrelazados con algunas intercalaciones de lutitas.
	TRIASICO			INFERIOR	



## 2.6 Hidrografía, Hidrogeología.

En predio donde se ubica la planta de compostaje se encuentra dentro de la cuenca del río Urubamba, sub cuenca del río Pitumayo, micro cuenca del río Cachimayo, el cauce mas cercano esta a una distancia radial de 220 m y es una quebrada sin nombre que está seca la mayor parte del año.(Bonifacio et al., 2015)

Figura 12.

Mapa Hidrográfico de la Planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta

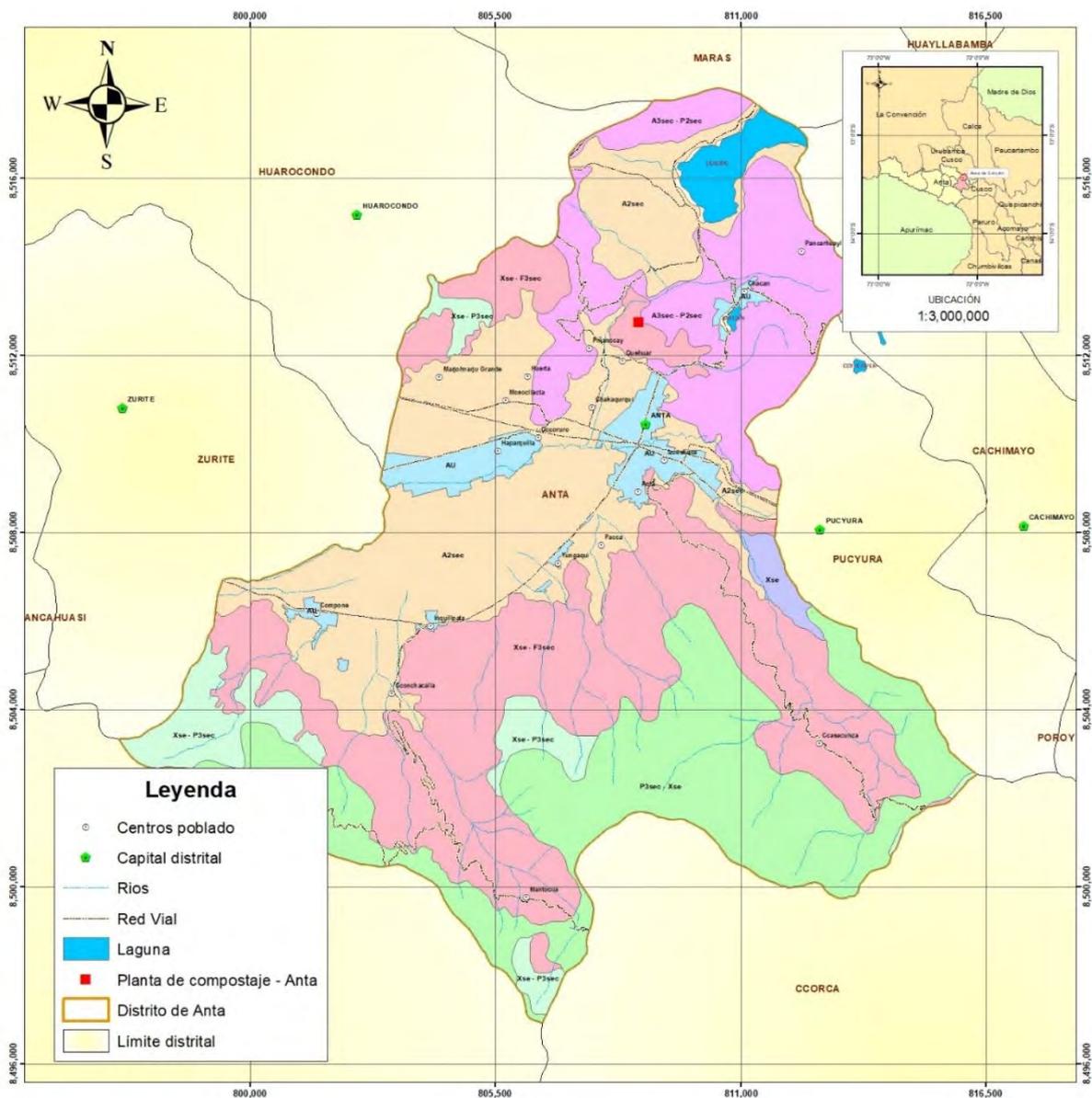


## 2.7 Suelo, capacidad de uso mayor de las tierras y uso actual de los suelos.

La capacidad de uso mayor de las tierras para el área donde se encuentra la planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta es de protección – forestal, con características de calidad agrologica baja, con limitaciones por suelo, erosión y clima. (Bonifacio et al., 2015)

**Figura 13.**

Mapa de usos Actual de los suelos de la Planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta

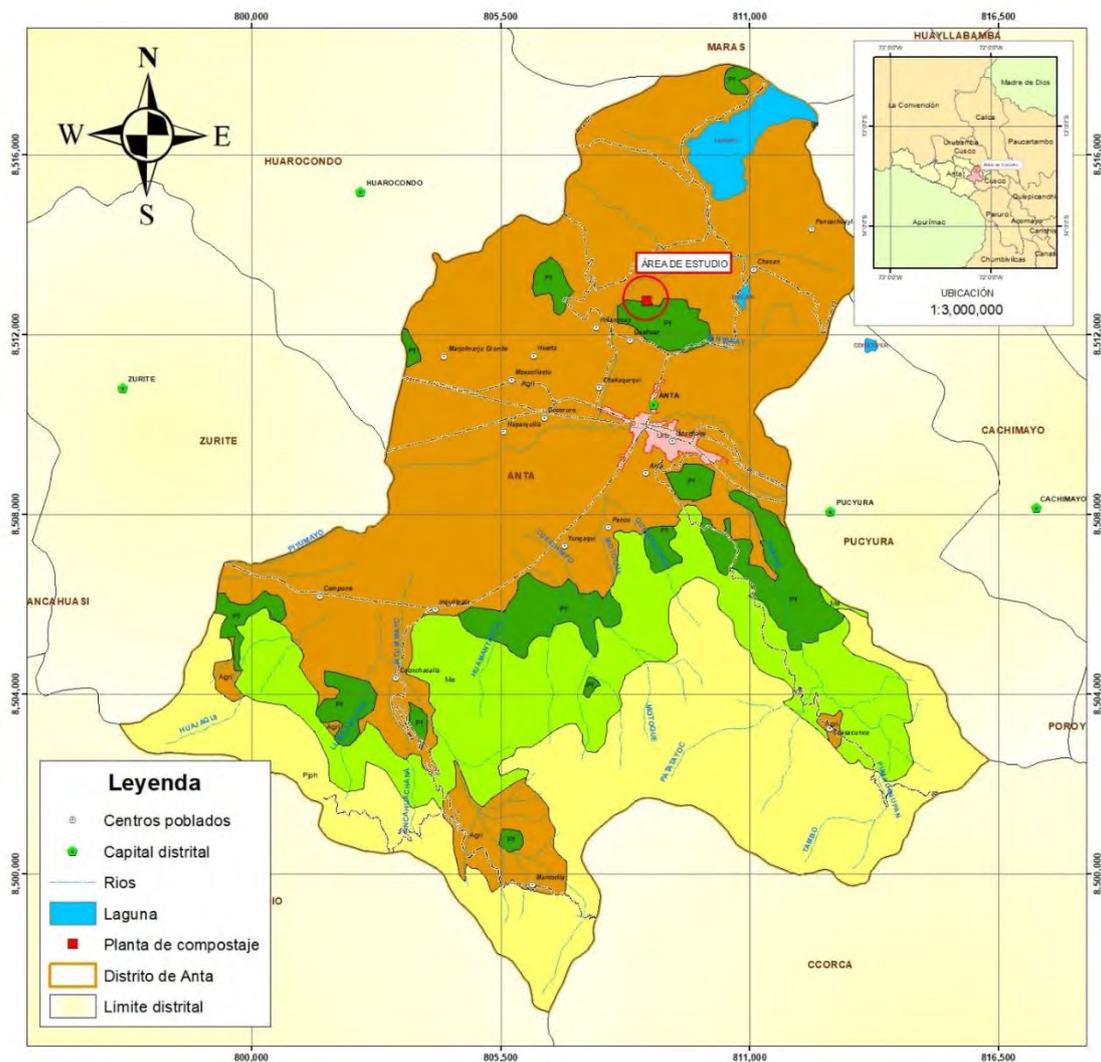


## 2.8 Ecosistemas

El ecosistema para el área donde se encuentra la planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta, es catalogado como zona intervenida y la unidad ecosistémica es plantación forestal (Pf), donde la cobertura forestal establecida por intervención directa del hombre con fines de producción o protección forestal. En este proceso se establecen macizos forestales, mediante la plantación o siembra de especies arbóreas a través de actividades conocidas como forestación o reforestación (esta última es la revegetación forestal) para la producción comercial y no comercial de madera (para construcción rural, combustible, confección de herramientas agrícolas, entre otros) y otros productos forestales o el servicio de protección de cuencas hidrográficas. (MINAN, 2019)

**Figura 13.**

Mapa de Ecosistemas de la planta de la Municipalidad Provincial de Anta



## 2.9 Descripción del medio biológico

### Flora

De acuerdo al tipo de suelo, en la zona existen las formaciones vegetales que corresponden a pastos naturales, bosques y matorrales. Las unidades de Vegetación de acuerdo a la topografía se caracterizan por la presencia de pajonal de puna en las zonas altas (3.300 a más) que constituye la base de la ganadería existente en la zona (vacunos, ovinos y algunos camélidos). (Bonifacio et al., 2015)

En la zona contigua sin embargo se encontró algunas especies de importancia que probablemente crecían en el área. (Bonifacio et al., 2015)

### Tabla 13.

Flora de la Zona Continua de la planta de la Municipalidad Provincial de Anta - Fuente: DIA, Proyecto de infraestructura de tratamiento y disposición final de residuos sólidos del ámbito Municipal, Distrito Anta, Provincia Anta, Cusco

Nombre Científico	Nombre Vulgar
<i>Polylepis incana</i>	Queuña
<i>Baccharis sp</i>	Chilca
<i>Stipa ichu</i>	Ichu
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto
<i>Pinus radiata</i>	Pino
<i>Cupresus macrocarpa</i>	Ciprés
<i>Prunus salicifolia</i>	Capuli
<i>Escallonia resinosa</i>	Chachacomo
<i>Retama sphaerocarpa L</i>	Retama
<i>Agave american</i>	Maguey
<i>Alnus acuminata</i>	Lambran
<i>Salix babylonica</i>	Sauce
<i>Tecoma stans</i>	Huaranway
<i>Phragmites australis</i>	Carrizo
<i>Baccharis microphylla</i>	Tallanka
<i>Schinus molle</i>	Molle

## Fauna

### a) Aves

De acuerdo a la unidad de vegetación las aves predominantes fueron en el pajonal de puna:

**Tabla 14.**

Fauna de la Zona Continua - Fuente: DIA, Proyecto de infraestructura de tratamiento y disposición final de residuos sólidos del ámbito Municipal, Distrito Anta, Provincia Anta, Cusco

Nombre Científico	Nombre Vulgar
<i>Geositta tenuirostris</i>	El minero de pico largo
<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	Alcamari

**Tabla 15.**

Fauna de la zona de matorral – Fuente, DIA, Proyecto de infraestructura de tratamiento y disposición final de residuos sólidos del ámbito Municipal, Distrito Anta, Provincia Anta, Cusco

Nombre Científico	Nombre Vulgar
<i>Stelgydopterix andecola</i>	Golondrina andina
<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	Alcamari

**Tabla 16.**

En áreas de Cultivo - Fuente, DIA, Proyecto de infraestructura de tratamiento y disposición final de residuos sólidos del ámbito Municipal, Distrito Anta, Provincia Anta, Cusco

Nombre Científico	Nombre Vulgar
<i>Zonotrichia capensis</i>	Gorrion de Collar Rufo
<i>Nothoprocta entlandii</i>	Perdiz Andina
<i>Turdus chiguanco</i>	El Zorzal Chiguanco
<i>Columba livia</i>	Paloma andina

b) Mamíferos

**Tabla 17.**

En mamíferos, la predominancia de la zona del Pajonal de puna - Fuente, DIA, Proyecto de infraestructura de tratamiento y disposición final de residuos sólidos del ámbito Municipal, Distrito Anta, Provincia Anta, Cusco

Nombre Científico	Nombre Vulgar
<i>Akodon torques</i>	ratón campestre
<i>Pseudalopex culpaeus</i>	zorro andino
<i>Hipocamelus antisensis</i>	venado andino
<i>Lagidium peruanum</i>	vizcacha

**Tabla 18.**

Mamíferos en los matorrales - Fuente, DIA, Proyecto de infraestructura de tratamiento y disposición final de residuos sólidos del ámbito Municipal, Distrito Anta, Provincia Anta, Cusco

Nombre Científico	Nombre Vulgar
<i>Conepatus chinga</i>	Zorrino
<i>Odocoileus peruvianus</i>	venado cola blanca
<i>Lagidium peruanum</i>	vizcacha

**Tabla 19.**

Mamíferos en las áreas de cultivo - Fuente, DIA, Proyecto de infraestructura de tratamiento y disposición final de residuos sólidos del ámbito Municipal, Distrito Anta, Provincia Anta, Cusco

Nombre Científico	Nombre Vulgar
<i>Didelphis pernigra</i>	zarigüeya andina orejiblanca
<i>Conepatus chinga</i>	Zorrino

## CAPITULO III

### MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Materiales

##### 3.1.1 Material Biológico.

- Residuos sólidos orgánicos municipales.
- Estiércol de Cuy y de Ganado vacuno
- Semillas de Acelga (*Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*).

##### 3.1.2 Materiales de Campo.

- Wincha
- Libreta de campo
- Bolsas de papel
- Lápiz, lapiceros
- Neveras portátiles.
- Plumón indeleble
- Rafia
- Guantes, barbijo.
- Botas
- Bolsas plásticas rotuladas para el compost
- Cinta métrica
- Mala rachera
- Estacas de madera

##### 3.1.3 Equipos.

###### a) Equipos de campo

- Medidor de pH de la marca YIERYI ( pH: 3.5 ~ 11.0pH )
- Higrómetro ML3 SM150T, PR2 (analógico y SDI-12) rango de 0 -80%
- Termómetro bimetálico (longitud de barilla 30 cm, Rango de medición de 0°C a 110°C)
- Cámara fotográfica
- GPS

- Balanza eléctrica de 0 a 500 Kg.
- Balanza gramera.

**b) Equipos de gabinete**

- Computadora (laptop)
- Impresora
- Cuaderno de apuntes
- Calculadora
- Software especializado: Paquete estadístico: R, Past, ArcGis, SPS, Excel.

**c) Herramientas**

- Pico
- Pala
- Machete
- Trinche
- Tamiz de 1.6cm de diámetro
- Regadera
- Carretillas
- Manguera de 20 metros con diámetro de 1/8 pulgadas.

### **3.2 Metodología**

#### **Tipo y nivel de investigación**

El estudio es de tipo longitudinal porque se estudia 1 o más variables en un tiempo determinado para evaluar la causa-efecto, con una duración de 36 semanas. (Flete Estrada et al., 2014)

El análisis de los resultados considera que el estudio es de tipo experimental, porque se cuenta con un grupo control y los grupos experimentales asignados aleatoriamente. (Suárez, 2020)

## Unidad de análisis

### ❑ Criterios de Inclusión

- Plántulas de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* con 4 hojas verdaderas
- Plántulas de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* Giant que no presenten plagas
- Plantas de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* que presenten hojas con un diámetro de 18 cm. de largo.

### ❑ Criterios de Exclusión:

- Plántulas de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* sin 4 hojas verdaderas
- Plántulas de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* Giant que presenten plagas

## Población y Muestra

### Población Vegetal

- Semillas de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*, de nombre comercial Hortus, las cuales se desarrollaron en plántulas.

### Muestra

La muestra estuvo conformada por 375 plántulas de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*, con 4 hojas verdaderas, los cuales serán separados en 4 grupos:

- Grupo expuesto a los tratamientos con compost n=300
  - Tratamiento 1 con compost de RSOM y estiércol de Cuy: n=75
  - Tratamiento 2 con compost de RSOM y estiércol de Ganado vacuno: n=75
  - Tratamiento 3 con compost de RSOM y con estiércol de Cuy y de ganado vacuno: n=75
  - Tratamiento 4 con compost solo RSOM: n=75
- Grupo control no expuesto: n=75 (Condiciones normales, sin tratamiento de compost)

\* La Investigación no necesita técnicas de selección de muestra porque se realizará con una población finita de tipo experimental.

