

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**



ESCUELA DE POSGRADO

TESIS

**“PROPUESTA DE MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL EN LOS
MERCADOS DE LA CIUDAD DE HUACHO POR COMPOSTAJE DE SUS
RESIDUOS ORGANICOS”**

PRESENTADO POR:

DENISSE JESÚS VÉLEZ CHANG

AUTOR

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRA EN
ECOLOGÍA Y GESTIÓN AMBIENTAL**

ASESOR:

Dr. FREDESVINDO FERNANDEZ HERRERA

HUACHO - 2022

PROPUESTA DE MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL EN LOS MERCADOS DE LA CIUDAD DE HUACHO POR COMPOSTAJE DE SUS RESIDUOS ORGANICOS”

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

**“PROPUESTA DE MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL
EN LOS MERCADOS DE LA CIUDAD DE HUACHO POR
COMPOSTAJE DE SUS RESIDUOS ORGANICOS”**

DENISSE JESÚS VÉLEZ CHANG

TESIS DE MAESTRIA

ASESOR: Dr. FREDESVINDO FERNANDEZ HERRERA

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN
ESCUELA DE POSGRADO
MAESTRA EN ECOLOGIA Y GESTION AMBIENTAL**

HUACHO

2022

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo de tesis a mis padres por haberme forjado, como la persona que soy en la actualidad.

Denisse Jesús Vélez Chang

AGRADECIMIENTO

Agradezco el invaluable apoyo de mi asesor y a todas las personas que directa o indirectamente contribuyeron en lograr la culminación del presente trabajo de investigación

Denisse Jesús Vélez Chang

ÍNDICE

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
CAPÍTULO I	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.1 Problema general	1
1.2.2 Problemas específicos	1
1.3.1 Objetivo general	2
1.3.2 Objetivos específicos	2
1.4 Justificación de la investigación	2
1.5 Delimitaciones del estudio	3
1.6 Viabilidad del estudio	3
CAPÍTULO II	4
MARCO TEÓRICO	4
2.1 Antecedentes de la investigación	4
2.1.1 Investigaciones internacionales	4
2.1.2 Investigaciones nacionales	4
2.2 Bases Teóricas	5
2.3 Bases Filosóficas	11
2.4 Definición de términos básicos	11
2.5 Hipótesis de investigación	12
2.5.1 Hipótesis general	12
2.5.2 Hipótesis específicas	13
2.6 Operacionalización de las variables	13
CAPÍTULO III	14
METODOLOGÍA	14
3.1 Diseño metodológico	15
3.2 Población y muestra	19
3.2.1 Población	19

3.2.2 Muestra	19
3.3 Técnicas de recolección de datos	19
3.4 Técnicas para el procesamiento de la información	20
CAPÍTULO IV	21
RESULTADOS	21
4.1 Análisis de resultados	21
a) Análisis de compost	21
b) Análisis de suelo	21
4.2 Contrastación de la hipótesis	21
4.3 Resultados de la Experimentación	22
4.3.1 Longitud del Rabanito	22
4.3.2 Peso del Rabanito	24
4.3.3 Rendimiento Comercial	26
4.3.4 Diámetro del bulbo	27
4.3.5 Diámetro ecuatorial del bulbo	29
4.3.6 Análisis foliar del cultivo Rabanito	30
CAPÍTULO V	32
DISCUSIÓN	32
5.1 Discusión de resultados	32
5.1.1 Análisis de suelo	32
5.1.2 Análisis de compost	32
5.1.3 Análisis de características físicas del Rabanito	32
5.1.4 Análisis Foliar	33
CAPÍTULO VI	34
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
6.1 Conclusiones	34
6.2 Recomendaciones	34
REFERENCIAS	36

ANEXOS	39
Anexo 1: Longitud de planta de rabanito (cm)	39
Anexo 2: Peso de una planta de rabanito (gr)	39
Anexo 3: Rendimiento por parcela (kg)	39
Anexo 4: Rendimiento comercial de rabanito (tn/ha)	40
Anexo 5: Diámetro polar de rabanito (cm)	40
Anexo 6: Diámetro ecuatorial de rabanito (cm)	40
Anexo 7: Diámetro ecuatorial de rabanito (cm)	41
Anexo 8: Delimitación del área experimental	43
Anexo 9: Vista panorámica del área experimental	44
Anexo 10: Evaluación de altura de planta de rabanito	45
Anexo 11: Vista panorámica del cultivo de rabanito	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Operacionalización de las variables	13
Tabla 2: Selección y cuantificación de residuos de mercado	14
Tabla 3: Dosis de compost a base de residuos de mercado	15
Tabla 4: Análisis de compost a base de residuos de mercado	22
Tabla 5: Análisis de suelo del área experimental	22
Tabla 6: Tabla de análisis de varianza de un solo factor de estudio	23
Tabla 7: Prueba de Duncan al 5 % de error de rendimiento comercial por tratamiento	27
Tabla 8: Análisis de varianza de diámetro polar de bulbo	28
Tabla 9: Prueba de Duncan al 5 % de error de diámetro polar de rabanito	29
Tabla 10: Análisis de varianza de diámetro ecuatorial	30
Tabla 11: Prueba de Duncan al 5 % de error de diámetro ecuatorial de rabanito	30
Tabla 12: Análisis foliar de acuerdo a dosis de compost a base de residuos de mercado	32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Longitud de planta de rabanito por tratamiento	24
Figura 2: Peso de rabanito por tratamiento	25
Figura 3: Rendimiento comercial por tratamiento	27
Figura 4: Diámetro polar de bulbo por tratamiento	28
Figura 5: Diámetro ecuatorial por tratamiento	30

RESUMEN

El presente trabajo de tesis tiene por finalidad la obtención de un fertilizante a partir de los residuos sólidos orgánicos de mercado municipal de Huacho, derivados principalmente por residuales de verduras, frutales y otros algunos en estado de descomposición frutas, de igual forma de hortalizas y tubérculos, que diariamente se produce Se analizó el peso y características generales de los residuos orgánicos producidos para las pruebas experimentales de compostaje de estos residuos para la mitigación del impacto ambiental.

Con respecto a las características físicas del rabanito, que son: longitud de planta, incluyendo las raíces; diámetro ecuatorial y polar, peso de la planta por muestra y rendimiento comercial por tratamiento, se determinó que no hubo efecto de dosis por lo que significa que la aplicación de compost no influyó en el rendimiento y calidad de bulbo, sin embargo el tratamiento T₅ destacó en las medidas morfológicas de la planta. Cabe mencionar que en el rendimiento del tratamiento T₅ se diferencia en 18.63%, respecto al tratamiento T₁

Se concluye que determinó las dosis requeridas de compost, de acuerdo a los análisis de suelo y compost para una óptima respuesta de la planta, así también se verificó la influencia del compost obtenido a base de los residuos orgánicos de mercado de Huacho, en las características físicas del cultivo rabanito.

Palabras claves: Residuos sólidos orgánicos, Compostaje, Mitigación de impacto ambiental

ABSTRACT

The purpose of this thesis work is to obtain a fertilizer from the organic solid waste of the Huacho municipal market, derived mainly from residual vegetables, fruit trees and others, some in a state of decomposition, fruits, as well as vegetables and tubers. , which is produced daily The weight and general characteristics of the organic waste produced were analyzed for the experimental composting tests of these wastes to mitigate the environmental impact.

Regarding the physical characteristics of the radish, which are: length of the plant, including the roots; equatorial and polar diameter, weight of the plant per sample and commercial yield per treatment, it was determined that there was no dose effect, which means that the application of compost did not influence the yield and quality of the bulb, however the T₅ treatment stood out in the morphological measurements of the plant. It is worth mentioning that in the performance the T₅ treatment it differs in 18.63%, with respect to the T₁ treatment.