## **Modelo de la Experimentación**

Ya con los datos obtenidos, las variables fueron analizadas de manera independiente, donde cada característica se le aplicaron los 5 tratamientos, y por esta razón se realizará un diseño completamente al azar balanceado.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}; \quad i = 1,2, \dots, t, \quad j = 1,2, \dots, r$$

$$t = 5$$

$$r = 30$$

Donde:

$\mu$ : La media general

$\tau_i$ : Efecto del *i*-ésimo tratamiento

$\varepsilon_{ij}$ : Efecto del Error

### **3.2.1 Producción de compost, elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y de ganado vacuno**

#### **3.2.1.1 Acondicionamiento del área para el proceso de compostaje**

La fase experimental se inició con el acondicionamiento del área para el proceso de compostaje, según Manual de compostaje del agricultor de la FAO 2013, y consistió en techar la zona para protección de los rayos solares y evitar así la pérdida de humedad.(Castro & Oliva, 2019)

#### **3.2.1.2 Proceso de formación de las pilas de compostaje**

Los residuos sólidos orgánicos municipales, se obtuvieron de los principales generadores, como fuentes domiciliarias y no domiciliarias (residuos biogénicos y residuos de poda). Estos residuos fueron entregados los días 27,28,29,30 y 31 de julio del 2020, entre las 8 am. y 12pm, los residuos sólidos orgánicos municipales en su composición presentaron cascara de huevo, restos de flores, restos de verduras y frutas, hojas de árboles, hojarasca, producto de actividades de poda, deshierbe y corte de pastos de los parques y jardines.

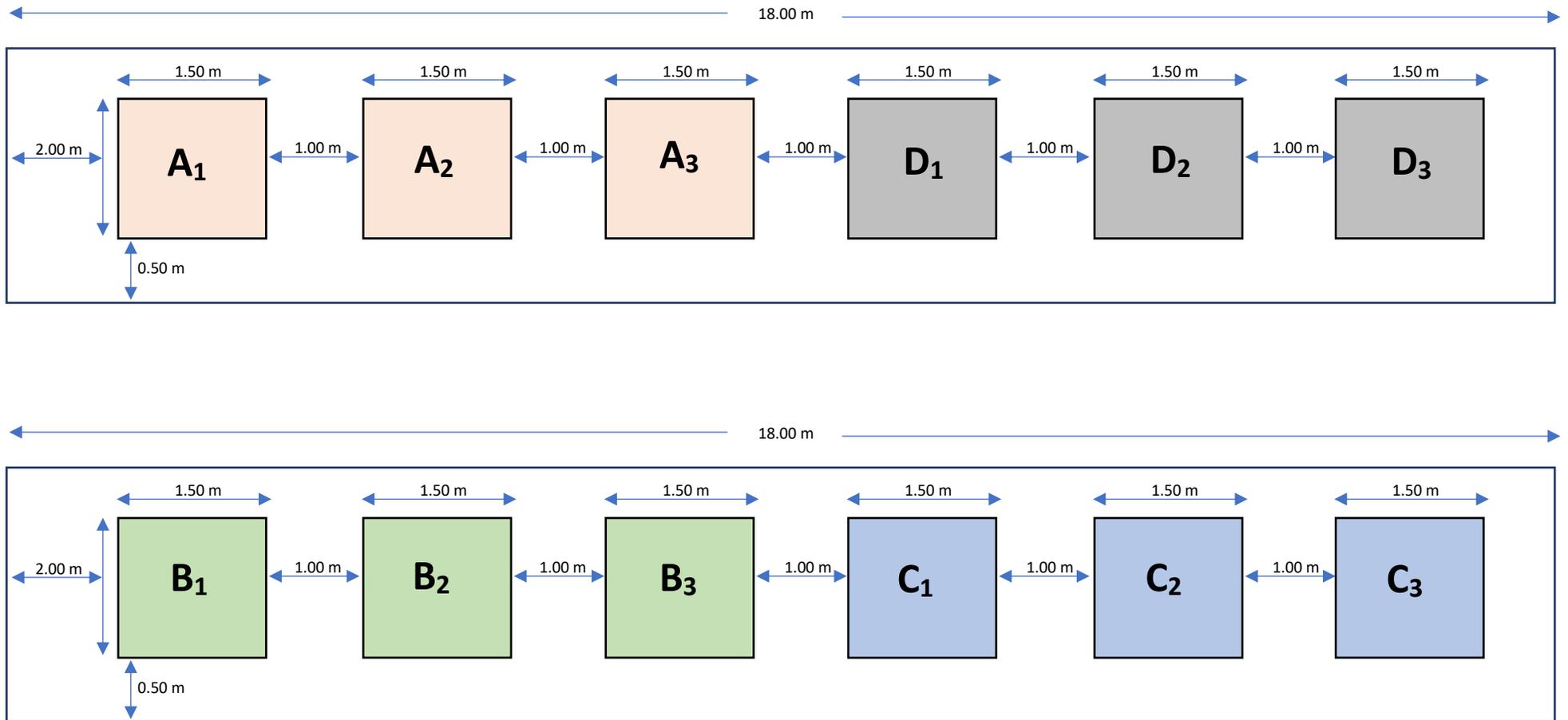
Los residuos sólidos orgánicos no municipales como el estiércol de Cuy se obtuvieron de diferentes galpones del centro poblado de Chacan, en cuanto al estiércol de ganado vacuno, se obtuvo del camal municipal de la Municipalidad Provincial de Anta.

Posteriormente se realizó el pesaje de los materiales, se procedió al armado de las pilas de compostaje con 450 kg de RSOM y 50 kg. de estiércoles de cuy o de ganado vacuno, y una combinación de 25 kg de estiércol de cuy, 25 kg de estiércol de ganado vacuno, y un control que solo contenía 500 kg. de RSOM cuyas medidas según la FAO, (2013) “fueron: 1.5 m de largo, 1.5m de ancho y 1.2 m de altura” (FAO, 2013).

En tal sentido todas las pilas de compostaje fueron armadas con el mismo sustrato (residuos sólidos orgánicos municipales) en la misma cantidad, variando únicamente la cantidad de estiércol de cuy y de ganando (excepto el grupo control). Ver tabla 14. (con dos tipos de estiércol – de cuy o de ganado vacuno)

**Figura 14.**

Diagrama de la ubicación de las pilas compostaje para el proceso de compostaje



**Tabla 20.**

Codificación de los tratamientos para el proceso de compostaje

Tratamiento	Composición del Compost	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
Compost A	Residuos sólidos orgánicos municipales 450kg + 50 Kg. de estiércol de cuy	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>3</sub>
Compost B	Residuos sólidos orgánicos municipales 450 kg + 50 Kg. de estiércol de ganado vacuno	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>
Compost C	Residuos sólidos orgánicos municipales 450 kg + 25 Kg. de estiércol de ganado vacuno + 25 Kg. de estiércol de cuy	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>
Compost D	Testigo – Solo residuos sólidos orgánicos municipales 500kg	D <sub>1</sub>	D <sub>2</sub>	D <sub>3</sub>

### 3.2.1.2.1 Seguimiento y control de parámetros

Para poder realizar un proceso adecuado de compostaje se tomó en cuenta el crecimiento y reproducción de microorganismo, para lo cual se monitoreo los parámetros que afecta el crecimiento y reproducción de estos.

- **Temperatura:** La medición fue directa, se registró a partir del día 2 de formación de la pila de compostaje y se usó un termómetro biometalico, introduciéndose a 2 puntos extremos de la pila para posteriormente sacar un promedio. La medición de la temperatura se realizó todos los días durante 92 días. A las 9:00 am.
- **pH:** Para el registro del pH, se efectuó de forma directa, se usó un medidor de pH de suelo de la marca YIERYI, la medición se realizó en el centro de las pilas y se realizó posteriormente el registro. La medición del pH se realizó todos los días durante 92 días. A las 9:00 am.

- **Humedad:** En el caso de la humedad, también se realizó una medición directa usando un higrómetro de la marca JERS, introduciéndose a 2 puntos extremos de la pila para posteriormente sacar un promedio. La medición de la temperatura se realizó todos los días durante 92 días. A las 9:00 am.

#### **3.2.1.2.2 Volteos**

El volteo de las pilas de compostaje se realizó una vez cada semana con ayuda de una pala, esto con la finalidad de ayudar y facilitar la oxigenación, para evitar la compactación y acelerar el proceso de compactación, el volteo se inició el 08 de agosto del 2020.

#### **3.2.1.2.3 Tamizados de Compost Maduro**

Una vez comprobado que el proceso de compostaje termino, se realizó un tamizado del compost, esto con la finalidad de eliminar componentes gruesos y algunos materiales como metales, vidrios, piedras y otros tipos de residuos.

Luego de los 92 días de la instalación de las pilas de compostaje, se realizó el tamizaje, con un tamiz de 1,6 cm, estos fueron separados en baldes y se pesaron de forma individual por cada tratamiento.

### **3.2.2 Análisis de la composición química del compost, elaborado a bases de estiércol de cuy y de ganado vacuno.**

Para determinar el pH, % porcentaje de materia orgánica, relación C/N y % NPK, se tomaron muestras de un 1kg. de cada tratamiento obtenido en la cosecha, procediéndose a continuación con los análisis correspondientes en la unidad de prestación de servicios de análisis químico de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco; se utilizaron las siguientes técnicas de laboratorio:

**Tabla 21.**

Parámetros analizados para determinar la composición química y metodología que se uso – Elaborado en base al Anexo N° 1

Parámetro	Metodología
pH	Potenciometrico pH
Materia Orgánica	Walkley Black
Nitrógeno	Microkjeldahl
Fosforo	Kurt -bray
Potasio	Colorimétrico, cobaltinitrito

### 3.2.3 Análisis microbiológicos y parasitológicos de los compost.

Se tomaron sub muestras de un 1kg. de cada pila experimental, posteriormente se realizó la homogenización de las sub muestras y se tomó una muestra de 500 gr. para los análisis microbiológicos de compost de cada tratamiento, procediéndose a continuación a los análisis correspondientes en el laboratorio SERVILAB de la Blga. Catherine Sánchez Huaman, donde se utilizaron las siguientes técnicas de laboratorio:

**Tabla 22 .**

Metodología para el análisis microbiológico y parasitológico de los compost - DIGESA 2010 - DIGESA, 2017

Código	ENSAYO	UNIDADES	REFERENCIA DEL METODO
AC-LI-05	Numeración de Microorganismos aerobios mesófilos.	UFC/ml UFC/gr	Método horizontal para la numeración de microorganismos. Técnica de conteo de colonias a 30°C. ISO 4833:2003 (DIGESA 2010) .
AC-LI-05	Numeración de coliformes totales	NMP /100ml (carbonatadas) NMP /100ml (no carbonatadas)	Método de fermentación de tubos múltiples. APHA.AWW.WEF. Part. 9221B. 21th ed. 2005 (DIGESA 2010).
AM-PO-1.21	Numeración de coliformes fecales	NMP/gr NMP/ml	Método de fermentación de tubos

AC-LI-05	Detección de <i>Salmonella spp.</i>	Ausencia / presencia 25g o 25 ml	múltiples. APHA.AWW.WEF. Part. 9221 E- 2. 21th ed. 2005 (DIGESA 2010) . Método horizontal para detección de <i>Salmonella spp.</i> ISO-6579:2002 / Cor. 1:2004 (DIGESA 2010)
AP-PO-1.4	Determinación de parásitos	Número de organismos / mL	Concentración por centrifugación – flotación: Método de Faust (DIGESA, 2017). Evaluación de riesgos para la salud por el uso de aguas residuales en agricultura. Manual de metodología para el análisis microbiológico de aguas residuales y productos agrícolas (DIGESA, 2017). OPS/CEPIS. Margarita Aurazo. Lima, Perú. 1993.

### **3.2.4 Evaluación del rendimiento de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* con la aplicación del compost elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y ganado vacuno**

Se trabajo con plántulas de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*, por presentar condiciones de cultivo de tipo foliar, buscando una estandarización del tamaño de las plántulas, posteriormente se realizó el trasplante a las parcelas experimentales y la evaluación del efecto del compost por tratamiento.

#### **3.2.4.1 Acondicionamiento del área para el cultivo de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook***

Se uso el área de un Fitotoldo (con malla raschel) dentro de la planta de compostaje y relleno sanitario del gobierno local de Anta. Donde se instalaron la cama almaciguera y

las parcelas experimentales de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*

**Tabla 23.**

Codificación de los tratamientos empleados para el rendimiento de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*

Tratamiento	Composición del Compost	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
Tratamiento 1	Residuos sólidos orgánicos municipales 450kg + 50 Kg. de estiércol de cuy	T <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>	T <sub>1</sub>
Tratamiento 2	Residuos sólidos orgánicos municipales 450 kg + 50 Kg. de estiércol de ganado vacuno	T <sub>2</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>2</sub>
Tratamiento 3	Residuos sólidos orgánicos municipales 450 kg + 25 Kg. de estiércol de ganado vacuno + 25 Kg. de estiércol de cuy	T <sub>3</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>3</sub>
Tratamiento 4	Compost testigo (solo residuos sólidos orgánicos municipales)	T <sub>4</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>4</sub>
Tratamiento 5	Sin compost - testigo	T <sub>5</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>5</sub>

### 3.2.4.2 Muestreo del suelo inicial

Para muestrear el suelo se utilizó la técnica del cuarteo el día 03 de noviembre del 2020, posteriormente las muestras fueron mezcladas y homogenizadas, y se obtuvo una sub muestra de 1 kg. que fue remitida a la unidad de prestación de servicios de análisis químico de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.

### 3.2.4.3 Preparación de la cama almaciguera

El almacigado se realizó usando el método del voleo, en una cama preparada al costado de área experimental dentro del fitotoldo de la planta de compostaje.

Las dimensiones de la cama fueron 1 m. de ancho por 2 m. de largo y de 20 cm. De profundidad.

El sustrato para el almacigo se preparó de la siguiente manera:(Silva, 2017)

- 1/3 parte de tierra negra
- 1/3 parte de arena
- 1/3 tierra de cultivo

#### **3.2.4.4 Preparación del terreno**

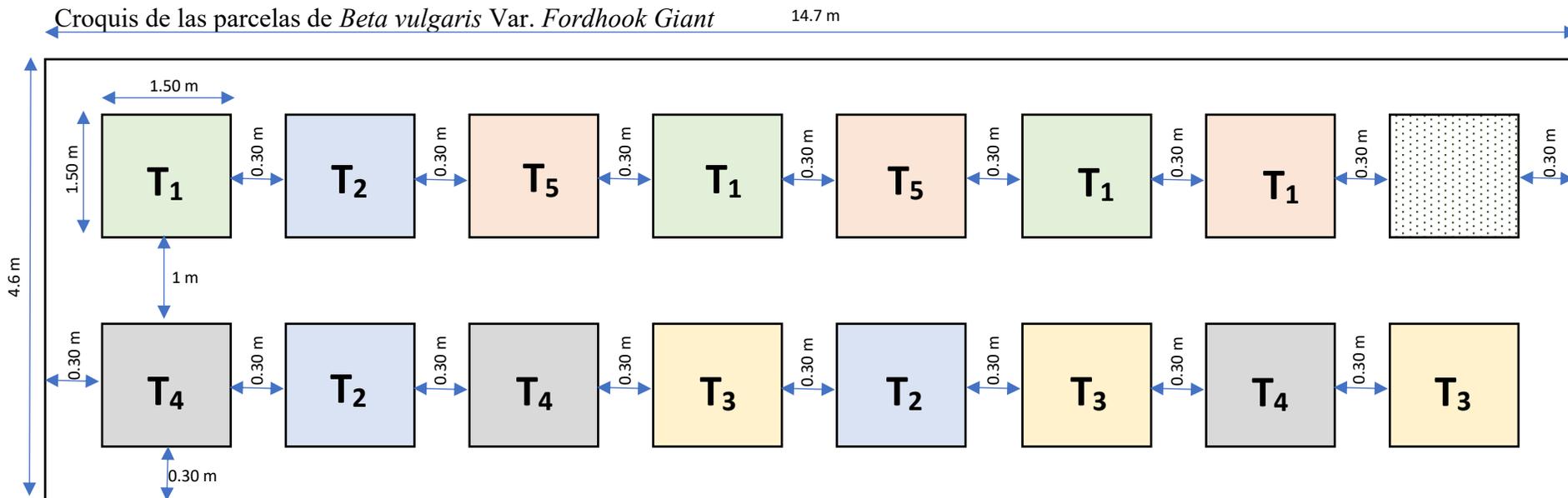
Con el uso de herramientas manuales se realizó el volteo del terreno y nivelado.

El marcado de las parcelas experimentales fue de acuerdo al diseño experimental completamente alazar (DCA) con medidas de 1.50m x 1.50m con sus respectivos pasadizos. Después de realizar la delimitación de las parcelas experimentales se procedió a aplicar el abonamiento los diferentes tipos de compost (3 kg/m<sup>2</sup> de compost por tratamiento) en cada parcela experimental, con 2 semanas de anticipación para garantizar la asimilación de los nutrientes.

#### **3.2.4.5 Trasplante de plántulas**

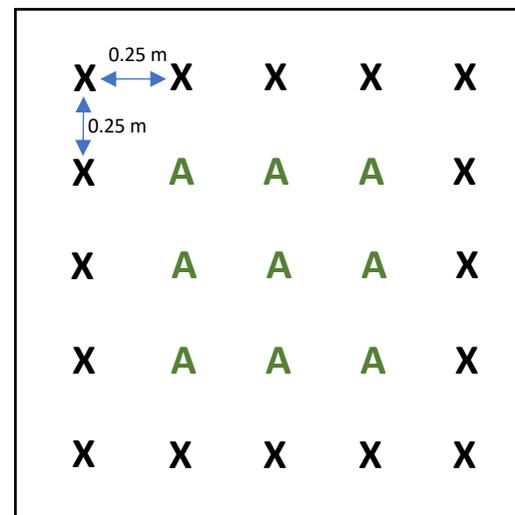
Cuando las plántulas presentaron 4 hojas verdaderas se realizó el trasplante a una distancia de 25 cm. entre plántulas y 25 cm entre hileras.

**Figura 15.**



**Figura 16.**

Croquis de una parcela de *Beta vulgaris* var. *Fordhook Giant*



**Leyenda**

Tratamiento	Composición del Compost	# Repetición
T <sub>1</sub>	ROSM 450kg + 50 kilos de estiércol de cuy	3
T <sub>2</sub>	ROSM 450 kg + 50 kilos de estiércol de ganado	3
T <sub>3</sub>	ROSM 450 kg + 25 kilos de estiércol de cuy + 25 kilos de estiércol de ganado	3
T <sub>4</sub>	Compost testigo (solo ROSM)	3
T <sub>5</sub>	Sin compost - testigo	3

Detalle:

-X: Plantas no evaluadas

-A: Plantas Evaluadas

-Distancia entre plantas: 0.30 m

-Distancia entre surcos: 0.30 m

-Ancho de la parcela: 1.80 m

-Largo de la parcela: 1.8 m

#### **3.2.4.5.1 Deshierbo**

Se realizó cada 15 días, para evitar la competencia con las plantas de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* cultivadas, se eliminaron plantas que compiten como las malezas: *Pennisetum clandestinum*, *calamagrostis* y nabo maleza.

#### **3.2.4.5.2 Riego**

El riego se efectuó cada 2 días con el uso de una maguera y una regadera, de manera homogénea evitando que se inunden los surcos.

#### **3.2.4.5.3 Control de plagas**

No se realizó, porque no se presentaron.

#### **3.2.4.5.4 Cosecha**

La cosecha se efectuó de manera manual el 5 de abril del 2021, con la ayuda de un cuchillo, con ello se extrajeron las plantas que mayor desarrollo, se recolectaron 10 plantas de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* por cada parcela experimental y en total sumaron 150 plantas, que se trasladaron del centro experimental a la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco Laboratorio C-228 de Escuela Profesional de Biología.

#### **3.2.4.6 Evaluación del rendimiento**

- **Para la Altura de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant***

Después de la cosecha a los 60 días cuando la planta obtuvo un periodo vegetativo, se realizó la evaluación de la altura, la medición se realizó desde el cuello de la *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* hasta la parte terminal de la misma.

- **Numero de Hojas**

Se realizó por conteo directo por planta de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* por cada tratamiento.

- **Porcentaje de materia seca o Biomasa:**

La biomasa fresca se llevó al laboratorio, donde se pesaron y posteriormente a eso

colocaron a estufa a 68° C por el periodo de dos días hasta obtener peso constante. Los datos se obtuvieron en la relación del peso seco entre el peso fresco por cien de cada planta.

### **3.2.5 Análisis e interpretación estadística de la información**

El análisis estadístico se realizó con los paquetes estadísticos, Statgraphics, SPSS y PAST

Primeramente, se realizó una prueba de normalidad, no presentaron una distribución normal la característica Biomasa fresca, biomasa seca y numero de hojas, por lo cual se usó una prueba no paramétrica de Kruskal – Wallis, al 5% de nivel de significancia, posteriormente se realizó una prueba de post hoc, para la determinación de que tratamiento está causando las diferencias significativas entre los tratamientos.

Para el caso de la característica altura que presento una distribución normal realizando la prueba paramétrica de ANOVA, posteriormente se realizó una prueba de post hoc, para la determinación de que tratamiento está causando las diferencias significativas entre los tratamientos

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### **4.1 Producción de compost, elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y de ganado vacuno**

El compostaje es un proceso biológico llevado a cabo por microorganismos, se deben tener en cuenta los parámetros que afectan su crecimiento y reproducción (FAO, 2013). Estos son temperatura, humedad y pH, factores que influyen durante el proceso de compostaje.

##### **4.1.1 Variación de la temperatura durante el proceso de compostaje.**

En la figura 17, se muestra el comportamiento de la temperatura durante el proceso de compostaje en los tratamientos 1, 2, 3, 4, donde se observó lo siguiente:

En el tratamiento 1, muestra que el valor de la temperatura inicial fue de 25.8° C para la fase mesófila, y se incrementó hasta los 64° C de temperatura máxima en la fase termófila o de higienización, de esta manera se garantizó la eliminación de microorganismos patógenos y posteriormente bajo a 23.8° C en su fase mesófila II o de enfriamiento.

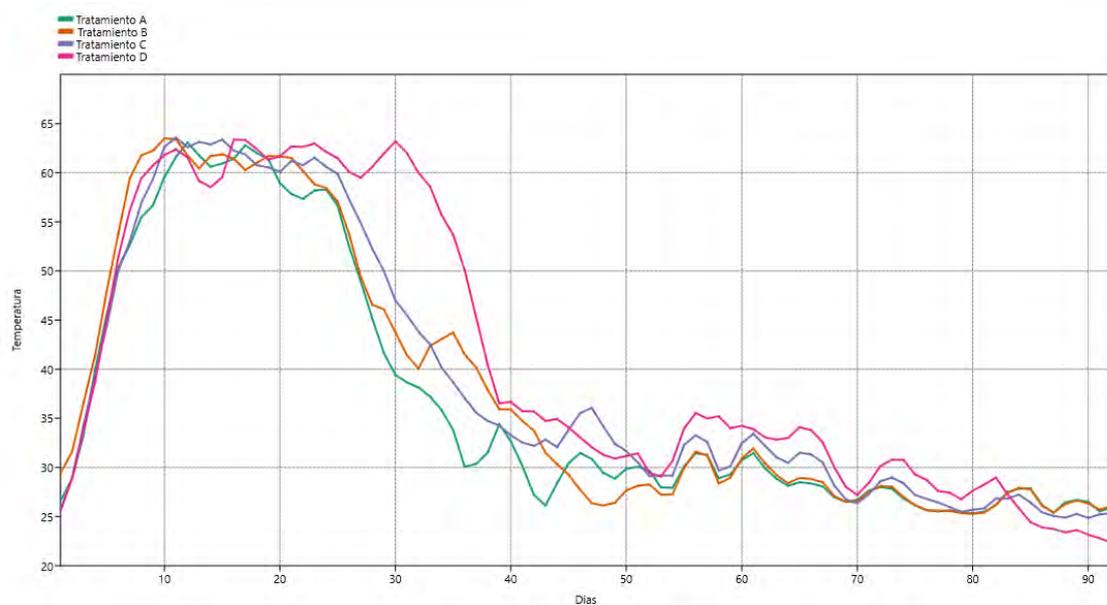
En el tratamiento 2, por otro lado, se muestra que el valor de la temperatura inicial fue de 28.7° C para la fase mesófila, y posteriormente se incrementó hasta llegar a los 65.3° C de temperatura máxima en la fase termófila o de higienización, de esta manera se garantizó la eliminación de microorganismos patógenos y posteriormente bajo a 23.7 ° C en su fase mesófila II o de enfriamiento.

En el tratamiento 4, por otro lado, se muestra que el valor de la temperatura inicial fue de 24.2° C para la fase mesófila, y posteriormente se incrementó hasta llegar a los 64.8° C de temperatura máxima en la fase termófila o de higienización, de esta manera se garantizó la eliminación de microorganismos patógenos y posteriormente bajo a 24.4° C en su fase mesófila II o de enfriamiento.

En el tratamiento 4, finalmente, se muestra que el valor de la temperatura inicial fue de 24° C para la fase mesófila, y posteriormente se incrementó hasta llegar a los 65.5° C de temperatura máxima en la fase termófila o de higienización, de esta manera se garantizó la eliminación de microorganismos patógenos y posteriormente bajo a 27.3° C en su fase mesófila II o de enfriamiento.

**Figura 17.**

Variación de la temperatura durante el proceso de compostaje



Según Castro & Oliva (2019). La variación de temperatura durante el proceso de compostaje tuvieron una temperatura inicial de 18°C a 19°C cercano a la temperatura ambiental en la fase mesofila I, en la fase termofila muestra una mayor temperatura con un valor de 60°C, al culminar el proceso la temperatura presento entre 18°C a 19°C, probablemente por el material organico inicial, el tiempo del proceso, la diferencia de climas y la alimentación con lixiviados que influyeron, mientras que en la presente investigación se observa un temperatura inicial entre 28.7° a 24° C y rapidamente a los 17 dias se observo una temperatura maxima de 65.5°C, culminando el proceso de a los 92 dias se observor una temperatura entre 26° a 22° C, debido

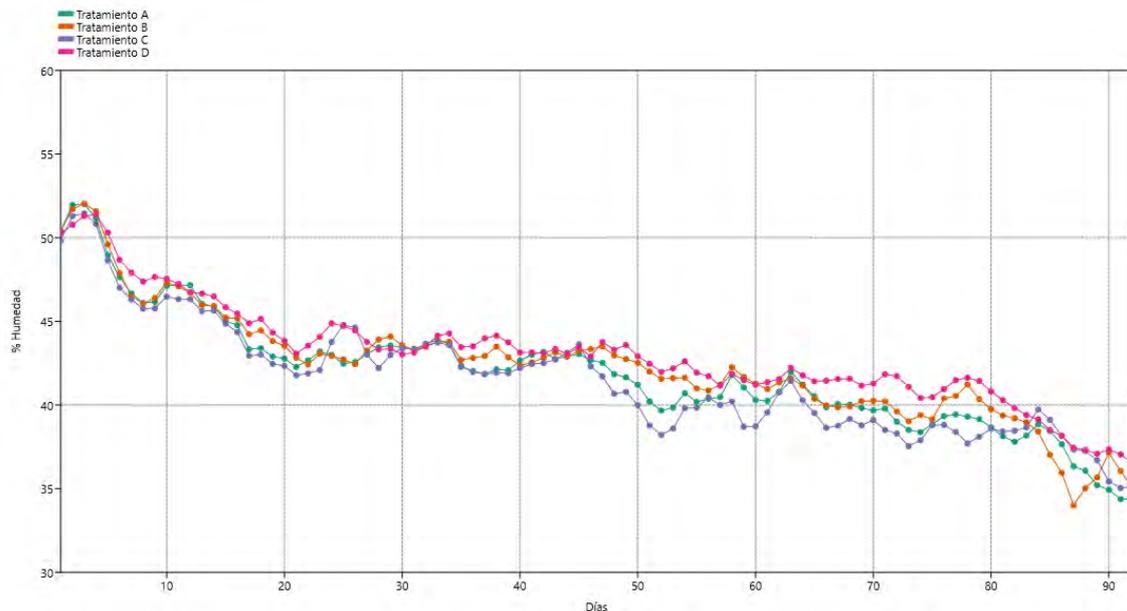
a que las fuentes de carbono y nitrógeno se ven agotadas, y se reinicia la actividad de organismos mesófilos.

#### 4.1.2 Variación de la Humedad durante el proceso de compostaje.

A continuación en la figura 18, se muestran los resultados de humedad, durante el proceso de compostaje, de los tratamientos 1, 2, 3, 4, se obtuvo una humedad inicial del 50 % en las pilas de compostaje, a los tres días del proceso se registró la humedad máxima por tratamiento, el tratamiento A: 54.65%, tratamiento B: 54.15%, tratamiento C: 54.36%, tratamiento D: 52.07%, y posteriormente se registró un descenso de la humedad, a valores para el tratamiento A: 31.45%, tratamiento B: 26.96%, tratamiento C: 29.13% y tratamiento D: 29.06%.

**Figura 18.**

Variación de la Humedad durante el proceso de compostaje.



Según Vera, (2018). Observo la evolución de la humedad durante el proceso de compostaje, con una humedad inicial entre 55-60 % y una humedad final de 36 % en promedio, en el caso de la presente investigación se registró una humedad inicial entre 49.96 a 50.50%, para el tercer día se registró un incremento de la humedad entre 52.07 a 54.65%, y al culminar el proceso de compostaje se registró una humedad de tratamiento A con 34.29 %, tratamiento B con 34.40, tratamiento C con 35.48 % y tratamiento D (Testigo) con 35.93 %.

### 4.1.3 Variación de la pH durante el proceso de compostaje.

En la Figura 19 se muestra el comportamiento del pH de los tratamientos A,B,C,D durante el proceso de compostaje, donde se observa:

En el tratamiento 1, al inicio del proceso registro un pH inicial de 4.02, a los 59 días del proceso se registró el pH máximo de 8.59, y posteriormente el pH en los últimos 15 días del proceso registraron valores cercanos a la neutralidad con un valor de 7.74

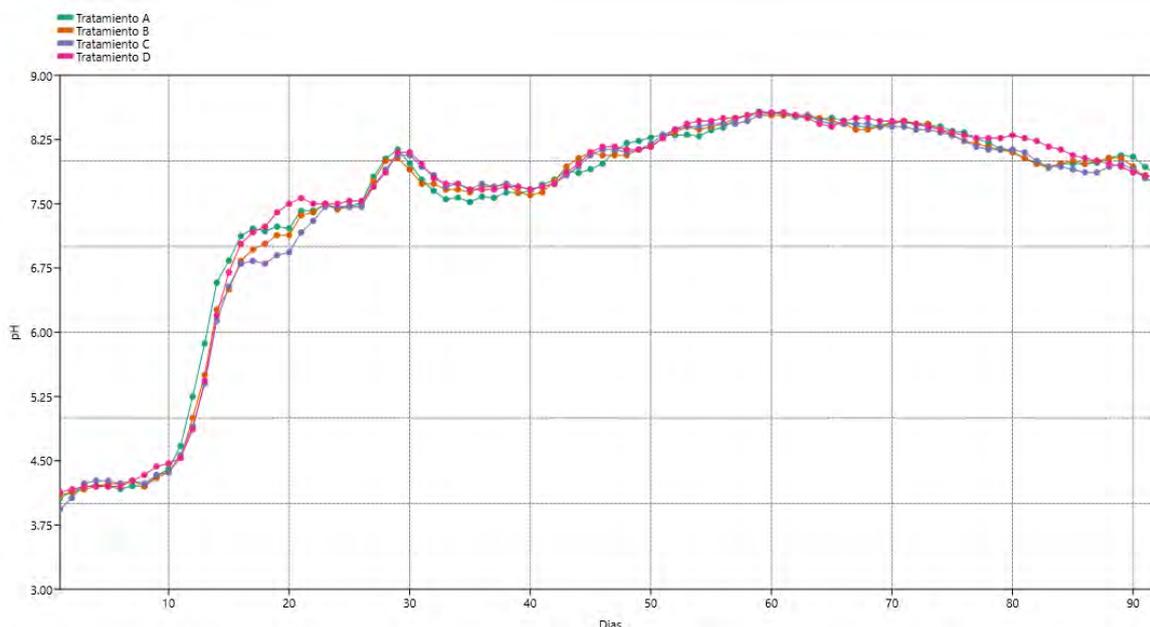
En el tratamiento 2, al inicio del proceso registro un pH inicial de 4.01, a los 62 días del proceso se registró el pH máximo de 8.60, y posteriormente el pH en los últimos 18 días del proceso registraron valores cercanos a la neutralidad con un valor de 7.7

El tratamiento 3, al inicio del proceso registro un pH inicial de 4.02, a los 59 días del proceso se registró el pH máximo de 8.6, y posteriormente el pH en los últimos 18 días del proceso registraron valores cercanos a la neutralidad con un valor de 7.7

El tratamiento 4, al inicio del proceso registro un pH inicial de 4.1, a los 67 días del proceso se registró el pH máximo de 8.59, y posteriormente el pH en los últimos 19 días del proceso registraron valores cercanos a la neutralidad con un valor de 7.8

**Figura 19.**

Variación de la pH durante el proceso de compostaje



Según Moreno (2008). El pH representa una influencia importante en el proceso de compostaje, gracias a la acción que cumple sobre el funcionamiento en los procesos microbiológicos.