It is concluded that the required doses of compost were determined, according to the soil and compost analyzes for an optimal response of the plant, as well as the influence of the compost obtained from organic waste from the Huacho market, in the characteristics. Physics of radish cultivation.

Keywords: Organic solid waste, Composting, Mitigation of environmental impact.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis tiene por finalidad la obtención de un fertilizante a partir de los residuos sólidos orgánicos, derivados principalmente por residuales de frutales y en algunos en estado de descomposición frutas, de igual forma de hortalizas y tubérculos, que diariamente se producen en el mercado de Huacho.

En muchos lugares del mundo los residuos orgánicos de diferentes procedencias se están reciclando para diferentes aplicaciones, en el caso de los residuos de la industria alimentaria de los mercados de abastos, tienen mejores opciones de obtener provecho de ellos por su riqueza en nutrientes, que en algunos casos pueden aprovecharse para los cultivos. Mediante el compostaje es factible que los componentes orgánicos se pueden biodegradar a componentes inorgánicos, en forma de nitratos, nitritos para su aprovechamiento por los cultivos. Al respecto Hannibal *et al* (2016) afirma:

El compostaje es un proceso biotecnológico en el que se producen reacciones bioquímicas, para transformar la fracción orgánica mediante la actividad de organismos aerobios como poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos, en un producto final estable, libre de semillas y patógenos denominado compost. Éste es un producto apreciado por contener un alto porcentaje de sustancias húmicas que es utilizado como un mejorador del suelo, abono orgánico y como parte de sustratos de cultivo para semilleros. Todos los materiales orgánicos de origen vegetal o animal, que en su composición contengan una gran cantidad de materia orgánica biodegradable se puede utilizar para elaborar compost.

Con estos residuos orgánicos se puede obtener el valioso compost como que se está gestionando en algunas municipalidades distritales del país, pero aún falta extenderse más como un plan o programa nacional, que conllevaría a mitigar la escasez de fertilizante que aun su adquisición aun no puede concretar la actual administración gubernamental, por otro lado al procurar reciclar estos residuales, se evitaría su disposición final en los botaderos o rellenos sanitarios, evitando proliferación de insectos y consecuentemente protección a la salud de la población con la aparición de enfermedades en las personas que viven próximas a estos lugares. También con la obtención de este recurso fertilizante, sería una alternativa más de

gestión para la generación de otros proyectos a favor de la población distrital.

En relación a el tratamiento de los residuos de mercado Martínez (2017) afirma:

Este proceso de descomposición del compostaje es una alternativa con costos muy económicos en los que es posible convertir los desechos sólidos orgánicos (frutas y verduras) y otros, y así también permita aprovechar los desechos sólidos orgánicos (frutas y verduras) para obtener productos que simplemente se puedan manipular y almacenar en un lugar adecuado, en ese su materia orgánica es muy estable y favorable para el suelo y para los cultivos en la agricultura. (p.17).

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la realidad problemática

El incesante aumento de producción de residuos de naturaleza orgánica por parte de la industria agroindustrial y también la producida en las actividades diarias de los mercados, esta biomasa en grandes cantidades de residuos orgánicos con alta concentración y disponibilidad de nutrientes, plantea el reto a la academia a desarrollar investigaciones para tratar de reciclar o rehusar parte o todo de esta masa orgánica. Los residuos que se producen. Por otro lado, Skinner (2000), nos indica: que en el mundo se producen aproximadamente 1600 millones de toneladas por año de residuos sólidos de acuerdo a los cuales generan graves problemas, no sólo por el deterioro progresivo del medio ambiente, sino también desde el punto de vista económico puesto que los costos de recolección, transporte y disposición final son cada vez mayores. (p.79) Se tiene la necesidad de desarrollar alternativas de solución a esta problemática al respecto Cardona *et al.*, (2004) plantean: en su investigación estudiar en forma preliminar diferentes estrategias para el aprovechamiento integral de los desechos orgánicos de origen vegetal producidos en una plaza de mercado mediante procesos biológicos de degradación: tratamiento enzimático, conversión en productos de valor agregado por fermentación, digestión anaeróbica y compostaje. (p.79).

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿En qué medida se mitigaría el impacto ambiental ocasionado por los residuos orgánicos de los mercados de la ciudad de Huacho, a partir de la información obtenida de pruebas experimentales a pequeña escala de compostaje y su aplicación como fertilizante?

1.2.2 Problemas específicos

¿Cómo influye la información de la composición y características generales de los residuos orgánicos producidos para para las pruebas experimentales de compostaje de estos residuos para su mitigación del impacto ambiental?

¿Cómo influye la determinación de las dosis requeridas de compost, de acuerdo a los análisis de suelo y compost para una óptima respuesta de la planta y mitigar el impacto ambiental?

¿Determinación de la influencia del compost obtenido a base de los residuos orgánicos de mercado, en las características físicas del cultivo rabanito para la mitigación del impacto ambiental?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Mitigar el impacto ambiental ocasionado por los residuos orgánicos de los mercados de la ciudad de Huacho, a partir de la información obtenida de pruebas experimentales a pequeña escala de compostaje y su aplicación como fertilizante.

1.3.2 Objetivos específicos

Informar la composición y características generales de los residuos orgánicos producidos para para las pruebas experimentales de compostaje de estos residuos para su mitigación del impacto ambiental.

Determinar las dosis requeridas de compost, de acuerdo a los análisis de suelo y compost para una óptima respuesta de la planta y mitigar el impacto ambiental.

Determinar la influencia del compost obtenido a base de los residuos orgánicos de mercado, en las características físicas del cultivo rabanito para la mitigación del impacto ambiental.

1.4 Justificación de la investigación

Reciclar los residuos orgánicos de los centros de abastos como fuentes de nutrientes en estado orgánico para luego ser transformados en estados o formas químicas inorgánicas asimilables por los cultivos a través de sus hojas o raíces, esto se puede lograr a través de su compostaje hasta obtener un producto con propiedades fertilizantes. El compost se puede usar para el fomento y conservación de las áreas verdes de unos lugares públicos o privados. También se podría utilizar este compost para mejorar suelos pobres en nutrientes eriazos y zonas precarias en contenidos de elementos químicos, como el nitrógeno, fosforo y potasio, muy importantes para el desarrollo vegetativo de los cultivos.

Estos residuos orgánicos al ser dispuestos finalmente al medio ambiente ocasionan daño ambiental, si estos residuos se disponen convenientemente para ser biodegradados en productos con contenidos aprovechables por las plantas se tendría un producto fertilizante a favor de nuestra ciudad de Huacho.

1.5 Delimitaciones del estudio

Las restricciones más que todo son de índole económica, pues no se ha podido encontrar alguna entidad que pueda financiar actividades de prueba y el financiamiento de los insumos químicos para la prueba de jarras.

Por otro lado, existe una limitada información respecto a los tipos y performances de floculantes de aplicación a los diferentes tipos de aguas residuales que se disponen en el mercado nacional.

1.6 Viabilidad del estudio

El estudio tiene una proyección positiva de viabilidad técnica y económica (menos costo de producción y mejora la calidad del suelo) y un impacto favorable al ecosistema, en lo que respecta los productos obtenidos estos serán más naturales.