Según Gomez Mamani, (2018). En su investigación estudio comparativo de la composición química elemental de compost a base de tres tipos de estiércol, al final de la etapa de maduración, concluidos 3 meses desde el inicio del proceso de compostaje, existo una leve tendencia al incremento en los valores del pH. todos los tratamientos presentan valores de pH dentro de los parámetros recomendados por la FAO (6.5 – 8.5), siendo el compost con estiércol de cuy el que presento el pH más alto (8.51) esto se atribuye a factores tales como ligeras diferencias en la aireación o humedecimientos en partes de la biomasa compostada. Mientras que en la presente investigación se observó un pH de 4 – 8 pH.

#### **4.1.4 Producción del compost elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y de ganado vacuno.**

En la tabla 24 se muestra los pesos iniciales y finales de las pilas de compostaje por cada tratamiento, donde el compost A, B, C y D tuvieron el mismo peso inicial de 1500kg. mientras que su peso final después del proceso de compostaje para el Compost A con 183.4 Kg, compost B con 185.4 kg., compost C con 183.2 y el compost D con 174.5 kg.

**Tabla 24.**

Producción del compost elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y de ganado vacuno.

TRATAMIENTOS	Compost A		Compost B		Compost C		Compost D	
	Peso Inicial (Kg)	Peso Final (Kg)						
<b>Repetición 1</b>	500	60.4	500	61.4	500	61.4	500	58.5
<b>Repetición 2</b>	500	62.4	500	61.4	500	60.4	500	57.5
<b>Repetición 3</b>	500	60.6	500	62.6	500	61.4	500	58.5
<b>TOTAL</b>	1500	183.4	1500	185.4	1500	183.2	1500	174.5
<b>Cosecha</b>	Peso total (Kg)	Cosecha						
<b>Compost</b>	183.4	50.3	185.4	51.5	183.2	51.4	174.5	58.5
<b>Porcentaje</b>	27.42 %		27.77 %		28.05 %		33.52 %	

Según lo que se observa en la tabla 24 el peso de cosecha de compost por cada tratamiento, donde el compost D (testigo) muestra un mayor valor con 58.5 kg., seguido del compost B con 51.4 kg, el compost C con 51.4 y el Compost A con 50.3 kg.

Según Castro & Oliva, (2019) el proceso de compostaje inicio con un peso de 500 kg. por tratamiento y obtuvo un peso final de 159 Kg. con su mejor tratamiento y una cosecha de 44.5 kg. , en el caso de esta investigación se inició con 500 kg. por tratamiento y se obtuvo 185.4 kg para el compost B con una cosecha de 51.5 kg que representa el 27.77% del peso final.

#### **4.2 Composición química del compost elaborado a base de estiércol de cuy y ganado vacuno.**

A continuación, se muestra los resultados de pH, % M O, Relación C/N y % N, P, K, luego del proceso de compostaje elaborado a base de estiércol de ganado vacuno y de cuy

Los resultados obtenidos en la tabla 25 muestra el análisis del pH para los diferentes tratamientos, para el Compost A: 7.80, para el compost B: 7.72, para el compost C: 7.96 y para

el compost D: 7.96, todos los tratamientos se encuentran dentro del rango óptimo de 6.5 – 8.5 de pH, propuesto por la Norma técnica peruana 201.208.2021 compost con residuos sólidos municipales.

Por otro lado también, en la tabla 15 se muestra los resultados del análisis del porcentaje de Materia Orgánica de los diferentes tratamientos, para el compost A: 33.60%, para el compost B: 35.96, para el compost C: 32.02% y para el compost D: 31.80%, todos estos valores superaron el límite mínimo de contenido de materia orgánica, que es  $\geq 20$  % de materia orgánica según la Norma técnica peruana 201.208.2021 compost con residuos sólidos municipales.

Con respecto al porcentaje de Nitrógeno el compost A presenta el máximo valor con 1.62 %, mientras que la NTP 201.208.2021 proponen valores de 0,3 % - 1,5% donde se observa que el valor obtenido es superior al valor establecido por la NTP 201.208.2021.

Con respecto al porcentaje de Fósforo el compost B presenta el máximo valor con 0.96%, que se encuentra dentro del rango de porcentajes de la NTP 201.208.2021 con valores de 0,1% - 1,0%

Así mismo con respecto al porcentaje de Potasio el compost D (Testigo), presento el valor máximo de 0.95 % que se encuentra dentro del rango de porcentaje de la NTP 201.208.2021 con valores de 0,3 % - 1,0%.

**Tabla 25.**

Análisis de los Parámetros químico de los tratamientos de compost.

Tratamiento	pH	Relación C/N	Materia Orgánica (MO)	N %	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	K <sub>2</sub> O %
Compost A	7.80	15.01	33.60 %	1.62	0.90	0.84
Compost B	7.72	15.31	35.96 %	1.57	0.96	0.78
Compost C	7.96	14.70	32.02 %	1.55	0.85	0.85
Compost D	7.96	13.69	31.80 %	1.53	0.85	0.95
<b>Rangos FAO-2013</b>	6,5 - 8,5	10:1 - 15:1	≥ 20 %	0,3 % - 1,5%	0,1% - 1,0%	0,3 % - 1,0%
<b>Rangos - NTP 201.208.2021</b>	6,5 - 8,5	25:1- 35:1	≥ 20 %	0,3 % - 1,5%	0,1% - 1,0%	0,3 % - 1,0%

Luego de tres meses todos los tratamientos obtuvieron valores de pH dentro de los rangos de la NTP 201.208.2021 de 6.5 – 8.5, donde el compost D (Compost testigo, solo con RSOM) y Compost C (compost elaborado a base de RSOM 450 kg + 25 Kg. de estiércol de cuy + 25 Kg. de estiércol de ganado vacuno) obtuvieron los valores máximos con 7.96, seguido del compost A (Compost elaborados a base de RSOM 450kg + 50 Kg. de estiércol de cuy) con 7.80 y por último el compost B (Compost elaborado a base de RSOM 450 kg + 50 Kg. de estiércol de ganado vacuno) con 7.72. Para la FAO, 2013, “el pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación. La mayor actividad bacteriana se produce a pH 6,0- 7,5, mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5,5-8,0. El rango ideal es de 5,8 a 7,2 y de acuerdo a los resultados del proceso de compostaje. Según Bueno y Diaz (2010), esta ligera alcalinización luego de proceso de compostaje se debe a la formación progresiva de amoníaco y perdidas de amoníaco por volatilización, por otro lado, la formación de compuestos húmicos en la etapa de maduración, presentan propiedades de buffer acercando a todo el sistema a la neutralidad”.

Según el estudio, el porcentaje de materia orgánica (MO) Varía entre 35.96 % para el compost B y 31.80%, porcentajes que se encuentran dentro de los rangos de la NTP 201.208.2021 para

compost elaborado a base de residuos sólidos municipales que establece los requisitos del compost, que es  $\geq 20\%$  de materia Orgánica, Según la FAO, (2013) “esto debido a los componentes ricos en lignina y celulosa con difícil degradación”. Según Cooperband et al. (2003), la estabilidad del compost se trata de la biodisponibilidad de la materia orgánica, refiriéndose a su grado de descomposición. según Barrena Gómez, (2006), “el conocimiento de la estabilidad biológica de la materia orgánica, ya sea durante la evolución de un proceso de tratamiento biológico como el compostaje, o bien en el producto final, puede ser de gran importancia tanto en el diseño como en la gestión de plantas industriales de tratamiento de residuos orgánicos”. Para Cabrera Córdova & Rossi Luna, (2016) “estas pequeñas Variaciones del porcentaje de materia orgánica que presentan los grupos en el proceso de compostaje que se debe por la proporción volumétrica en las formaciones establecidas, que a la calidad de las materias primas utilizadas”

Según FAO, (2013) la relación ideal de C/N del compost maduro (3 – 6 meses) es de 10:1 – 15, en el caso de la investigación el compost B obtuvo la mayor relación C/N de 15.31:1, seguido del compost A con 15.01:1 y el compost C con 14.70:1 y finalmente el compost D con 13.69:1, todos los tratamientos se hallan dentro de los rangos adecuados. Para NTP 201.208.2021, los tratamiento Compost A,B,C, y D registraron relaciones inferiores en comparación a la relación C/N, que se encuentran en rangos de 25:1-35:1sin embargo para Pérez R. (2010) “propone que un valor aceptable de C/N se encuentra entre 10 y 20, del mismo modo indica que los valores menores a 10 posee un liberación más rápida de nutrientes” que lo corrobora Gaind (2014) “que establece que los valores por debajo de ( $<10:1$ ) en el proceso de compostaje, sería un indicador de inestabilidad final del compost maduro”.

En caso de los porcentajes de nitrógeno obtenidos en la investigación los diferentes tratamientos se encuentran en los rangos de 1.53% y 1.62%. El compost D (Compost testigo – solo con RSOM) presento el menor porcentaje de nitrógeno con 1.53%. El compost A obtuvo

valores altos de porcentaje de nitrógeno, según Dupuis, (2008) “Los mejores estiércoles se obtienen de animales alimentados con forrajes verdes, además, es preferible utilizar el estiércol de animales criados bajo sombra debido a que estará menos expuesto al ambiente por lo que será más rico en microorganismos y se evitará la volatilización de nutrientes”. Según Soto & Melendez, (2004) “el nitrógeno, es un elemento frecuentemente utilizado como indicador de la calidad nutricional del compost, y que presenta mayores pérdidas por nitrógeno es cuando solo se composta material rico en celulosa y lignina encontrando perdidas de nitrógeno de un 16% hasta un 78%”. Todas las mezclas presentaron los valores altos al límite superior de los rangos recomendados por la NTP 201.208.2021 y la FAO (0.3% y 1.5%). Para los resultados de porcentaje de nitrógeno en todos los tratamientos se encuentran por encima del 1.5%. Para Paul y Clark (2006), “un compost con un porcentaje de nitrógeno aceptable debe ser mayor al 2 % de nitrógeno”.

Los resultados obtenidos en porcentaje de fósforo se encuentran entre los rangos de 0.85% Compost D y 0.96 % Compost B, los que se encuentran dentro cerca al límite superior de los rangos de un compost comercialmente aceptable según los parámetros de la NTP 201.208.2021 y la FAO 2013 que menciona que “el porcentaje de fósforo juega un papel importante en la transferencia de energía, por lo que es esencial en la eficiencia de la fotosíntesis”. El fósforo es deficiente en la mayoría de los suelos naturales o agrícolas o donde el pH limita su disponibilidad, favoreciendo la fijación. Según Russell (2002), “entre los compuestos orgánicos fosfatados como lípidos compuestos. Algunos de estos se encuentran combinados con proteínas o polisacáridos. Habitualmente estos compuestos fosfatados en gran parte como fósforo orgánico aparecen estar asociado a la fracción ácido fúlvico de la materia orgánica”. Y lo corrobora Gómez Mamani, (2018) “La Variación del porcentaje de fósforo en el proceso de compostaje al final de la etapa de maduración, se explica en la utilización en el catabolismo de ácidos nucleicos en los microorganismos vivos y en el fósforo disuelto es un producto de los

humedecimientos y su lixiviación al suelo, aunque este último fenómeno ocurriría en cantidades casi insignificantes, dadas las condiciones de riego de las pilas de compostaje”.

En la investigación el porcentaje de potasio se encuentran entre los rangos de 0.78% Compost B, y 0.95 % Compost D los que se encuentran dentro del rango de un compost comercialmente aceptable y cerca al límite superior según los parámetros de la NTP 201.208.2021 y la FAO 2013. Para Bohórquez Santana, (2019), “el potasio, en diferentes estudios han demostrado que su disponibilidad en el compost es similar a los fertilizantes minerales”. El porcentaje de potasio según la FAO, (2013) “juega un papel vital en la síntesis de carbohidratos y de proteínas, y por ende en la estructura de la planta. El potasio mejora el régimen hídrico de la planta y aumenta su tolerancia a la sequía, heladas y salinidad”. Las plantas bien provistas con potasio sufren menos de enfermedades.

### **4.3 Características microbiológicas del compost elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y ganado vacuno.**

#### **4.3.1 Evaluación Bacteriológica**

A continuación, se muestran los resultados bacteriológicos evaluados en los Compost A, B, C y D luego de 92 días de proceso de compostaje.

En la tabla 26 muestra las elevadas concentraciones de bacterias mesófilas que oscilan entre  $4.0 \times 10^6$  UFC/ml y  $6.0 \times 10^6$  UFC/ml, tanto en el compost testigo como en los diferentes tratamientos. Según la FAO, (2013) “Las bacterias mesófilas son aquellas que descomponen la materia orgánica a temperaturas que oscilan entre 30 y 40 °C y que pueden o no contener microorganismos patógenos.”(FAO, 2013)

Así mismo se observa que los resultados del grupo de coliformes totales, donde se evidencia una disminución con respecto a las bacterias mesófilas.

En la mayoría del grupo de coliformes fecales predomina el género *Escherichia*. Los resultados muestran que en los diferentes tratamientos se generó una disminución paulatina de las mismas en los diferentes tratamientos, siendo el tratamiento B con 28 NMP/gr y el tratamiento C con 21 NPM/gr los que presentaron mayores positivos, indicando la presencia de microorganismos patógenos.

**Tabla 26.**

Resultados bacteriológicos de los diferentes tratamientos de compost.

Tratamiento	Composición del Compost	Rcto.					
		Bacterias mesófilas viables UFC/ml	Coliformes totales NMP/100ml	Coliformes fecales NMP/gr	E. coli	Shigella	Salmonella
Compost A	RSOM 450kg + 50 Kg. de estiércol de cuy	3.0x10 <sup>5</sup>	100	14	(+)	(-)	(-)
Compost B	RSOM 450 kg + 50 Kg. de estiércol de ganado vacuno	6.0 x 10 <sup>6</sup>	150	28	(+)	(-)	(-)
Compost C	RSOM 450 kg + 25 Kg. de estiércol de cuy + 25 Kg. de estiércol de ganado vacuno	4.0 x 10 <sup>6</sup>	120	21	(+)	(-)	(-)
Compost D	Compost testigo (Solo RSOM)	4.0 x 10 <sup>6</sup>	75	0	(-)	(-)	(-)
<b>Valores - NTP 201.208.2021</b>		No aplica	No aplica	< a 1 000 NMP por gramo			Ausente en 25 gramos

En el presente estudio las poblaciones de coliformes fecales se encuentran entre 0 a 28 NMP/gr, siendo menores que los obtenidos en la cantidad de coliformes totales y que se encuentran por debajo del rango del límite superior de la NTP 201.208.2021 y la FAO (2013). Para Soto & Meléndez, (2004), “la inocuidad del compost se refiere a eliminar, en la medida de lo posible, la posibilidad de que el compost ocasione daños a la salud humana. Los coliformes fecales son unos de los principales problemas que aquejan a las enmiendas orgánicas obtenidas a partir de diferentes estiércoles”. Y según Gonzales Marquez et al., (2021) “la calidad sanitaria del compost determina su aptitud para diferentes usos, en su estudio observó ausencia de *Salmonella* spp. y *Pseudomona aeruginosa*, lo cual es de suma importancia dado que la

ausencia de la primera es un requisito indispensable requerido por la IFOAM (Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica) y que en el caso de la investigación todos los tratamientos presentaron ausencia de salmonella spp”. Según la FAO (2013) “la ausencia de Salmonella es un indicador importante del éxito de la fase termófila o higienización del proceso de compostaje”. Esto gracias a que la etapa de higienización o fase termófila presenta temperaturas por encima de los 55° C y la alta temperatura generada imposibilita la supervivencia de las bacterias y contaminantes de origen fecal como *E. Coli* y *Salmonella spp*. Sin embargo, todos los tratamientos presentaron positivo para la presencia de *E. coli*, para Cancino-Méndez et al., (2018) “la presencia de bacterias del grupo coliformes en los abonos orgánicos se considera como un criterio de contaminación y mala calidad sanitaria”. Según Guerrero & Monsalve (2017) “se ha demostrado que estas poblaciones de coliformes fecales aparecen en diferentes sustratos como el contenido ruminal y estiércol bovino e incluso la introducción por herramientas contaminadas que facilitan el proceso de compostaje”.

#### **4.3.2 Evaluación Parasitológica**

A continuación, se muestra los resultados del análisis parasitológico de los diferentes tratamientos. En la tabla 27 muestran que no se encontraron registros de la presencia de parásitos para todos los Compost A, B, C y D y con referencia a la Norma Técnica Peruana ningún tratamiento sobrepasa los valores referenciales por lo que todos los tratamientos cumplen este requerimiento.

**Tabla 27.**

Resultados parasitológicos de los diferentes tratamientos de compost

Tratamiento	Composición del Compost	Análisis Parasitológico	NTP 201.208.2021 – Huevos de helmintos viables
Compost A	RSOM 450kg + 50 Kg. de estiércol de cuy	Negativo	< 1 en 4 g de compost, en base seca
Compost B	RSOM 450 kg + 50 Kg. de estiércol de ganado vacuno	Negativo	
Compost C	RSOM 450 kg + 25 Kg. de estiércol de cuy + 25 Kg. de estiércol de ganado vacuno	Negativo	
Compost D	Compost testigo (Solo RSOM)	Negativo	

En el caso del estudio todos los tratamientos presentaron resultados negativos para el análisis parasitológico, según la FAO (2013), “la temperatura de la fase termófila fue superiores a los 55 °C lo que permitió la eliminación de quistes y huevos de helminto esporas de hongos fitopatógenos y semillas de maleza que pueden encontrarse en el material de partida, dando como resultado un producto higienizado”. Según Apaza & Astete, (2017), “la presencia de huevos de helmintos es una característica normal en la flora de los ganados vacunos debido a su dieta y los huevos de *Fasciola hepática* con mayor incidencia. Para el caso de estiércol de cuy la presencia de Huevos de *Taenia sp.* fueron los que en su estudio presentaron mayor concentración”.

#### 4.4 Rendimiento de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* con la aplicación de los diferentes compost.

##### 4.4.1 Producción de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook* con la aplicación de compost

La tabla 28 muestra la biomasa fresca, seca, numero de hojas y altura de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook* donde el tratamiento 1 compost elaborado con residuos sólidos municipales y estiércol de cuy obtiene los valores más altos, mientras que el tratamiento 4 compost testigo elaborado solo con residuos sólidos orgánicos municipales poseen los valores mas bajos.

**Tabla 28.**

Rendimiento en *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* con la aplicación de compost elaborados a base de estiércol de cuy y de ganado vacuno

Tratamiento	Composición del Compost	Biomasa fresca Promedio (gr)	Biomasa seca promedio (gr)	Número de hojas	Altura de <i>Beta vulgaris</i> Var. <i>Fordhook Giant</i>
Tratamiento 1	RSOM 450kg + 50 Kg. de estiércol de cuy	100.7	11.7	10	38.4
Tratamiento 2	RSOM 450 kg + 50 Kg. de estiércol de ganado vacuno	58.4	6.9	11	28.4
Tratamiento 3	RSOM 450 kg + 25 Kg. de estiércol de cuy + 25 Kg. de estiércol de ganado vacuno	47.8	5.8	10	27.8
Tratamiento 4	Compost testigo (Solo RSOM)	42.1	5.5	10	26.3
Tratamiento 5	Sin compost	28.1	2.8	7	21.2

### Prueba de Normalidad

Los resultados del test de normalidad de las características (Biomasa fresca, biomasa seca, numero de hojas y altura de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*, los datos recolectados de la altura de la *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* presento una distribución normal, por lo que esta característica será evaluada con una prueba paramétrica ANOVA. (Ver anexo N°4)

Mientras que las características como: Biomasa Fresca, Biomasa Seca y numero de Hojas, presentaron una distribución no normal, por lo que estas serán evaluadas con la prueba Kruskal-Wallis prueba no paramétrica (Ver anexo N°4)

### Análisis de Varianza Paramétrico – ANOVA

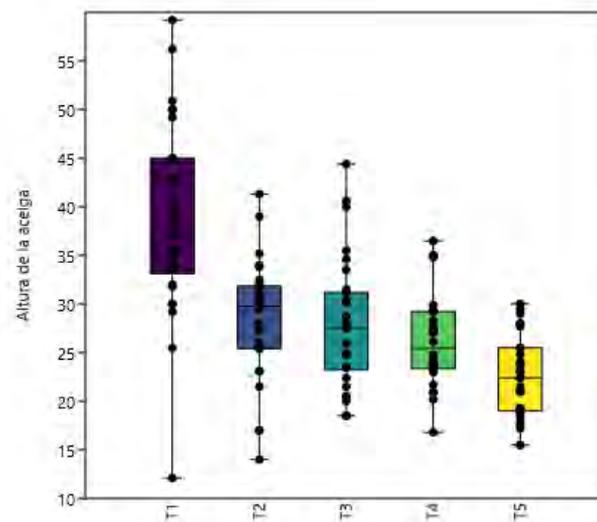
#### a) Altura

Para la característica altura, los resultados de la prueba ANOVA para un nivel de significación del 5%, obtuvo un “p” valor de 1.518e-15, el cual es menor a 0.05, por tanto **se puede afirmar que existe efecto de los distintos tratamientos sobre la altura de la *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* .**

En la figura 14 se pudo observar que el T1 (parcelas con compost elaborados con Residuos sólidos orgánicos municipales 450 kg + 50 Kg. de estiércol de cuy) presenta diferencias significativas respecto al tratamiento 2, 3, 4 y 5, mientras que el tratamiento 5 (Parcelas sin compost) presenta diferencias significativas respecto al tratamiento 2, 3 y 4.

**Figura 20.**

Box plot de la altura de la *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*



De las 30 muestras tomadas para cada tratamiento, se puede observar los valores mínimos, máximos, y la media. Respecto a la altura de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*, el tratamiento con el que *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* presento mayor crecimiento es el T1 (Parcelas con compost elaborado en base a Residuos sólidos orgánicos municipales 450kg. + 50 Kg. de estiércol de cuy) con media de 38.43 cm y el tratamiento con el que menos creció *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* fue el T5 (Sin compost) con media 22.47 cm.

## Análisis de Varianza no Paramétrico – Prueba Kruskal - Wallis

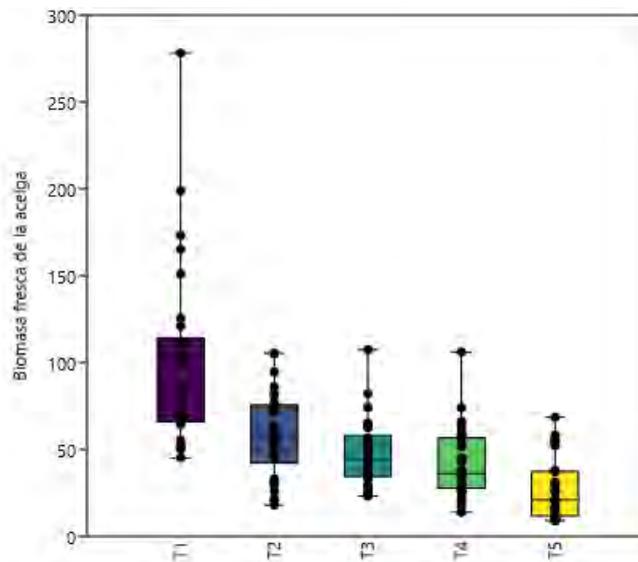
Los resultados de la prueba de Kruskal Wallis para un nivel de significación del 5%, se encontró que, se obtuvo un “p” valor son menores a 0.05 y **se puede afirmar que existe efecto de los distintos tratamientos sobre la biomasa fresca, biomasa seca y numero de hojas de la *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* .**

### a) Biomasa fresca

En la figura 15, el tratamiento 1 (parcelas con compost elaborados con RSOM 450 kg + 50 Kg. de estiércol de cuy) presenta diferencias significativas respecto al tratamiento 2, 3, 4 y 5, mientras que el tratamiento 2 (Parcelas con residuos sólidos orgánicos municipales 450 kg + 50 Kg. de estiércol de ganado vacuno) presenta diferencias significativas respecto al tratamiento 4 y 5, por otro lado, el tratamiento 5 (Parcelas sin compost) presenta diferencias significativas respecto al tratamiento 3 y 4.

### Figura 21.

Box plot de la biomasa fresca de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* .



De las 30 muestras tomadas para cada tratamiento, se puede observar los valores mínimos, máximos, y la media. Respecto a la biomasa fresca de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* , el

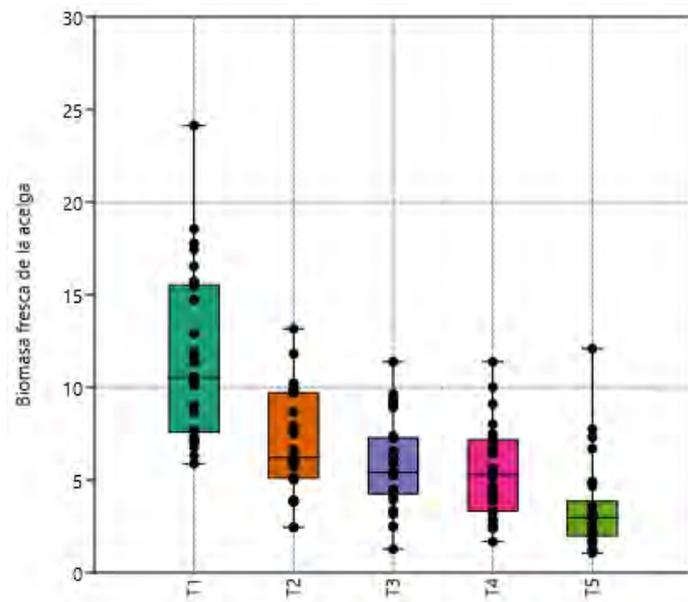
tratamiento con el que *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* presento mayor desarrollo es el T1 (Parcelas abonadas con compost elaborados en base a Residuos sólidos orgánicos municipales 450kg + 50 Kg. de estiércol de cuy) con media de 100.75 gr. y el tratamiento con el que menos creció *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* fue el T5 ( parcelas sin compost) con media 27.21gr.

### b) Biomasa seca

En la figura 16, el tratamiento 1 (parcelas aplicadas con compost elaborados con RSOM 450 kg + 50 Kg. de estiércol de cuy) presenta diferencias significativas respecto al tratamiento 2, 3, 4 y 5, mientras que el tratamiento 2 (Parcelas abonadas con residuos sólidos orgánicos municipales 450 kg + 50 Kg. de estiércol de ganado vacuno) presenta diferencias significativas respecto al tratamiento 5, por otro lado, el tratamiento 5 (Parcelas sin compost) presenta diferencias significativas respecto al tratamiento 3 y 4.

### Figura 22.

Box plot de la biomasa fresca de la *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* .



De las 30 muestras tomadas para cada tratamiento, se puede observar los valores mínimos, máximos, y la media. Respecto a la biomasa seca de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* , el tratamiento con el que *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* presento mayor desarrollo es el T1

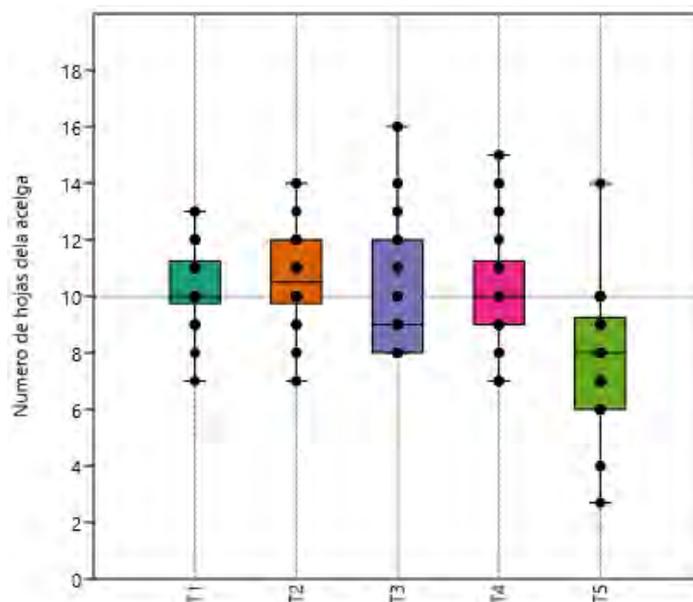
(Parcelas abonadas con compost elaborados a base de RSOM 450kg + 50 Kg. de estiércol de cuy) con media de 11.69 gr. y el tratamiento con el que menos creció *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* fue el T5 ( Parcelas sin compost) con media 3.41gr.

### c) Numero de Hojas

En la figura 17, el tratamiento 5 (parcelas sin compost) presenta diferencias significativas respecto al tratamiento 1, 2, 3 y 4 .

### Figura 23.

Box plot del número de hojas de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*



De las 30 muestras tomadas para cada tratamiento, se puede observar los valores mínimos, máximos, y la media. Respecto al número de hojas de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* , el tratamiento con el presente mayor número de hojas, lo desarrollo es el T2 (Parcelas abonadas con compost a base de RSOM 450 kg. + 50 Kg. de estiércol de ganado vacuno) con media de 11 hojas. y el tratamiento con la menor cantidad de hojas de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* fue el T5 (Parcelas sin compost) con media 8 hojas.

## 4.4.2 Análisis multivariado del rendimiento en *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*

### 4.4.2.1 Prueba de esfericidad de Bartlett<sup>a</sup>

Con el fin de probar que entre las características biomasa fresca, biomasa seca, número de hojas y altura estén inter correlacionadas se realizó una prueba de Bartlett, donde se aplicó un análisis factorial, que se detalla en la tabla 19.

*H<sub>0</sub>*: No existe correlaciones significativas entre las Variables

*H<sub>a</sub>*: Si existe correlaciones significativas entre las Variables

**Tabla 29.**

Prueba de esfericidad de Bartlett<sup>a</sup>

Prueba de esfericidad de Bartlett <sup>a</sup>	
Aprox. Chi-cuadrado	1338,391
gl	9
Sig.	,000

En la tabla 29 se muestra la prueba de esfericidad de Bartlett, donde según el p valor (sig) = 0.000 < 0.05, se rechaza la *H<sub>0</sub>*, y concluimos de manera multivariada gracias a la prueba de esfericidad de Bartlett<sup>a</sup> que las Variables si presentan correlaciones significativas, por tanto, podemos utilizar la prueba del análisis multivariado de la Varianza.

### 4.4.2.2 MANOVA: Análisis Multivariado de la Varianza

Se realizó una prueba de análisis multivariado de la Varianza que se detalla a continuación, con una prueba de hipótesis.

*H<sub>0</sub>*:  $\vec{\mu}_1 = \vec{\mu}_2 = \vec{\mu}_3 = \vec{\mu}_4 = \vec{\mu}_5$  (no existe efecto de los tratamientos (compost) sobre las características biomasa fresca, seca, no de hojas y altura)

*H<sub>a</sub>*: *Algun*  $\vec{\mu}_i \neq \vec{\mu}_j$  (si existe efecto de los tratamientos (compost) sobre las características biomasa fresca, seca, no de hojas y altura)

**Tabla 30.**

Análisis Multivariado de la Varianza

	Efecto	Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Sig.
TRAT	Traza de Pillai	1,462	16,698	20,000	580,000	,000
	Lambda de Wilks	,011	69,148	20,000	471,911	,000
	Traza de Hotelling	50,686	356,067	20,000	562,000	,000
	Raíz mayor de Roy	49,890	1446,818 <sup>b</sup>	5,000	145,000	,000

Según la tabla 30, se observa el análisis multivariado de la Varianza, donde la prueba de traza de Pillai obtiene un p valor (sig) menor de 0.05, del mismo modo la prueba de Lambda de Wills obtiene un p valor (sig) menor a 0.05, la prueba de traza de Hotelling obtuvo un p valor (sig) menor a 0.05 y finalmente la raíz mayor de Roy obtuvo un p valor (sig) menor a 0.05, se rechaza la  $H_0$  y concluimos que si existe diferencia entre las medias de los grupos por lo tanto si existe efecto de los tratamientos (compost) sobre las características biomasa fresca, seca, numero de hojas y altura.

La tabla 31 nos muestra los resultados del rendimiento de *Beta. Vulgaris* Var. *Fordhook Giant* siendo el mayor rendimiento para el tratamiento T1 (compost elaborado a base de RSOM 450kg + 50 Kg. de estiércol de cuy) para biomasa fresca con 1.119 kg/m<sup>2</sup> o 11.19 Tn/Ha, y T5 (parcelas sin compost) obtuvo el menor rendimiento con 0.313 kg/ m<sup>2</sup> o 3 Tn / Ha. 83

Para el caso del rendimiento de la biomasa seca el tratamiento T1 obtuvo el mayor rendimiento de 0.130 kg/m<sup>2</sup> o 1.3 Tn /Ha.

**Tabla 31.**Influencia de los tratamientos sobre el rendimiento de *Beta. Vulgaris* Var. *Fordhook Giant*

Tratamiento	Composición del Compost	Biomasa fresca Promedio (gr)	Biomasa seca promedio (gr)	Rendimiento – Biomasa fresca (kg/m <sup>2</sup> )	Rendimiento – Biomasa seca (kg/m <sup>2</sup> )
Tratamiento 1	RSOM 450kg + 50 Kg. de estiércol de cuy	100.7	11.7	1.119	0.130
Tratamiento 2	RSOM 450 kg + 50 Kg. de estiércol de ganado vacuno	58.4	6.9	0.649	0.077
Tratamiento 3	RSOM 450 kg + 25 Kg. de estiércol de cuy + 25 Kg. de estiércol de ganado vacuno	47.8	5.8	0.531	0.064
Tratamiento 4	Compost testigo (Solo RSOM)	42.1	5.5	0.468	0.061
Tratamiento 5	Sin compost	28.1	2.8	0.313	0.031

Los valores del rendimiento de *Beta. Vulgaris* Var. *Fordhook Giant* en caso del T1 es de 1.119 kg/m<sup>2</sup> que se obtuvieron con la aplicación de compost a base RSOM y estiércoles de cuy, que es 400 gramos más por metro cuadro que lo producido con el compost a partir de RSOM y estiércoles de ganado vacuno y 800 gr/m<sup>2</sup> en relación al testigo. Según Rodríguez Guerra et al., (2014) “esto se debe a que la planta en su desarrollo fue capaz de aprovechar los nutrientes en función a su rendimiento”. Para Domínguez (1998) “el rendimiento de acelga depende del tipo de Variedad, y que se encuentra en un rango de 0.75 kg/m<sup>2</sup> o 1 kg/m<sup>2</sup>”.