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Investigaciones internacionales

Una propuesta sobre la biodegradación por digestión anaeróbica, Buenrostro (2000) explica:

Que los residuos sólidos generados en los mercados municipales, generalmente se manejan y disponen mezclados con el resto de los residuos municipales, aumentando con ello el problema de contaminación ambiental, a pesar de que aquéllos son una fuente potencial en materia orgánica. Esta investigación se realizó con el objeto de experimentar la eficiencia de la digestión anaerobia para tratar los residuos orgánicos generados en estos sitios. Se efectuaron determinaciones físicas y químicas, cuyos resultados sugieren que este tipo de fermentación es eficiente para tratar estos residuos, por su alto contenido de humedad, el carácter ácido y la consistencia fibrosa del material. El proceso se evaluó a nivel de laboratorio en un digestor anaerobio de tipo hindú en el cual se determinó un tiempo de retención óptimo de 7 días para la digestión de la materia orgánica. (p.19).

2.1.2 Investigaciones nacionales

Rodríguez *et al.*, (2017a) afirman:

Que el aumento en la generación de residuos sólidos se está convirtiendo en uno de los problemas ambientales más importantes a nivel mundial, debido a que existen factores como el crecimiento poblacional, la expansión urbana y el incremento de las actividades productivas que agravan esta situación. Las escasas medidas que se emplean en su manejo presentarían riesgos nefastos tanto para las personas como para los componentes ambientales involucrados. (p.17).

De acuerdo a Rodríguez *et al.*, (2017b) indican:

En su investigación que se desarrolló con el objetivo de determinar la influencia del

uso de residuos orgánicos de domicilios, mercados y jardinería en la calidad y eficiencia del compost.

Chancahuana (2019) explica:

Que los residuos orgánicos generados a diario en el mercado Mayorista Plaza Unicachi Sur, causan un problema a su plan de gestión de residuos orgánicos por gran volumen, generando así una contaminación visual y posibles daños a la salud y al ambiente. (p.8).

Huamani (2019) sostiene:

El compost es una alternativa para tratar los residuos orgánicos, permitiendo su reutilización como abono. Es decir, el compostaje como una tecnología sencilla y económica para el reaprovechar los residuos biodegradables, desde desechos de jardín o cocina hasta estiércol de animales, pudiendo aplicarse tanto a gran escala (municipalidad o empresas) como en pequeña escala (viviendas); además que, en comparación de otros abonos industriales, demostrar la calidad en su uso y sus beneficios hacia el medio ambiente. (p.1).

2.2 Bases teóricas

Clasificación de los Residuos.

De acuerdo a Abad y Puchades, (2002) los residuos se pueden clasificar, según su naturaleza, en orgánicos e inorgánicos, destacando los orgánicos por su elevado volumen de producción y su fuerte impacto medioambiental. Existen tres grandes sectores productores de residuos orgánicos:

- Sector primario: Residuos agrícolas, ganaderos y forestales
- Sector secundario: Residuos industriales (agroalimentarios, textiles, etc.)
- Sector terciario: Residuos urbanos.

Melgarejo (2019) explica que según el estudio de caracterización de residuos sólidos de Villa El Salvador del año 2019, indica que el 54.4% del total son residuos de restos alimenticios, los cuales no reciben un aprovechamiento, provocando el incremento de la proporción de residuos a disponer en un relleno sanitario.

El impacto ambiental de los residuos orgánicos.

Los residuos orgánicos tienen un evidente daño ambiental, contaminando la atmósfera, el suelo y las aguas, por los resultados de elevados contenidos en materia orgánica - inestable e inmadura y componentes minerales, y a la identificación de componentes orgánicos, metales pesados, fitotoxinas, agentes patógenos vegetales y animales, entre otros, los cuales son altamente contaminantes, de acuerdo a: Cegarra *et al.*, (1994) y Vogtmann *et al.*, (1993).

La utilización directa de residuos orgánicos frescos en Agricultura presenta diferentes inconvenientes: fitotoxicidad (por compuestos orgánicos, elementos y sustancias minerales, etc.), inmovilización de nitrógeno y deficiencia de oxígeno a nivel de las raíces de la planta, elevación excesiva de la temperatura en la zona de la rizosfera, entre otros. Según sostienen: Abad *et al.*, (1997).

La alternativa del compostaje de los residuos orgánicos municipales

Soliva (2001) afirma:

Al mismo tiempo que colabora en la gestión de los residuos sólidos, el compostaje es el sistema que más respeta el ciclo de conservación de la materia y el que mayor aplicación encuentra en Agricultura.

Proceso de Fabricación de Compost, de acuerdo a Marcos (2018) sostiene:

El compostaje, entendido éste como un proceso aerobio y termófilo de obtención de enmiendas orgánicas a partir de residuos biodegradables, es un proceso de degradación en el que intervienen diferentes seres vivos y en el cual son determinantes algunos factores, como son el contenido de humedad, el pH, la temperatura y la concentración de oxígeno.

De un modo general, el compostaje se puede dividir en una serie de etapas consecutivas que se diferencian unas de otras fundamentalmente por las temperaturas que se logran alcanzar en cada una de ellas y por los seres vivos que participan en cada caso.

- Fase mesófila. Se trata del periodo en el cual los microorganismos se adaptan a las nuevas condiciones y comienzan a multiplicarse. Estas bacterias comienzan degradando los elementos orgánicos que se pueden alterar con mayor facilidad, aumentando progresivamente la temperatura del montón a compostar hasta alcanzar

unos 45°C. El pH de la masa se reduce por debajo de la medición 6.

- Fase termófila. En este periodo la temperatura alcanza valores normalmente de 60 a 70°C, permitiendo la proliferación de bacterias y hongos termófilos beneficiosos y contribuyendo a evitar la aparición de patógenos, larvas y semillas en el producto final. En esta etapa tiene lugar la subida del pH por encima de 6.
- Fase de maduración. Alcanzado el nivel máximo de temperatura, ésta comienza paulatinamente a disminuir. En este periodo tiene lugar la degradación de la materia orgánica con una menor capacidad de biodegradabilidad y comienzan a aparecer toda una serie de organismos y microorganismos que ayudan a su alteración, los cuales se encuentran adaptados a vivir a temperaturas inferiores a 40°C y en un pH próximo al neutro. (p.2).

Parámetros de control del Compostaje en Pilas

El compostaje en pilas es un proceso de biodescomposición muy utilizado y de fácil aplicación para compostar residuos orgánicos de diferente procedencia. Previamente se requiere aislar todo residuo de naturaleza inorgánica de los residuos o desechos de naturaleza orgánica, el material separado se apila a cielo abierto en capas alternadas de material orgánico con diferentes niveles de humedad, con capas de hierbas secas, esas capas son de base triangular, son alternadas para facilitar su proporción. En lo referente a las dimensiones de la pila, Roman *et al.*, (2013a) indican:

En el caso del compostaje en pilas, el tamaño de la pila, en especial la altura, afecta directamente al contenido de humedad, de oxígeno y la temperatura. Pilas de baja altura y de base ancha, a pesar de tener buena humedad inicial y buena relación C/N, hacen que el calor generado por los microorganismos se pierda fácilmente, de tal forma que los pocos grados de temperatura que se logran, no se conservan. El tamaño de una pila viene definido por la cantidad de material a compostar y el área disponible para realizar el proceso. Normalmente, se hacen pilas de entre 1.5 a 2 metros de alto para facilitar las tareas de volteo, y de un ancho de entre 1.5 y 3 metros. La longitud de la pila dependerá del área y del manipuleo a realizar con los residuos. En el momento de estimar las dimensiones de la pila de compostaje, se debe tener en cuenta que, durante el proceso de compostaje, la pila disminuye de tamaño (hasta un 50% en volumen) debido en parte a la compactación y en parte a la pérdida de carbono en forma de CO₂.(p.31).