Por otra parte, es importante mencionar que la producción es menor si se compara con la producción de acelga de forma comercial (con la aplicación de fertilizantes sintéticos) donde los rendimientos promedios en *Beta. Vulgaris* Var. *Fordhook Giant* superan los 2.73 kg/m<sup>2</sup>. Según Rodríguez Guerra et al., (2014), esto se debe a la concentración de NPK y el porcentaje de humedad del proceso tecnificado para obtener mayor producción y influye directamente en los procesos fotosintéticos

## CONCLUSIONES

1. El compostaje elaborado a base de 2 tipos de estiércol de cuy y ganado vacuno muestra una mayor producción para el Compost B (Elaborado a base de residuos sólidos orgánicos municipales 450kg + 50 Kg. de estiércol de ganado), con 185.4 kg de compost y una cosecha de 51.5 kg.
2. El Compost A (Elaborado a base de residuos sólidos orgánicos municipales 450kg + 50 Kg. de estiércol de cuy) en cuanto a su composición química ha mostrado mejores características habiendo obtenido un pH final de 7.80, un porcentaje de material orgánico equivalente al 33.60%, las relaciones C/N 15.01 y mayores concentraciones porcentuales de N con valores de 1.62 %, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> con 0.90 % y K<sub>2</sub>O con 0.84% respectivamente.
3. El compost A (Elaborado a base de RSOM 450kg + 50 Kg. de estiércol de cuy) en cuanto a la composición microbiológica de igual forma, ha presentado menor cantidad de organismos patógenos con 28 NMP/gr, estando muy por debajo del límite máximo permisible de 1000 NMP/gr, y negativo para la presencia de parásitos.
4. En la investigación el tratamiento T1 (parcelas con abonamiento de compost a base de residuos sólidos orgánicos municipales 450kg + 50 Kg. de estiércol de cuy) ha mostrado y generado mayor rendimiento en el desarrollo de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* con una producción promedio 1.119kg/m<sup>2</sup> seguido del tratamiento T2 (parcelas con abonamiento de compost a base de residuos orgánicos municipales 450kg + 50 Kg. de estiércol de ganado vacuno) con 0.649 kg/m<sup>2</sup>
5. Es efectivo el uso del compost, elaborado a base de dos tipos de estiércol de cuy y de ganado vacuno en, el rendimiento de *Beta, vulgaris* var. *Fordhook, Giant*

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda ampliar la investigación para la obtención de compost, probando diferentes tipos de residuos sólidos orgánicos y su calidad con el fin de usarlos para la aplicación en cultivos de la región e incentivando así la modificatoria del Decreto Supremo N° 044-2006-AG (Aprobado el 14 de julio del 2006) “que aprueba el reglamento técnico para los productos orgánicos en su artículo 11, prohíbe el uso de fertilizantes derivados de excrementos humanos, basura doméstica urbana y/o aguas servidas, excepto para proyectos no alimentarios (forestales, paisajístico y ornamentales) avalados por el organismo de certificación”.
- Adicionar enzimas o microorganismos selectos al proceso de compostaje enriquecidos con residuos del sector agricultura, especialmente estiércol, con la finalidad de acelerar y generar calidad en el proceso para mejorar la fase termófila y obtener un compost libre de patógenos.
- Mejorar las actividades de sensibilización en el programa de segregación en la fuente, en razón a que el material obtenido para la producción de compost no presento una buena segregación, donde se encontraron dentro de los materiales a compostar, pilas, clavos, plásticos de un solo uso y heces de animales domésticos (perros gatos) lo cual influye de forma negativa en la calidad del compost, por ende se requiere que la población realice una segregación más fina y que el producto final cuente con mejores características para uso con diferentes fines.

## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta, C., Cardoso, L., Solis, O., & Villegas, O. (2013). *Precomposteo de residuos orgánicos y su efecto en la dinámica poblacional*. Redalyc, 15.
- Acosta Proaño, F. E. (2015). *Respuesta del cultivo de Acelga (Beta vulgaris Var. cicla L.) a la fertilización orgánica foliar*.
- Álvarez de la Puente, J. (2010). *Manual de Compostaje para la Agricultura Ecológica* (2da. Edici).
- Andalucía Luz. (2000). 3. *Sistemas y Técnicas Para el Compostaje*. Junta de Andalucía, 1, 7.
- Apaza, L., & Astete, A. (2017). *Evaluación De La Efectividad De Biol Obtenido Por Fermentación De Microorganismos Eficaces En Residuos Orgánicos Provenientes De La Actividad Agropecuaria - Cusco*. Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco, 230.
- Aparicio, V. et al. (1998). Plagas y enfermedades en cultivos hortícolas de la provincia de Almería. Control racional. Informaciones Técnicas 80/98. Consejería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.
- Atlas, R., & Bartha, R. (2002). *Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental*. Madrid, España: Cuarta Edición Pearson Education S.A.
- Barrena Gómez, R. (2006). *Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso*.
- Bellapart, C. 1996. Nueva agricultura biológica en equilibrio con la agricultura química. Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona, España, 298p.
- Bernal, M., Moral, R., Clemente, R. y Paredes, C. (Eds.). *Sustainable Organic Waste Management for Environmental Pollution and Food Safety*, Vol. 2. Centro de Edafología y Biología Aplicada de Segura–Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Murcia, España
- Bohórquez Santana, W. (2019). *El proceso de compostaje*. <https://ciencia.lasalle.edu.co/librosprocesodecompostaje>"
- Bonifacio, Y., Buendía, J., & Eguizabal, R. (2015). *DIA - Proyecto de infraestructura de tratamiento y disposición final de residuos sólidos del ámbito Municipal, Distrito Anta, Provincia Anta, Cusco. 1*.
- Bollo, E. 1999. Lombricultura, una alternativa de reciclaje. Ediciones Mundi-Prensa, Barcelona, España. 150p.
- Borrero, C. (2009). *Abonos orgánicos*. Abonos orgánicos para una producción sana. Guaviare, Colombia.
- Bueno P, Díaz M, Cabrera F, (2010) *Factores que afectan el proceso de compostaje*. Universidad de Huelva. Departamento de Ingeniería Química, Química Física y Química Orgánica. España. 14 p.

- Cabrera Córdova, V. C., & Rossi Luna, M. G. (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. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 0(0), 101.  
<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/2251?show=full>
- Cancino-Méndez, G., M., R.-U. E., & G., H.-C. F. (2018). La inocuidad de lixiviados de biofertilizantes factor de calidad para uso en agricultura orgánica. *Revista Del Centro de Graduados. Instituto Tecnológico de Mérida*, 33(72), 121–125.
- Castro, N., & Oliva, M. (2019). *Producción de Compost con aplicación de Lixiviados y Efecto en el rendimiento del cultivo de Lactuca sativa l Variedad Waldmans green EN SAN JERÓNIMO - CUSCO.*
- Chumbipuma, L. (2017). “Densidad de siembra y Abonos foliares en la producción Orgánica de Acelga (*Beta vulgaris l. Var. cicla*) en la Molina.” 100.
- Coila B, M. A. (2017). “Efecto del estiércol de lombriz y ovino en la producción de Acelga (*Beta vulgarisL.*) EN INVERNADERO -PUNO.”
- Congreso Constituyente Democrático. (1993). *Constitución Política del Perú de 1993.*
- COP 21, A. de P. (2015). *Contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC) | CMNUCC.* <https://unfccc.int/es/process-and-meetings/the-paris-agreement/nationally-determined-contributions-ndcs/contribuciones-determinadas-a-nivel-nacional-ndc>
- Cordero Beltran, I. M. (2010). *Aplicación de biol a partir de residuos: ganaderos, cuy y gallinaza, en cultivo de Raphanus sativus para la determinar su incidencia en la calidad del suelo para agricultura.* Cuenca, Ecuador.
- Cooperband, L.R., A.G. Stone, M.R. Fryda y J.L. Ravet (2003). Relating compost measures of stability and maturity to plant growth. *Compost Science & Utilization* 11(2), 113-124.
- Cumpa, Z. E. (2016). Respuesta del Cultivo de Lechuga (*Lactuca sativa l.*) al uso de Abonos Orgánicos en el Sector la Balsa, Santa Ana – la Convencion. Cusco, Peru. Obtenido de  
<http://repositorio.unsaac.edu.pe/bitstream/handle/UNSAAC/1880/253T20160770.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Decreto Supremo N° 023-2021-MINAM ( 25 de julio de 2021) que aprueba la Política Nacional del Ambiente al 2030 .* (2021, July 25). Normas Legales, N° 1976351-1. Diario Oficial El Peruano. <https://spij.minjus.gob.pe/spij-ext-web/buscador-avanzado>
- D. S. N° 014-2017-MINAM. (2017). Reglamento del Decreto Legislativo N° 1278, Decreto Legislativo que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. *El Peruano*, 32. <http://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/nueva-ley-de-residuos-solidos/>

- Decreto Supremo N° 016-2012-AG Aprueban Reglamento de Manejo de los Residuos Sólidos del Sector Agrario. (2012). In *Normas legales, N° 478535. Diario Oficial el Peruano*.
- Decreto Supremo N° 044-2006-AG que aprueba el reglamento técnico para los productos orgánicos. (2006). In *Diario Oficial el Peruano 323611* (pp. 1–12).
- DEFRA. (2010). *2010 Guidelines to Defra / DECC's GHG Conversion Factors for Company Reporting Produced by AEA for the Department of Energy and Climate Change (DECC) and the Department for Environment, Food and Rural Affairs (Defra) Version 1.2.1 FINAL*.
- DIGESA. (2017). *Listados de Ensayos Implementados Version 05. 02*, 15.
- DIGESA. (2010). *Listado de ensayos implementados en control ambiental - DIGESA*. el peruano, pág. 14 - 17.
- D.L. N° 1278. (2016). Decreto Legislativo N°1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. In *Diario Oficial El Peruano* (Vol. 6). Diario Oficial el Peruano.
- Dupuis, I. (2008). Guía para la intervención municipal sobre residuos agrarios. In *Sociedad Cooperativa del Campo La Candelaria, Tenerife, España*.
- Domínguez, (1998). *Biblioteca de la Agricultura*. 2da Edición. Editorial Lexus. Barcelona, Es. 167-170.p
- Doza Chujutalli, G. d. J. (2019). *Dosis de estiércol de vacuno compostado con microorganismos eficaces y su efecto en las características agronómicas y rendimiento de forraje de amasisa (Erythrina sp.) en el fundo Zungarococha, Perú - 2017*
- FAO. (2013). Manual de compostaje del agricultor. In *Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe*. <http://www.fao.org/3/a-i3388s.pdf>
- Félix -Herrán, J. A., Sañudo -Torres, R. R., Rojo -Martínez, G. E., Martínez -Ruiz, R., & Olalde -Portugal, V. (2008). *IMPORTANCIA DE LOS ABONOS ORGÁNICOS IMPORTANCE OF ORGANIC MANURES* (Vol. 4).
- Flete Estrada, A., Cáribas, A., Payares, G., & Villarroel-Dorrego, M. (2014). Cambios histopatológicos de la mucosa bucal de ratas expuestas al humo de cigarrillos. *Avances En Odontostomatología*, 30(4), 219–225. <https://doi.org/10.4321/s0213-12852014000400005>
- Gladius A. L. (2018). *Diagnóstico y Propuestas de Mejora al Marco Jurídico Regional en materia de Calidad de Aire*. 1–124.
- Gomez Mamani, E. (2018). Estudio comparativo de la composición química elemental de compost a base de tres tipos de estiércol, Arequipa, 2017. *Universidad Privada Autónoma Del Sur*, 1–103. [http://repositorio.upads.edu.pe/handle/UPADS/17%0Ahttp://repositorio.upads.edu.pe/bitstream/UPADS/17/2/TESIS EDBERTA GOMEZ MAMANI.pdf](http://repositorio.upads.edu.pe/handle/UPADS/17%0Ahttp://repositorio.upads.edu.pe/bitstream/UPADS/17/2/TESIS%20EDBERTA%20GOMEZ%20MAMANI.pdf)

- Gonzales Marquez, L. C., Gastélum, R. F., Sandoval Romero, J. A., Escobedo Uriaías, D. C., & Longoria Espinoza, R. M. (2021). Characterization of biofertilizers used in the agricultural valley of Guasave, Sinaloa, Mexico. *Terra Latinoamericana*, 39. <https://doi.org/10.28940/TERRA.V39I0.859>
- Guerrero, A. 1996. El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos. Ediciones Mundi-Prensa, Bilbao, España. 206p.
- Guerrero, J. & Monsalve, J. (2007). *Evaluación del compostaje de subproductos derivados del sacrificio y faenado del ganado*. Universidad Tecnológica de Pereira. Colombia. Disponible en: <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/handle/11059/696>  
Accesado en: 23/04/2015
- Guato Cando, C. A. (2015). Evaluación del Efecto del Compost Generado en la Empresa Publica Mancomunada de Aseo Integral Patatepelileo "Emmait-Ep" en la Producción Limpia, en el Rendimiento de Dos Variedades de Lechuga (*Lactuca sativa*). Cevallos, Ecuador.
- Hartwigsen, J. y M. R. Evans. (2000). *Humic acid seed and substrate treatments promote seedling root development*. *Hort. Science* 35 (7): 1231-1233.
- Huaman, V. (2010). *Evaluación de Tres fuentes orgánicas (ovinos, cuy y gallinaza) en dos híbridos de cebolla (Allium cepa) en el barrio Tiobamba, Parroquia Eloy Alfaro, Canton Latacunga, Provincia de Cotopaxi*.
- INACAL. (2019). *Norma Técnica Peruana 900.058 - Gestión de Residuos. Código de colores para el almacenamiento de residuos sólidos*. 28(6), 14.
- INACAL. (2021). *Norma Técnica Peruana 201.208 - FERTILIZANTES. Compost a partir de residuos sólidos orgánicos municipales*. . 22(6), 14.
- Infoagro. 2003. *Abonos orgánicos*. Disponible en <http://www.infoagro.com/abonos/abonosorganicos.htm>
- Landeros, F. 1993. *Monografía de los ácidos húmicos y fulvicos*. Tesis, área de hortalizas y flores, facultad de agronomía, Universidad Católica de Valparaíso, Quillota, Chile. 145p.
- Lerena, A. (1980). *Enciclopedia de la huerta*. Séptima edición. Editorial Mundo técnico. Buenos Aires, Argentina.
- Ley N° 28611 *Ley General del Ambiente (15 de octubre de 2005)*. (2005, October 15). Diario Oficial El Peruano . <https://spij.minjus.gob.pe/spij-ext-web/detallenorma/H901891>
- Ley N° 27972 *Ley Orgánica de Municipalidades*. (2003).
- Lopez, Wendy (2010) *Estudio del uso de residuos industriales no peligrosos a través del proceso de compostaje y su aplicación para el cultivo de maíz y frijol*. Centro de Investigación En Biotecnología Aplicada Tlaxcala, Mexico

- Mamani, G., Mamani, F., Sainz, H., & Vilca, R. (2012). *Comportamiento de la lombriz roja ( Eisenia spp .) en sistemas de vermicompostaje de residuos orgánicos Red worm behavior ( Eisenia spp .) in vermicomposting systems of organic residues*. 12.
- Mendoza MA. (2012) *Propuesta de compostaje de los residuos vegetales generados en la Universidad de Piura*. Tesis de Profesional. Piura, Perú. Universidad de Piura. Disponible en: [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1728/ING\\_397.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1728/ING_397.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- MINAM. (2019). Valorización de residuos sólidos. *Dirección General de Gestión de Residuos Sólidos*, 42, 95–99.
- MINAM. (2019a). *La gestión de los residuos sólidos y su contribución a la lucha contra el cambio climático*. 45.
- MINAM. (2019b). *Perú Limpio Perú natural actividad 2 valorización de residuos sólidos orgánicos municipales*.
- MINAM. (2021). *Resumen Ejecutivo del INGEI 2016*. 317.
- MINAM. (2018). *ANEXO 4 Contaminación ambiental causada por los residuos sólidos Conocimientos científicos básicos*.
- MINAM. (2019). Mapa Nacional de Ecosistemas del Perú - Memoria Descriptiva. *Ministerio Del Ambiente*, 1(1), 1–119. <https://www.gob.pe/institucion/minam/informes-publicaciones/2674-mapa-nacional-de-cobertura-vegetal-memoria-descriptiva%0Ahttps://www.minam.gob.pe/patrimonio-natural/wp-content/uploads/sites/6/2013/10/MAPA-NACIONAL-DE-COBERTURA-VEGETAL-FINAL.compressed.pdf>
- MPA. (2019). Estudio de Caracterización de residuos sólidos. *Municipalidad Provincial de Anta*, 53(9), 1689–1699.
- MPA. (2020). Plan Provincial de Gestión Integral de Residuos Sólidos. *Junta de Andalucía*, 102.
- Molina, A. 2012. *Producción de abono orgánico con estiércol de cuy*. Disponible en : <https://prezi.com/fag-scdj7tds/produccion-de-abonoorganico-con-estiercol-de-cuy/>
- Moreno J, Moral R. *Compostaje*. Editorial Mundi-Prensa Libros. Madrid. España. 570 pp. 2008.
- Navarro C., P. A. (2016). *Memoria Descriptiva Del Mapa Geológico Del Perú*. 84(figura 2), 6.
- Paul , Ea ; Clark , Fe . (2006) . *Soil Microbiology And Biochemistry*. 2 e d .academic press.340 p.
- Peña Wong, M. (2014). *Producción y uso de abonos orgánicos: biol, compost y humus*. Foncodes, 9-20.