Estos sistemas ya preparados requieren un volteo cada intervalo de tiempo, teniendo como elemento de control para este propósito el control de la humedad, al respecto Oviedo *et al.*,(2017) sostienen:

El compostaje es una de las tecnologías más empleadas para el aprovechamiento de biorresiduos, no obstante, su implementación en países en desarrollo no ha sido efectiva, debido, entre otros aspectos, a la limitada investigación para su aplicación. Este artículo presenta aportes en torno a los avances en la investigación del compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo, con base en resultados de seis años de estudios realizados por los autores. Se abordan: i) el análisis de la calidad fisicoquímica de los sustratos, ii) la evaluación de opciones para mejorar el proceso y la calidad del producto, iii) el desarrollo de herramientas para la planeación y operación de las instalaciones de compostaje. Estos avances han permitido reducir los tiempos de proceso, mejorar las condiciones para la higienización del material, cumplir con los estándares de calidad del producto, identificar pruebas para mejorar el control y monitoreo in situ de la estabilidad y madurez del producto y desarrollar herramientas para la selección de materiales de enmienda y de soporte (p.32).

En lo que respecta el control de la aireación de las pilas de compost, Roman *et al.*, (2013b) afirman:

La saturación de oxígeno en el medio no debe bajar del 5%, siendo el nivel óptimo el 10%. Un exceso de aireación provocaría el descenso de temperatura y una mayor pérdida de la humedad por evaporación, haciendo que el proceso de descomposición se detenga por falta de agua. Las células de los microorganismos se deshidratan, algunos producen esporas y se detiene la actividad enzimática encargada de la degradación de los diferentes compuestos. Por el contrario, una baja aireación, impide la suficiente evaporación de agua, generando exceso de humedad y un ambiente de anaerobiosis. Se producen entonces malos olores y acidez por la presencia de compuestos, como el ácido acético, ácido sulfhídrico (H₂S) o metano (CH₄) en exceso.(p.26)

Para el control de la temperatura y del pH del compostaje, Roman *et al.*, (2013c) afirman: 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°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. 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. 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.(p.28-29).

El compost se puede definir como el resultado de un proceso de humificación de la materia orgánica, bajo condiciones controladas y en ausencia de suelo. El compost es un nutriente para el suelo que mejora la estructura y ayuda a reducir la erosión y ayuda a la absorción de agua y nutrientes por parte de las plantas.

El compostaje es el proceso controlado de transformación biológica de la materia orgánica, en condiciones aeróbicas. La finalidad del proceso es acelerar la degradación de los residuos orgánicos, que en la naturaleza tiene lugar en períodos prolongados de tiempo. El compostaje produce un material valioso con alto contenido de humus, que puede utilizarse como mejorador de suelos y fertilizante, que es el compost. En el compostaje (degradación aeróbica) al igual que en la fermentación (degradación anaeróbica) intervienen microorganismos. Los materiales que pueden compostarse son todas las sustancias de origen vegetal o animal, como los residuos orgánicos domiciliarios, industriales, de actividades agrícolas o las que se generan en el mantenimiento de áreas verdes (poda, corte de césped), que se denominan residuos verdes.

Los materiales orgánicos se componen principalmente de compuestos de carbono e hidrógeno, que son utilizados por los microorganismos como fuente de alimento. Su actividad, y con ello la velocidad del proceso de compostaje, depende esencialmente de los siguientes factores:

- Composición del material
- Humedad
- Aireación

- Temperatura

Factores que condicionan el proceso de compostaje.

El proceso de compostaje se basa en la actividad de microorganismos que viven en el entorno, ya que son los responsables de la descomposición de la materia orgánica. Para que estos microorganismos puedan vivir y desarrollar la actividad de biodegradación se necesitan unas condiciones óptimas de temperatura, humedad y oxigenación.

Son muchos y muy complejos los factores que intervienen en el proceso biológico del compostaje, estando a su vez influenciados por las condiciones ambientales, tipo de residuo a tratar y el tipo de técnica de compostaje empleada. Los factores más importantes son:

Temperatura.

Se consideran óptimas las temperaturas del intervalo 35-55 ° C para conseguir la eliminación de patógenos, parásitos y semillas de malas hierbas. A temperaturas muy altas, muchos microorganismos interesantes para el proceso mueren y otros no actúan al estar esporados.

Humedad.

En el proceso de compostaje es importante que la humedad alcance unos niveles óptimos del 40-60 %. Si el contenido en humedad es mayor, el agua ocupará todos los poros y por lo tanto el proceso se volvería anaeróbico, es decir se produciría una putrefacción de la materia orgánica. Si la humedad es excesivamente baja se disminuye la actividad de los microorganismos y el proceso es más lento. El contenido de humedad dependerá de las materias primas empleadas. Para materiales fibrosos o residuos forestales gruesos la humedad máxima permisible es del 75-85 % mientras que, para material vegetal fresco, ésta oscila entre 50-60%.

pH.

Influye en el proceso debido a su acción sobre microorganismos. En general los hongos toleran un margen de pH entre 5 - 8, mientras que las bacterias tienen menor capacidad de tolerancia (a pH 6-7.5).

Oxígeno.

El compostaje es un proceso aeróbico, por lo que la presencia de oxígeno es esencial. La concentración de oxígeno dependerá del tipo de material, textura, humedad, frecuencia de volteo y de la presencia o ausencia de aireación forzada.

Relación C/N equilibrada.

El carbono y el nitrógeno son los dos constituyentes básicos de la materia orgánica. Por ello para obtener un compost de buena calidad es importante que exista una relación equilibrada entre ambos elementos. Teóricamente una relación C/ N de 25-35 es la adecuada, pero esta variará en función de las materias primas que conforman el compost. Si la relación C/ N es muy elevada, disminuye la actividad biológica. Una relación C/N muy baja no afecta al proceso de compostaje, perdiendo el exceso de nitrógeno en forma de amoníaco. Es importante realizar una mezcla adecuada de los distintos residuos con diferentes relaciones C/N para obtener un compost equilibrado. Los materiales orgánicos ricos en carbono y pobres en nitrógeno son la paja, el heno seco, las hojas, las ramas, la turba y el serrín. Los pobres en carbono y ricos en nitrógeno son los vegetales jóvenes, las deyecciones de animales y los residuos de matadero.

Población microbiana.

El compostaje es un proceso aeróbico de descomposición de la materia orgánica, llevado a cabo por una amplia gama de poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos.

2.3 Bases filosóficas

El paradigma emergente y realista predominante en el mundo contemporáneo es la búsqueda de salud a través de diferentes alternativas que se nos presenta el nuevo conocimiento o aplicado resultante de la investigación científica, siendo una de ellas el reciclaje de los residuos con alta carga orgánica, las decisiones para su aplicación recaen en acuerdos de naturaleza política de los gobiernos de turno, pues la comunidad científica y la academia ya han puesto en evidencia la factibilidad económica y ambiental en diversas investigaciones en torno a esta temática.

2.4 Definición de términos básicos

El compostaje es un proceso biológico termofílico en donde la materia orgánica es descompuesta por una gran cantidad de microorganismos. Bacterias, hongos, protozoos,

ácaros, miriápodos, entre otros organismos aeróbicos, digieren los compuestos orgánicos transformándolos en otros más simples de acuerdo a: Rynk (1992).

El compostaje es un proceso de descomposición oxidativa de los constituyentes orgánicos de los materiales de desecho, que se lleva a cabo bajo condiciones controladas sobre sustratos sólidos orgánicos heterogéneos, originando un producto que representa grandes beneficios cuando es adicionado al suelo, según afirma: Peña (2002).

El compostaje es un proceso biológico aerobio, que bajo condiciones de aireación, humedad y temperaturas controladas y combinando bases mesófilas (temperatura y humedad medias) y termófilas (temperatura superior a 45%), transforma los residuos orgánicos degradables, en un producto estable e higienizado, aplicable como abono o sustrato. Es decir, el compostaje es:

- Una técnica de estabilización y tratamiento de residuos orgánicos biodegradables. El calor generado durante el proceso (fase termófila) va a destruir las bacterias patógenas, huevos de parásitos y muchas semillas de malas hierbas que pueden encontrarse en el material de partida, dando lugar a un producto higienizado.
- Una técnica biológica de reciclaje de materia orgánica que al final de su evolución resulta humus, factor de estabilidad y fertilidad del suelo.
- El resultado de una actividad biológica compleja, realizado en condiciones particulares; el compostaje no es, por tanto, un único proceso. Es en realidad, la suma de una serie de procesos metabólicos complejos procedentes de la actividad integrada de un conjunto de microorganismos. Los cambios químicos y especies involucradas en el mismo varían de acuerdo a la composición del material que se quiere compostar.

2.5 Hipótesis de investigación

2.5.1 Hipótesis general

A partir de la mitigación del impacto ambiental ocasionado por los residuos orgánicos de los mercados de la ciudad de Huacho, a partir de la información obtenida de pruebas experimentales a pequeña escala de compostaje es posible su aplicación como fertilizante.

2.5.2 Hipótesis específicas

- Mediante la información de la composición y características generales de los residuos orgánicos producidos para para las pruebas experimentales de compostaje de estos residuos es posible la mitigación del impacto del impacto ambiental
- A partir de la determinación de las dosis requeridas de compost, de acuerdo a los análisis de suelo y compost para una óptima respuesta de la planta es posible mitigar el impacto ambiental.
- Mediante la determinación de la influencia del compost obtenido a base de los residuos orgánicos de mercado, en las características físicas del cultivo rabanito es posible la mitigación del impacto ambiental. influencia del compost obtenido a base de los residuos orgánicos de mercado.

2.6 Operacionalización de las variables

- a) Variable Independiente: Compostaje de los residuos orgánicos muestreados de los mercados de Huacho.
- b) Variable Dependiente: Mitigación del impacto Ambiental.
- c) Variable Interviniente: Método experimental, pozas de compostaje y materiales.

Tabla 1:
Operacionalización de las variables

VARIABLES	DIMENSIÓN DE LA VARIABLE	INDICADORES
Independiente:	Características	-Relación Carbono/ nitrógeno
Compostaje de los residuos orgánicos muestreados de los mercados de Huacho.	Físico Químicas del residuo orgánico.	-Proporción de r residuos animales y vegetales. -Densidad, humedad y p H Promedio del r e s i d u o orgánico.
	Parámetros del compostaje	-Tiempo, temperatura, humedad, pH , dosis de cal neutralizante, régimen y número de volteos.
Dependiente:	Características	.Relación carbono/ nitrógeno.
Mitigación del impacto Ambiental ocasionada por los residuos orgánicos	Físico Químicas del producto obtenido.	.Concentración de macro y micronutrientes.
	Mitigación Impacto Ambiental	Evaluación de la respuesta del desarrollo vegetativo de cultivos que fueron fertilizados con el producto obtenido, evaluando las características físicas del cultivo después de ser abonados en diferentes tratamientos con el producto <u>obtenido.</u>

CAPÍTULO III METODOLOGÍA

3.1 Diseño metodológico

Para la preparación del compost

a) Caracterización de los residuos de mercado y preparación del compost

Los residuos de mercado (Centro de Abastos Modelo de la ciudad de Huacho). Se seleccionaron de acuerdo a la naturaleza orgánica de más rápida biodegradación y un óptimo control en su proceso biodegradativo, los residuos de mercado se muestran en la tabla 2.

*Tabla 2:
Selección y cuantificación de residuos de mercado*

Residuos orgánicos	Cantidad Kg/día)	% peso
verduras	36.40	30.28
frutas	27.28	22.69
Comida sobrante	40.41	33.62
pescado	10.85	9.02
tierra	5.25	4.36
Rastrojos para un día (material orgánico, adicional que se adiciona a los residuos de mercado, en un 25% al peso total de los residuos orgánicos, que son 120.19 kg/día)	30.05	

Maquinarias y equipos:

- Pala
- Tijeras de podar
- Manguera
- Termómetro
- Tamices
- pHmetro digital
- Rastrillos

- Carretillas
- Baldes
- Balanza electrónica KAZO YKD1
- Mascarillas NK1
- Cuchillos

Para la aplicación del compost

a) Diseño del experimento

Para el desarrollo del experimento se implementó el Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA) que es lo que se ajusta a este modelo estadístico. Asimismo, constó de 3 bloques y 5 tratamientos incluido el testigo que se colocaron de manera aleatoria.

b) Factor de estudio

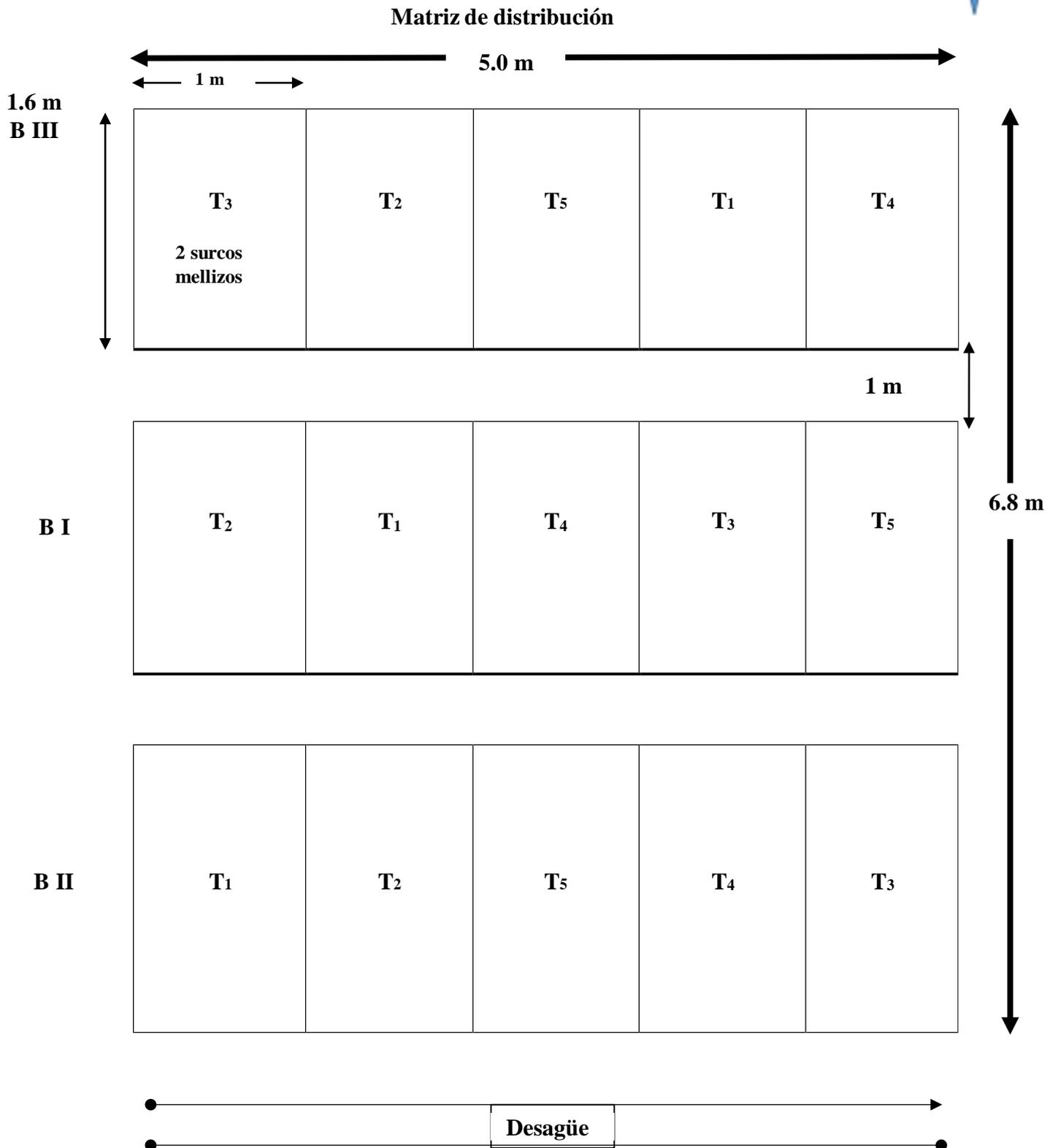
La aplicación de las dosis de compost se tuvo en cuenta el análisis de suelo, lo que emplean los agricultores de la zona e investigaciones como Hirzel y Salazar (2016), mencionan que se requiere de 6 a 12 tn/ha de compost que sea a base de guano de aves, aserrín, residuos vegetales y otros de alta relación C/N.