- Pérez Y, Rebollido R, Martínez J. *Aislamiento e identificación de hongos en compost elaborado a partir de residuos sólidos urbanos*. Universidad de la Habana. Cuba. 38(1), 1-7. 2010.
- Rafael, Á. M. (2015). *Proceso de Producción y Aplicación del Producto Microorganismos Eficaces en la Calidad de Compost a Partir de la Mezcla de Tres Tipos de Residuos Orgánicos*, Sapallanga – Huancayo, Perú.
- RESOLUCION MINISTERIAL N° 191-2016-MINAM ( 27 de julio de 2016) Aprueban el “Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos - PLANRES 2016 - 2024.” (2021, July 27). Normas Legales, N°1409551-2. Diario Oficial El Peruano.
- Rodríguez , Natalia; McLaughlin, M., & Pennock, D. (2019). La contaminación del suelo: una realidad oculta. In *Organizacion de las Naciones Unidas para la alimentacion y la agricultura FAO*.
- Rodríguez Guerra, Y., Demesio Alemán Pérez, R., Domínguez Brito, J., Soria Re, S., Hernández Ramos, H., Salazar Gaibor, C., & del Rocio Jara Arguello, M. (2014). *Efecto de dos abonos orgánicos (compost y biol) sobre el desarrollo morfológico de Beta vulgaris L. Var. cicla bajo condiciones de invernadero*.
- Rojas P, F. N., & Zeledón V, E. A. (2007). *Efecto de diferentes residuos de origen vegetal y animal en algunas características física, química y biológica del compost. Hacienda Las Mercedes, Managua*.
- Rueda, P.P.A. 2005. Fundación de Asesorías para el Sector Rural (FUNDASES). *Compostaje con EM. Bogotá*. [En línea]: (<http://www.fundases.com/p/publicaciones.html>). Doc. 12 Oct. 2014)
- Russell E, Wild A. () *Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas según Russell*. Longman Group UK Limited, London. ISBN: 84-7114-400-X. 11va edición. 1045 pp.
- Salgado P, JM; Izarga S, A. 2009. *Guía técnica para la producción del cultivo de acelga*. Editor Martínez, E.1 ed. La Habana, Cuba. 15 p.
- Sánchez, C. (2003). *Abonos Orgánicos y Lombricultura*. Lima, Perú.
- Sánchez, C. (2004). *Cultivo y comercialización de hortalizas*. Primera edición, Editorial RIPALME, Lima Perú. 39.
- SENAMHI. (2020). *Climas del Perú. I, 7*.
- SENAMHI - Perú. (2020). <https://www.senamhi.gob.pe/?p=mapa-climatico-del-peru>
- Silva, V. (2017). El Cultivo De Las Hortalizas. *Cultivos Tropicales*, 28(1), 24.
- Solano , M. (2010). *Separata de Botánica Sistemática*. Universidad Nacional del Altiplano. Puno Perú.
- Sosa Oscar. (2005). *Los Estiércoles Y Su Uso Como enmiendas orgánicas*. 5.

- Soto, G., & Melendez, G. (2004). *Cómo medir la calidad de los abonos orgánicos*. 72, 91–97.
- Soto MG. (2003) *Abonos orgánicos: El proceso de compostaje*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 27 pp.
- Soliva, M. (2001). *Compostaje y gestión de residuos orgánicos*. Compostaje y gestión de residuos orgánicos. Diputación de Barcelona. Barcelona.
- Suca, A., (2001). *Curso de horticultura*. Departamento Académico de Agricultura. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú
- Suárez, J. E. (2020). *UNIVERSIDAD NACIONAL “PEDRO RUIZ GALLO.”*
- Suasaca Belizario, A., Ccamapaza Baca, C., & Huanacuni Jilaja, T. (2009). *Produccion, manejo y aplicacion de abonos organicos* (p. 16).
- Tan, K. H. y V. Nopamombodi. 1979. *Effect of different levels of Humic acids on nutrient content and growth of corn (Zea mays)*. Plant and soil 51: 283-287.
- Tamaro, D. (1977). *Manual de Horticultura*. Editorial Gustavo Gili S.A. Barcelona, España.
- Tisdale, S. L. y W. Nelson. 1966. *Soil Fertility and Fertilizers*. Segunda Edición. Macmillan Company. New Cork, Estados Unidos. 694p.
- Toala, E. (2013). *Diseño de un Biodigestor de polietileno para la obtencion de biogas a partir de estiércol de ganado en el rancho veronica*. In *Diseño de un biodigestor de polietileno para la obtención de biogas a partir del estiércol de ganado en el rancho verónica*.
- Toledo, J. (2000). Programa de Hortalizas, UNA La Molina, 2000. *Hortalizas Datos Básicos*, 32–47.
- Trinidad Santos, A. (2007). *Abonos Organicos* . SAGARPA Secretaria de Agricultura Ganaderia, Desarrollo Rural Pesca y Alimentacion Mexico .
- Ugás, R; Siura, S; Delgado de la Flor, F; Casas, A; Toledo, J. 2000. *Hortalizas*. Datos básicos. UNALM. Lima-Perú. 202p.
- Valadez, A. (2002). *Producción de Hortalizas*. 3era. Edición. Editorial LIMUSA. México
- Vallejo, J; Vallejo, C. 2013. *Manual guía-técnico practico del cultivo de hortalizas de mayor importancia socio-económica de la región interandina*. Universidad Central de Ecuador. Quito-Ecuador.142p.
- Vera Rojas, S. P. (2018). “*Elaboracion De Compost a Partir De Los Residuos Organicos Generados En La Limpieza De Planta De La Empresa Copeinca Sac.*” 1–113. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1475>

# **ANEXOS**

# ANEXO 1: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LOS COMPOST



## UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO FACULTAD DE CIENCIAS

Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú



UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO  
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

### INFORME DE ANÁLISIS

Nº0274-20-LAQ

SOLICITANTE: JONYER HARDY ZAPATA CALLAÑAUPA

MUESTRA : COMPOST

- 1.- ESTIERCOL CUY 50Kg
- 2.- ESTIERCOL GANADO/CUY 25Kg/25Kg
- 3.- ESTIERCOL GANADO 50Kg
- 4.- MUESTRA PATRON ANTA

LUGAR : PLANTA DE COMPOSTAJE ANTA

DISTRITO : ANTA

PROVINCIA : ANTA

REGION : CUSCO

FECHA : C/20/11/2020

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

	1	2	3	4
pH	7.80	7.72	7.96	7.95
Materia Orgánica %	33.60	35.96	32.02	31.80
Nitrógeno %	1.62	1.57	1.55	1.53
Fosforo %	0.90	0.96	0.85	0.85
Potasio %	0.84	0.78	0.77	0.95
Relacion C/N	15.01	15.31	14.70	13.69

\* QUIMICA AGRICOLA I, SUELOS Y FERTILIZANTES, E. PRIMO YUFERA  
J.M. CARRASCO DORRIEN.

Cusco, 03 de Diciembre 2020

Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco  
Unidad de Prestación de Servicios de Análisis

*Melquiades Herrera Arélica*  
RESPONSABLE DEL LABORATORIO  
DE ANÁLISIS QUÍMICO

---

Solicitante: Jonyer Hardy Zapata Callañaupa

Fecha: 27/10/20

---

**ANALISIS MICROBIOLOGICO**

Tesis de Investigación : EFECTIVIDAD DE COMPOST A BASE DE DOS TIPOS ESTIERCOL EN EL RENDIMIENTO DE Beta vulgaris Var. Fordhook Giant DISTRITO DE ANTA - CUSCO

Distrito : Anta

Provincia : Anta

Departamento : Cusco

Fuente : Compost

Tipo de uso : Fertilizante orgánico

Fecha de toma de muestra : 10/11/20

Hora de toma de muestra : 10:00 am

Persona que tomo la muestra : Jonyer Hardy Zapata Callañaupa

Fecha de entrega de muestra : 10/11/20

**RESULTADOS**

MUESTRA N° A : Compost

Recuento de Bacterias Mesofilas Viables (ufc/ml) :  $3.0 \times 10^9$  ufc /ml

Coliformes totales (NMP/100 ml) : NMP 100 /100 ml

Coliformes fecales (NMP/gr) : NMP 14 /gr

Escheriquia coli : Positivo

Shigella : Negativo

Salmonella : Negativo

Recuento de levaduras :  $0.6 \times 10^6$  ufc /ml

ANALISIS PATASITOLOGICO : NEGATIVO



Catherine Sánchez Huamán  
BIOLOGA  
C.B.P. 0218

---

Solicitante: Jonyer Hardy Zapata Callañaupa

Fecha: 27/10/20

---

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

Tesis de Investigación : EFECTIVIDAD DE COMPOST A BASE DE DOS TIPOS ESTIERCOL EN EL RENDIMIENTO DE *Beta vulgaris* Var. Fordhook Giant DISTRITO DE ANTA - CUSCO

Distrito : Anta

Provincia : Anta

Departamento : Cusco

Fuente : Compost

Tipo de uso : Fertilizante orgánico

Fecha de toma de muestra : 10/11/20

Hora de toma de muestra : 10:00 am

Persona que tomo la muestra : Jonyer Hardy Zapata Callañaupa

Fecha de entrega de muestra : 10/11/20

**RESULTADOS**

MUESTRA N° C : Compost

Recuento de Bacterias Mesofilas Viables (ufc/ml) :  $4.0 \times 10^8$  ufc /ml

Coliformes totales (NMP/100 ml) : NMP 120 /100 ml

Coliformes fecales (NMP/gr) : NMP 21 /grml

Escheriquia coli : Positivo

Shigella : Negativo

Salmonella : Negativo

Recuento de levaduras :  $2.0 \times 16^8$  ufc /ml

ANÁLISIS PATASITOLÓGICO : NEGATIVO



Catherine Sánchez Huamán  
BIÓLOGA  
C.B.P. 8212

---

Solicitante: Jonyer Hardy Zapata Callañaupa

Fecha: 27/10/20

---

**ANALISIS MICROBIOLÓGICO**

Tesis de Investigación : EFECTIVIDAD DE COMPOST A BASE DE DOS TIPOS ESTIERCOL EN EL RENDIMIENTO DE Beta vulgaris Var. Fordhook Giant DISTRITO DE ANTA - CUSCO

Distrito : Anta

Provincia : Anta

Departamento : Cusco

Fuente : Compost

Tipo de uso : Fertilizante orgánico

Fecha de toma de muestra : 10/11/20

Hora de toma de muestra : 10:00 am

Persona que tomo la muestra : Jonyer Hardy Zapata Callañaupa

Fecha de entrega de muestra : 10/11/20

**RESULTADOS**

MUESTRA N° B : Compost

Recuento de Bacterias Mesofilas Viables (ufc/ml) :  $6.0 \times 10^8$  ufc /ml

Coliformes totales (NMP/100 ml) : NMP 150 /100 ml

Coliformes fecales (NMP/gr) : NMP 28/gr

Escheriquia coli : Positivo

Shigella : Negativo

Salmonella : Negativo

Recuento de levaduras :  $0.7 \times 10^6$  ufc /ml

ANALISIS PATASITOLÓGICO : NEGATIVO



Catherine Sánchez Huamán  
BIOLOGA  
C.B.P. 8218

---

Solicitante: Jonyer Hardy Zapata Callañaupa

Fecha: 27/10/20

---

**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

Tesis de Investigación : EFECTIVIDAD DE COMPOST A BASE DE DOS TIPOS ESTIERCOL EN EL RENDIMIENTO DE Beta vulgaris Var. Fordhook Giant DISTRITO DE ANTA - CUSCO

Distrito : Anta

Provincia : Anta

Departamento : Cusco

Fuente : Compost

Tipo de uso : Fertilizante orgánico

Fecha de toma de muestra : 10/11/20

Hora de toma de muestra : 10:00 am

Persona que tomo la muestra : Jonyer Hardy Zapata Callañaupa

Fecha de entrega de muestra : 10/11/20

**RESULTADOS**

MUESTRA N° D : Compost

Recuento de Bacterias Mesofilas Viables (ufc/ml) :  $4.0 \times 10^6$  ufc /ml

Coliformes totales (NMP/100 ml) : NMP 75/100 ml

Coliformes fecales (NMP/gr) : NMP 0/gr

Escheriquia coli : Negativo

Shigella : Negativo

Salmonella : Negativo

Recuento de levaduras :  $3.0 \times 10^6$  ufc /ml

ANÁLISIS PATASITOLÓGICO : NEGATIVO

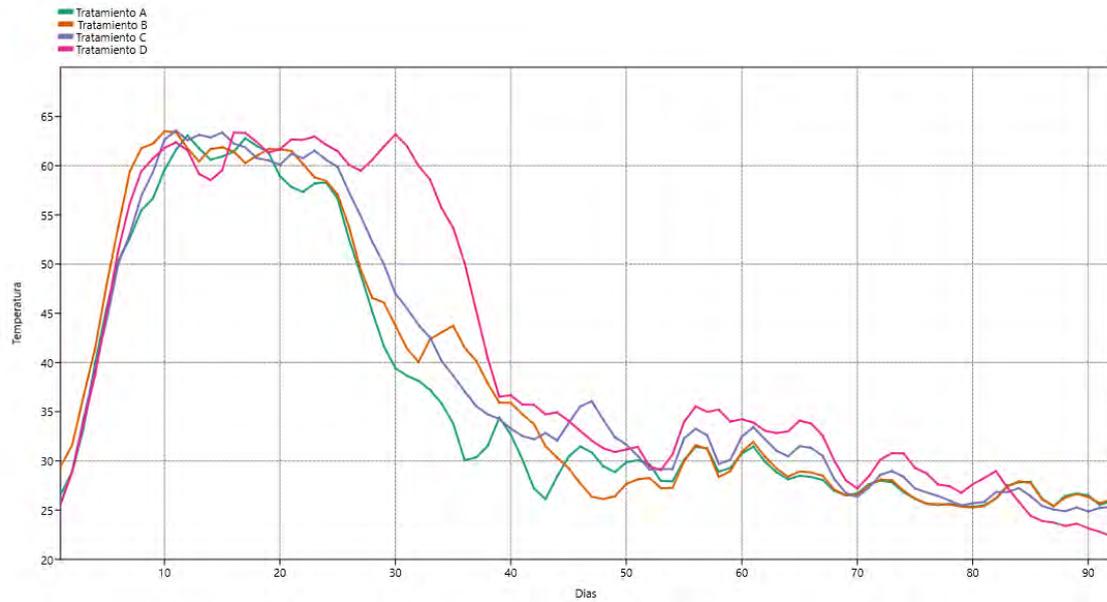


Gabriela Sánchez Huamán  
BIÓLOGA  
C.B.P. 5016

## ANEXO 2: ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE RESULTADOS

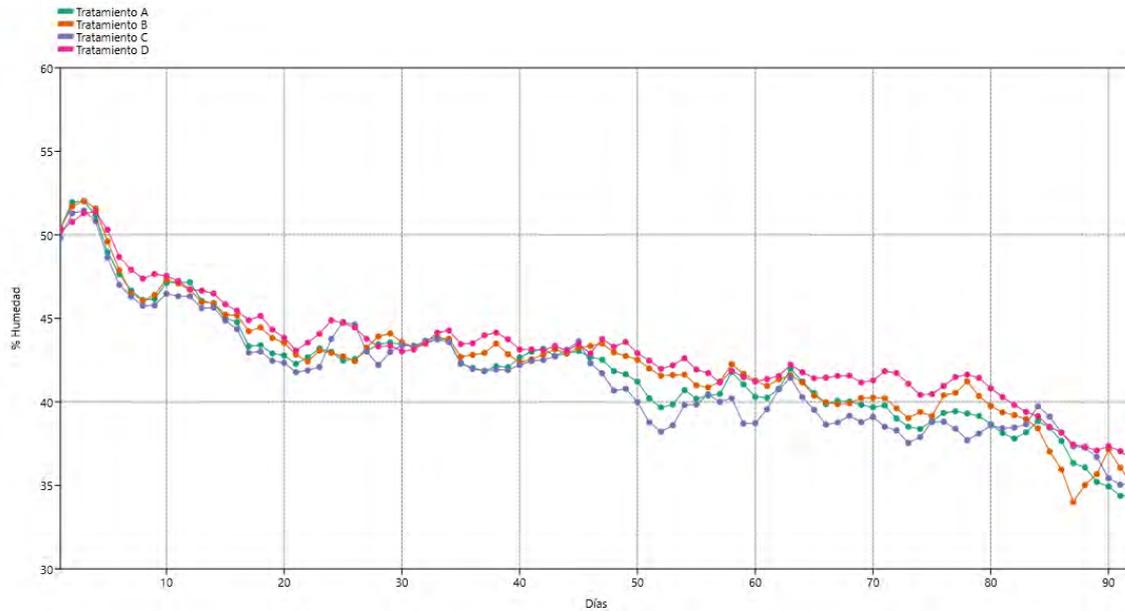
### Variación de la temperatura durante el proceso de compostaje.