También se menciona que se planteó las dosis de compost que se muestra en la tabla 3,

*Tabla 3:
Dosis de compost a base de residuos de mercado*

Tratamiento	Dosis de compost (kg/ha)
T ₁	0
T ₂	4 000
T ₃	6 000
T ₄	8 000
T ₅	10 000

c) Croquis del área experimental



d) Características del área experimental

A. Características

- Número de tratamientos : 5
- Número de repeticiones : 3

B. Tratamientos

- N° de parcela. : 15
- N° de surco por parcela. : 2
- Distancia entre surco : 0.50 m
- Distancia entre plantas. : 0.10 m
- N° de plantas por golpe. : 1
- Longitud de surco. : 1.6 m.
- Ancho de la parcela. : 1 m.
- Área de la parcela : 1.60 m²

C. Bloque

- Largo de bloque. : 5 m.
- Ancho de bloque. : 1.6 m.
- Área neta del bloque. : 8 m²
- Distancia entre bloque : 1 m.

D. Área del experimento

- Área neta del experimento. : 24m².
- Área total del experimento : 34 m².
- Total de plantas : 960 plantas

c) Parámetro de evaluación

Evaluación en campo

Longitud de planta

Esta evaluación consistió en medir la longitud de la planta desde la cofia de la raíz hasta el ápice de la hoja a las 16 plantas marcadas con cinta. Luego se promedió y procesó los datos de cada parcela y mediante análisis estadísticos, se precisó que

tratamiento destacó.

Diámetro ecuatorial

Se tomaron las 16 plantas de cada parcela y se midió con un medidor vernier y luego se anotó en un cuaderno para su posterior análisis estadístico: este proceso se hizo con la finalidad de determinar que tratamiento presentó mayor diámetro ecuatorial.

Diámetro polar

También se hizo el mismo proceso anterior; para lo cual se midió con un vernier el tamaño de bulbo y se procesó mediante estadística experimental con la finalidad de precisar que tratamiento destaca en vigor de bulbo.

Rendimiento

Luego de cosechar las plantas de cada parcela se pesaron y luego se proyectaron por hectárea con la finalidad de precisar que tratamiento destaca en rendimiento comercial; es decir con que dosis se obtuvo mayor rendimiento de rabanito.

Evaluación química

Se analizaron los resultados de análisis foliar del cultivo de rabanito dosificaron con compost a base de residuos de mercado.

3.2 Población y muestra

3.2.1 Población

La población está conformada por plantas de rabanito que se desarrolla desde los 0-200 m.s.n.m.; por lo que los datos obtenidos fueron validados.

3.2.2 Muestra

Se tomaron muestra de plantas de los surcos centrales con la finalidad de evitar el efecto de borde; es decir reducir la influencia de las parcelas de los costados.

3.3 Técnicas de recolección de datos

Se recolectaron los datos aplicando las técnicas de observación y medición; por lo que se emplearon instrumentos de laboratorio como vernier, balanza digital y otros materiales, luego se anotaron en cuaderno para el procesamiento estadístico.

a) Materiales .

- Wincha
- Bolsas
- Balanza
- Materiales de campo
- Materiales de oficina

b) Equipos

- Computadora
- Equipo fotográfico
- Materiales de laboratorio

3.4 Técnicas para el procesamiento de la información

Obtenidos los datos de las evaluaciones de campo se procesaron con el paquete estadístico de SAS versión 9.4. Este software se usa para el procesamiento del análisis de varianza, prueba de Duncan y otros resultados, lo cual se considera eficiente.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1 Análisis de resultados

a) Análisis de compost

De acuerdo al análisis de compost realizado por INIA (2022) citado por Vélez *et al.* (2022) que se detalla en la tabla 4, se determinó que hubo baja concentración de materia orgánica, nitrógeno, alto en fósforo y adecuado en potasio. Asimismo, la relación carbono nitrógeno es adecuado. Por lo tanto, este abono es adecuado para emplearlo como fertilizante en el cultivo de rabanito.

*Tabla 4:
Análisis de compost a base de residuos de mercado*

C.E. (1:5) mS/cm	pH (1:5)	Humedad %	M.O. %	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	MgO %	C/N
4.22	8.54	10.82	12.93	1.06	2.17	0.65	1.81	1.30	7.07

Fuente: INIA (2021) citado por Cruz *et al.* (2022)

b) Análisis de suelo

De acuerdo a los resultados del análisis de suelo que se detalla en la tabla 5, se encuentra baja concentración de materia orgánica y nitrógeno, en concentración media de potasio y alta concentración de fósforo y concentración media de carbonato de calcio. En cuanto al pH es mediamente alcalino, en los cationes intercambiables en concentración media, esta el calcio, magnesio y potasio; en la capacidad de intercambio catiónico (CIC) es bajo. Por lo que, se requiere aplicación de compost; puesto que adiciona el elemento que mejora las propiedades del suelo.

*Tabla 5:
Análisis de suelo del área experimental*

C.E. 1:5 mS/cm	pH 1:2:5	M.O. (%)	N %	P ppm	K ppm	CaCO ₃ %	Cationes intercambiables				C.I.C
							—(meq/100 g suelo)—				
							Ca	Mg	Na	K	
44.30	7.61	1.51	0.08	20.52	143.62	0.44	6.91	1.34	0.47	0.37	9.08

Fuente: INIA (2022)

4.2 Contrastación de hipótesis

Para contrastar las hipótesis planteadas en la presente tesis de maestría

se utilizó el procesamiento estadístico de análisis de varianza que comparó los resultados de los cuatro tratamientos con dosis diferentes de compost, contrastado con el resultado obtenido con el tratamiento testigo, y poder analizar los efectos siguientes: a) De la mezcla obtenida del compostaje de los residuos orgánicos compostados b) El control de los parámetros del proceso de compostaje c) Desarrollo vegetativo de los cultivos con la medición de sus características físicas. Los resultados obtenidos se compararon con los datos de la prueba de Fisher al 5 % de error, lo que determinó si hubo efecto de dosis en los tratamientos o no; es decir si la aplicación de compost a base de residuos de mercado influyó en las características de la planta, según se muestra en el análisis de Varianza en la tabla 6.

*Tabla 6:
Análisis de varianza de un solo factor de estudio*

Fuente de Variación	SC	Gl	CM	Modelo I E(CM)	Modelo II E(CM)	F. cal
Bloques	SC_b	$b - 1$	$CM_b = SC_b / b - 1$	$\frac{\sigma_e^2 + \sum \beta_j^2}{(b - 1)}$	$\sigma_e^2 + t\sigma_\beta^2$	CM_b / CM_e
Tratamientos	SC_t	$T - 1$	$CM_t = SC_t / t - 1$	$\frac{\sigma_e^2 + b \sum T_i^2}{(t - 1)}$	$\sigma_e^2 + b\sigma_t^2$	CM_t / CM_e
Error	SC_e	$(b-1)(t-1)$	$CM_e = SC_e / (b-1)(t-1)$	σ_e^2	σ_e^2	
Total	SC_t	$bt - 1$				

Fuente: Núñez *et. al.* (2007)

Prueba de Duncan

Luego de efectuar la operación del análisis de varianza se procesaron con la Prueba de Duncan Al 5 % de error lo que determinó si hubo variación de los promedios u homogeneidad, para lo cual los calificó y agrupo por letras del abecedario.

4.3 Resultados del experimento

4.3.1 Longitud de rabanito

De acuerdo al análisis de varianza de longitud de rabanito que se detalla en la tabla 7 se indica que entre los tratamientos no hubo significancia; es decir no hubo efecto de dosis de compost en el desarrollo de planta. También se observa que el coeficiente de variación fue de 10.06 %, lo

que se interpreta que no hubo variación considerable en los promedios de parcela.

*Tabla 7:
Análisis de varianza de longitud de rabanito*

Fuente de variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	F cal.	F. Tabulado 5 %	Significación
Tratamientos	4	88.22856040	22.05714010	2.41	3.83	**
Bloques	2	64.78946920	32.39473460	3.54	4.46	**
Error	8	73.1238208	9.1404776			
Total	14	226.1418504				

Coefficiente de variación: 10.06 %

(*) Significativo
(**) No significativo

Respecto a la operación de la prueba Múltiple de Duncan al 5 % de error para la longitud de la planta de rabanito, que se indica en la tabla 8, se determinó que los tratamientos en su mayoría tienen una relación en común con el calificativo (ab), con excepción del T₅ y T₁; sin embargo, no hay diferenciación estadística. Asimismo, el T₅ con 33.35 cm destaca en relación a los demás tratamientos

*Tabla 8:
Prueba de Duncan al 5 % de error de longitud de planta de rabanito*

Tratamiento	Dosis De compost (kg/ha)	Altura de planta (cm)	Agrupamiento	
T ₅	10 000	33.356	a	a
T ₄	8 000	31.356	a	b
T ₃	6 000	30.631	a	b
T ₂	4 000	28.632	a	b
T ₁	0	26.252		b

Nota: Letras del agrupamiento igual son estadísticamente homogéneos

Con respecto al grafico de barras que se detalla en la figura 1, se aprecia que el T₅ con 33.356 cm destacó con relación a los otros tratamientos. Por lo que se interpreta que a medida que al aumentar las dosis de compost se incrementó la longitud de planta de rabanito.

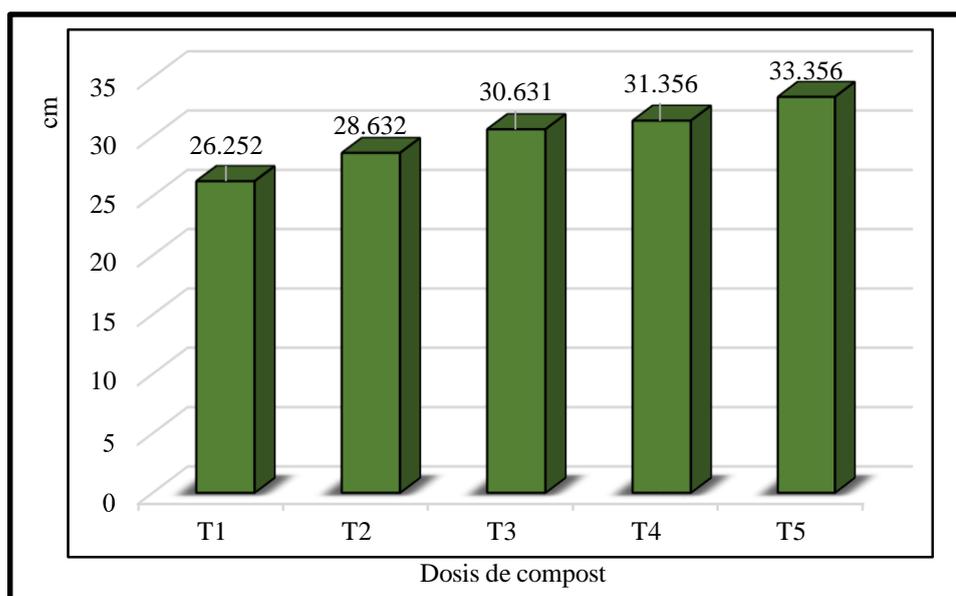


Figura 1: Longitud de planta de rabanito por tratamiento

4.3.2 Peso de un rabanito

Respecto al análisis de varianza que se detalla en la tabla 9, se aprecia que no hubo significancia entre los tratamientos; por lo que quiere decir que las dosis de compost no tuvieron efecto en el peso de rabanito. De la misma manera se indica que el coeficiente de variación fue de 8.95 % lo que quiere decir que no hubo una variación ligera de los promedios de parcela.

Tabla 9:
Análisis de varianza de peso de rabanito

Fuente de variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	F cal.	F. Tabulado 5 %	Significación
Tratamientos	4	268.0640644	67.0160161	1.92	3.83	**
Bloques	2	538.1047488	269.0523744	7.73	4.46	*
Error	8	278.569755	34.821219			
Total	14	1084.738568				

Coeficiente de variación: 8.95 %

(*) Significativo
(**) No significativo

Respecto al análisis de la prueba de Duncan al 5 % de error que se expone en la tabla 10, se observa la calificación del agrupamiento tienen común (ab) con excepción del T₅ y T₁; a pesar de esta variación de letras, no hubo diferenciación estadística. También se observa que T₅ con 72.80 g destaca referente a los demás.

Tabla 10:
Prueba de Duncan al 5 % de error de un peso de rabanito por tratamientos

Tratamiento	Dosis De compost (kg/ha)	Peso de rabanito (g)	Agrupamiento	
T ₅	10 000	72.805	a	a
T ₄	8 000	67.735	a	b
T ₃	6 000	65.847	a	b
T ₂	4 000	62.528	a	b
T ₁	0	60.710	b	b

Nota: Letras del agrupamiento igual son estadísticamente homogéneos

Concerniente al análisis del gráfico de peso de un rabanito por tratamiento que se detalla en la figura 2, se indica que la mayor dosis de compost con 10 tn/ha, que es T₅ obtuvo 72.80 g, lo cual resalta en referencia los demás.