Figura 24. Variación de la temperatura durante el proceso de compostaje



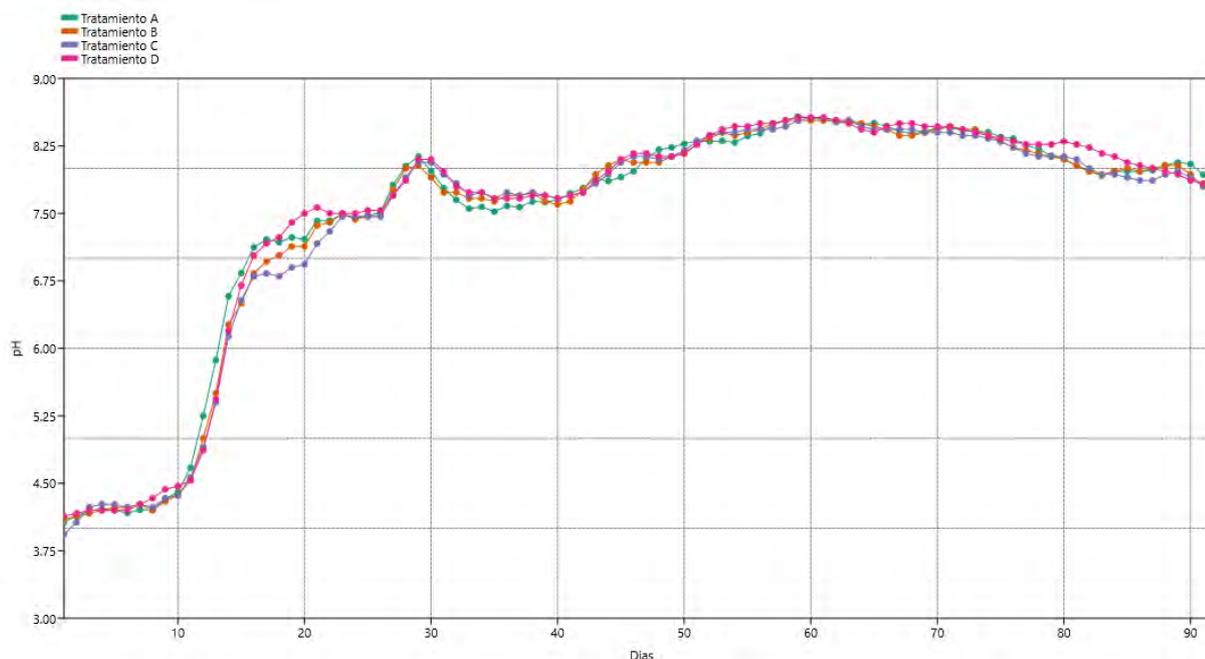
### 4.4.3 Variación de la Humedad durante el proceso de compostaje.

Figura 25. Variación de la Humedad durante el proceso de compostaje.



## Variación de la pH durante el proceso de compostaje.

Figura 26. Variación de la pH durante el proceso de compostaje



## Producción del compost.

Tabla 32. Producción del compost

TRATAMIENTOS	<i>Tratamiento A</i>		<i>Tratamiento B</i>		<i>Tratamiento C</i>		<i>Tratamiento D</i>	
	Peso Inicial (Kg)	Peso Final (Kg)						
<i>Repetición 1</i>	500	60.4	500	61.4	500	61.4	500	58.5
<i>Repetición 2</i>	500	62.4	500	61.4	500	60.4	500	57.5
<i>Repetición 3</i>	500	60.6	500	62.6	500	61.4	500	58.5
<b>TOTAL</b>	1500	183.4	1500	185.4	1500	183.2	1500	174.5

Tabla 33. Porcentaje de cosecha de compost por tratamiento

TRATAMIENTOS	<i>Tratamiento A</i>		<i>Tratamiento B</i>		<i>Tratamiento C</i>		<i>Tratamiento D</i>	
	Peso total (Kg)	Cosecha						
<b>Compost</b>	183.4	50.3	185.4	51.5	183.2	51.4	174.5	58.5
<b>Porcentaje</b>		27.42 %		27.77 %		28.05 %		33.52 %

Fuente: Elaboración propia

## Prueba de Normalidad

Tabla 34. Prueba de Normalidad

Nº	Característica	<i>Test de Normalidad – Shapiro – Wilk W</i>	
1	<i>Biomasa Fresca</i>	<i>Not_normal</i>	<i>No paramétrica</i>
2	<i>Biomasa Seca</i>	<i>Not_normal</i>	<i>No Paramétrica</i>
3	<i>Numero de Hojas</i>	<i>Not_normal</i>	<i>No paramétrica</i>
4	<i>Altura</i>	<i>Normal</i>	<i>Paramétrica</i>

## Análisis de Varianza Paramétrico – ANOVA

Tabla 35. Tabla Análisis de Varianza Paramétrica – ANOVA

Característica	p. value	ANOVA
Altura de la <i>Beta vulgaris</i> Var.	1.518e-	diff_means
<i>Fordhook Giant</i>	15	

Tabla 36. Prueba de Post hoc para la altura de la *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*

Diferencia de tratamientos	P valor
T2 – T1	0.0003018
T3 – T1	1.21E-05
T4 – T1	2.33E-07
T5 – T1	1.84E-13
T3 – T2	0.4459
T4 – T2	0.1194
T5 – T2	0.0001797
T4 – T3	0.4266
T5 – T3	0.002848
T5 – T4	0.02861

Tabla 37. Resumen Estadístico de la altura de la *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
<b>N</b>	30	30	30	30	30
<b>Min</b>	12.10	14.00	18.50	16.80	15.50
<b>Max</b>	59.20	41.30	44.40	36.50	30.00
<b>Media</b>	38.43	28.43	27.84	26.28	22.47
<b>Std. error</b>	1.76	1.11	1.21	0.86	0.76
<b>Varianza</b>	93.38	37.27	43.62	22.39	17.28
<b>Stand. dev</b>	9.66	6.10	6.60	4.73	4.16
<b>Mediana</b>	37.25	29.75	27.55	25.45	22.40
<b>25 prentil</b>	33.13	25.40	23.23	23.35	19.00
<b>75 prentil</b>	45.00	31.85	31.20	29.23	25.50

### Análisis de Varianza no Paramétrico – Prueba Kruskal - Wallis

Tabla 38. Resultados de la prueba de Kruskal – Wallis

<b>Característica</b>	<b>p. valor</b>	<b>Sig</b>
<b>Biomasa Fresca</b>	6.225E-14	diff
<b>Biomasa Seca</b>	3.37E-19	diff
<b>Numero de hojas</b>	1.825E-06	diff

### Biomasa fresca

Tabla 39. Prueba de Post hoc para la Biomasa fresca

<b>Diferencia de tratamientos</b>	<b>P valor</b>
<b>T2 – T1</b>	0.001676
<b>T3 – T1</b>	4.29E-06
<b>T4 – T1</b>	3.92E-08
<b>T5 – T1</b>	3.94E-15
<b>T3 – T2</b>	0.1458
<b>T4 – T2</b>	0.01867
<b>T5 – T2</b>	2.43E-06
<b>T4 – T3</b>	0.3695
<b>T5 – T3</b>	0.001115
<b>T5 – T4</b>	0.01816

Tabla 40. Resumen Estadístico de la biomasa fresca de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* .

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
N	30	30	30	30	30
Min	45.07	18.03	23.23	13.81	9.06
Max	278.14	105.42	107.43	106.03	68.53
Media	100.75	58.45	47.79	42.14	27.21
Std. error	9.28	4.39	3.42	3.63	3.22
Varianza	2582.75	577.58	349.87	394.49	311.23
Stand. dev	50.82	24.03	18.70	19.86	17.64
Mediana	84.73	57.55	44.50	36.13	21.05
25 prcntil	65.99	42.10	34.42	27.77	11.80
75 prcntil	114.26	75.70	58.04	56.76	37.33

### Biomasa seca

Tabla 41. Prueba de Post hoc para la Biomasa seca

<b>Diferencia de tratamientos</b>	<b>P valor</b>
<b>T2 – T1</b>	0.0003605
<b>T3 – T1</b>	1.63E-06
<b>T4 – T1</b>	2.07E-07
<b>T5 – T1</b>	9.46E-16
<b>T3 – T2</b>	0.2197
<b>T4 – T2</b>	0.1041
<b>T5 – T2</b>	7.96E-06
<b>T4 – T3</b>	0.6905
<b>T5 – T3</b>	0.001199
<b>T5 – T4</b>	0.004499

Tabla 42. Resumen estadístico de la Biomasa seca de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*

	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
<b>N</b>	30	30	30	30	30
<b>Min</b>	5.87	2.44	1.27	1.67	1.06
<b>Max</b>	24.13	13.16	11.38	11.37	12.09
<b>Media</b>	11.69	6.90	5.80	5.46	3.41
<b>Std. error</b>	0.81	0.50	0.44	0.44	0.44
<b>Varianza</b>	19.51	7.48	5.75	5.90	5.68
<b>Stand. dev</b>	4.42	2.74	2.40	2.43	2.38
<b>Mediana</b>	10.54	6.21	5.41	5.28	2.97
<b>25 prcntil</b>	7.59	5.10	4.25	3.32	1.99
<b>75 prcntil</b>	15.52	9.71	7.28	7.17	3.86

## Numero de Hojas

Tabla 43. Prueba de Post hoc para el numero de hojas

Diferencia de tratamientos	P valor
T2 – T1	0.9868
T3 – T1	0.2584
T4 – T1	0.3505
T5 – T1	1.33E-06
T3 – T2	0.2515
T4 – T2	0.3421
T5 – T2	1.23E-06
T4 – T3	0.8441
T5 – T3	0.0002119
T5 – T4	9.58E-05

Tabla 44. Resumen Estadístico

	T1	T2	T3	T4	T5
<b>N</b>	30	30	30	30	30
<b>Min</b>	7.00	7.00	8.00	7.00	2.70
<b>Max</b>	13.00	14.00	16.00	15.00	14.00
<b>Media</b>	10.43	10.50	10.27	10.23	7.69
<b>Std. error</b>	0.26	0.32	0.45	0.43	0.41
<b>Variance</b>	1.98	3.09	6.00	5.50	5.15
<b>Stand. dev</b>	1.41	1.76	2.45	2.34	2.27
<b>Mediana</b>	10.00	10.50	9.00	10.00	8.00
<b>25 prcentil</b>	9.75	9.75	8.00	9.00	6.00
<b>75 prcentil</b>	11.25	12.00	12.00	11.25	9.25

## Análisis de correlaciones entre las Variables para observar el rendimiento en *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*

Tabla 33. Correlaciones

		Biomasa fresca	Biomasa Seca	Numero de hojas	Altura
<b>Biomasa fresca</b>	Correlación de Pearson	1	,903**	,364**	,770**
	Sig. (bilateral)		,000	,000	,000
	N	150	150	150	150
<b>Biomasa Seca</b>	Correlación de Pearson	,903**	1	,394**	,775**
	Sig. (bilateral)	,000		,000	,000
	N	150	150	150	150

<b>Numero de hojas</b>	Correlación de Pearson	,364**	,394**	1	,200*
	Sig. (bilateral)	,000	,000		,014
	N	150	150	150	150
<b>Altura</b>	Correlación de Pearson	,770**	,775**	,200*	1
	Sig. (bilateral)	,000	,000	,014	
	N	150	150	150	150



## Análisis multivariado del estudio

$H_0$ : no existe correlaciones significativas entre las Variables

$H_a$ : Si existe correlaciones significativas entre las Variables

### Prueba de esfericidad de Bartlett<sup>a</sup>

Aprox. Chi-cuadrado	1338,391
gl	9
Sig.	,000

## MANOVA: ANALISIS MULTIVARIADO DE LA VARIANZA

$H_0: \vec{\mu}_1 = \vec{\mu}_2 = \vec{\mu}_3 = \vec{\mu}_4 = \vec{\mu}_5$  (no existe efecto de los tratamientos (compost) sobre las Variables (biomasa fresca, seca, no de hojas y altura)

$H_a: \text{Algun } \vec{\mu}_i \neq \vec{\mu}_j$  (si existe efecto de los tratamientos (compost) sobre las Variables (biomasa fresca, seca, no de hojas y altura)

### Pruebas multivariante<sup>a</sup>

Efecto	Valor	F	gl de hipótesis	gl de error	Sig.
TRAT Traza de Pillai	1,462	16,698	20,000	580,000	,000
Lambda de Wilks	,011	69,148	20,000	471,911	,000
Traza de Hotelling	50,686	356,067	20,000	562,000	,000
Raíz mayor de Roy	49,890	1446,818 <sup>b</sup>	5,000	145,000	,000

### Pruebas de efectos inter-sujetos

Origen	Variable dependiente	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo	Biomasa fresca	550993,251 <sup>a</sup>	5	110198,650	130,693	,000
	Biomasa Seca	7774,567 <sup>b</sup>	5	1554,913	175,407	,000
	Numero de hojas	14650,983 <sup>c</sup>	5	2930,197	675,153	,000
	Altura	127671,947 <sup>d</sup>	5	25534,389	596,758	,000

TRAT	Biomasa fresca	550993,251	5	110198,650	130,693	,000
	Biomasa Seca	7774,567	5	1554,913	175,407	,000
	Numero de hojas	14650,983	5	2930,197	675,153	,000
	Altura	127671,947	5	25534,389	596,758	,000
Error	Biomasa fresca	122261,744	145	843,184		
	Biomasa Seca	1285,364	145	8,865		
	Numero de hojas	629,307	145	4,340		
	Altura	6204,335	145	42,789		
Total	Biomasa fresca	673254,995	150			
	Biomasa Seca	9059,932	150			
	Numero de hojas	15280,290	150			
	Altura	133876,282	150			

- a. R al cuadrado = ,818 (R al cuadrado ajustada = ,812)  
b. R al cuadrado = ,858 (R al cuadrado ajustada = ,853)  
c. R al cuadrado = ,959 (R al cuadrado ajustada = ,957)  
d. R al cuadrado = ,954 (R al cuadrado ajustada = ,952)

### ANEXO 3: PANEL FOTOGRAFICO



Foto 1. Planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta



Foto 2. Pilas de compostaje en la planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta



Foto 3 Estiercol de Ganado vacuno, Camal Municipal, Izcuchaca Anta



Foto 4 Estiércol de Cuy, Gaponos en el Comunidad campesina de Chacan, Anta



Foto 5. Descarga de residuos sólidos orgánicos municipales en la planta de compostaje de la Municipalidad Provincial de Anta



Foto 6. Pesaje del material a compostar



Foto 7. Traslado de material para el armado de las pilas de compostaje



Foto 8. Armado de pilas de compostaje



Foto 9. Armado de pilas de compostaje



Foto 10. Control de parámetros – pH del compost



Foto 11. Control de parámetros – Humedad del compost



Foto 12. Control de parámetros – temperatura del compost



Foto 13. Tamizado del compost



Foto 14. Presencia de hongos saprofitos en la etapa mesófila II



Foto 15. Preparación del terreno de las parcelas experimentales



Foto 16. Marcado de parcelas experimentales



Foto 17. Abonamiento de las parcelas experimentales



Foto 18. Trasplante de las plántulas de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*



Foto 19. Riego de las parcelas experimentales



Foto 20. Monitoreo de las parcelas experimentales



Foto 21. Cosecha de la *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*



Foto 22. Cosecha de la *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*



Foto 23. Traslado de muestras de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*



Foto 24. Pesado de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*



Foto 25. Empaquetado de muestras de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*



Foto 26. Secado de muestras de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant* en el horno



Foto 27. Pesado final para calcular la biomasa seca de *Beta vulgaris* Var. *Fordhook Giant*