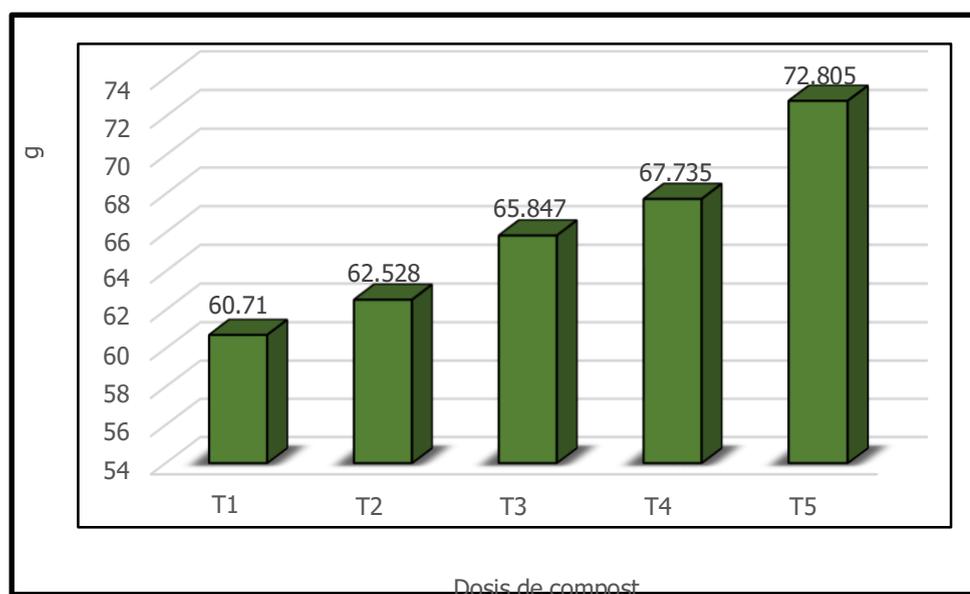


Figura 2: Peso de rabanito por tratamiento

4.3.3 Rendimiento comercial

Continúo con el análisis de varianza del rendimiento comercial que se indica en la tabla 11, se aprecia que la aplicación de compost no tuvo efecto en los tratamientos; por lo que se obtuvo no significancia. Analizado de otra manera la aplicación de compost no influyó en el rendimiento. Se indica también que el coeficiente de variación fue de 11.25 % que quiere decir que no es considerable la variación de los promedios de parcela.

*Tabla 11:
Análisis de varianza de rendimiento comercial de rabanito*

Fuente de variación	Grados de Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	F cal.	F. abulad $\frac{T}{o}$ 5%	Significación
Tratamientos	4	58.79197067	14.69799267	1.98	3.83	**
Bloques	2	64.70580040	32.35290020	4.36	4.46	**
Error	8	59.3434309	7.4179289			
Total	14	182.8412020				

Coeficiente de variación: 11.25 %

(*) Significativo y (**) No significativo

Respecto al análisis estadístico de la prueba de Duncan al 5 % de error que se detalla en la tabla 12. Se observa que todos tienen el mismo calificativo de (a); por lo que quiere decir que no hubo diferenciación estadística; es decir los promedios son estadísticamente homogéneos; sin embargo, el T₅ con 26.463 tn/ha destacó entre los demás tratamientos.

*Tabla 12:
Prueba de Duncan al 5 % de error de rendimiento comercial por tratamiento*

Tratamiento	Dosis De compost (kg/ha)	Rendimiento comercial (tn/ha)	Agrupamiento
T ₅	10 000	26.463	a
T ₄	8 000	25.972	a
T ₃	6 000	24.865	a
T ₂	4 000	22.330	a
T ₁	0	21.480	a

Nota: Letras del agrupamiento igual son estadísticamente homogéneos

Seguido del análisis anterior, se detalla la gráfica de barras en la figura 3. en el cual destaca el T₅ con 26.463 tn/ha diferenciándose en 18.83 % respecto al T₁ (testigo) con 21.43 tn/ha; por lo que, quiere decir que a mayor dosis de compost que es 10 tn/ha incremento en casi 20 % con respecto a lo que no se aplicó compost.

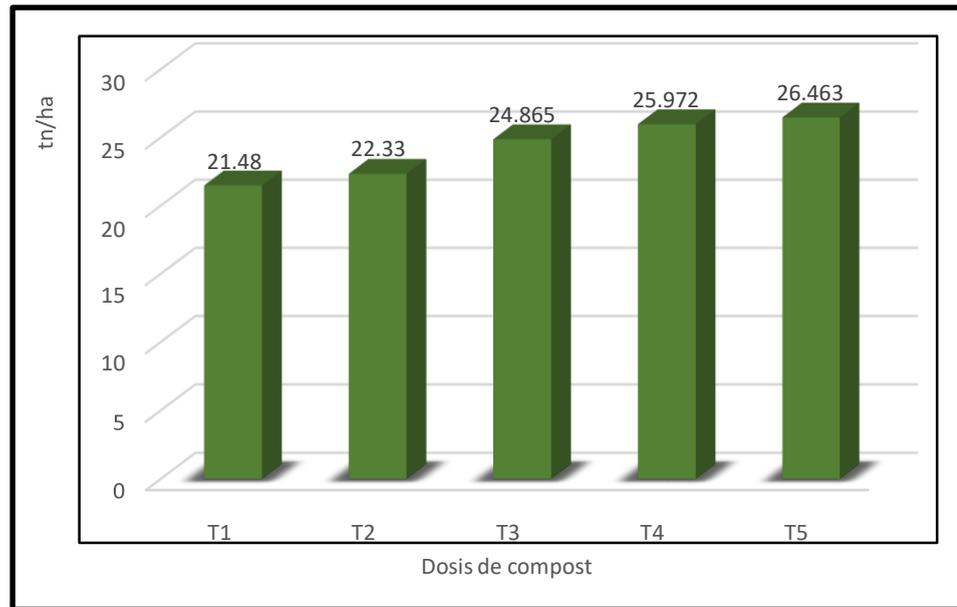


Figura 3: Rendimiento comercial por tratamiento

4.3.4 Diámetro polar de bulbo

Concerniente al análisis de varianza del diámetro polar de bulbo que se indica en la tabla 13, se aprecia que la aplicación de compost a base de residuos de mercado no influyó en el vigor del bulbo; lo que quiere decir no tuvo efecto en la calidad de bulbo. También se expone que el coeficiente variación fue de 19.15 % que representa una moderada variación de promedios de parcela.

Tabla 13:
Análisis de varianza de diámetro polar de bulbo

Fuente de variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	F cal.	F. Tabulado 5 %	Significación
Tratamientos	4	0.25497373	0.06374343	0.15	3.83	**
Bloques	2	2.23186973	1.11593487	2.57	4.46	**
Error	8	3.47314027	0.43414253			
Total	14	5.95998373				

Coeficiente de variación: 19.15 %

(*) Significativo y (**) No significativo

En el análisis de la prueba de Duncan al 5 % de error que se indica en la tabla 14, se aprecia que la calificación es común (a); por lo que quiere decir que no hubo variación estadística en los promedios de parcela. Pero el T₅ con 3.60 cm destacó con respecto a los demás tratamientos.

Tabla 14:
Prueba de Duncan al 5 % de error de diámetro polar de rabanito

Tratamiento	Dosis De compost (kg/ha)	Diámetro polar (cm)	Agrupamiento
T ₅	10 000	3.6073	a
			a
T ₄	8 000	3.5637	a
			a
T ₃	6 000	3.4220	a
			a
T ₂	4 000	3.3540	a
			a
T ₁	0	3.2557	a

Nota: Letras del agrupamiento igual son estadísticamente homogéneas

Se analizó también el gráfico de barras que se detalla en la figura 4. Se aprecia que a medida que se incorporó las dosis de compost se incrementó el diámetro de bulbo alcanzando una longitud para el tratamiento T₅ una medida de 3.61cm. Por lo que, se analiza que la aplicación del compost influyó en la calidad de bulbo.

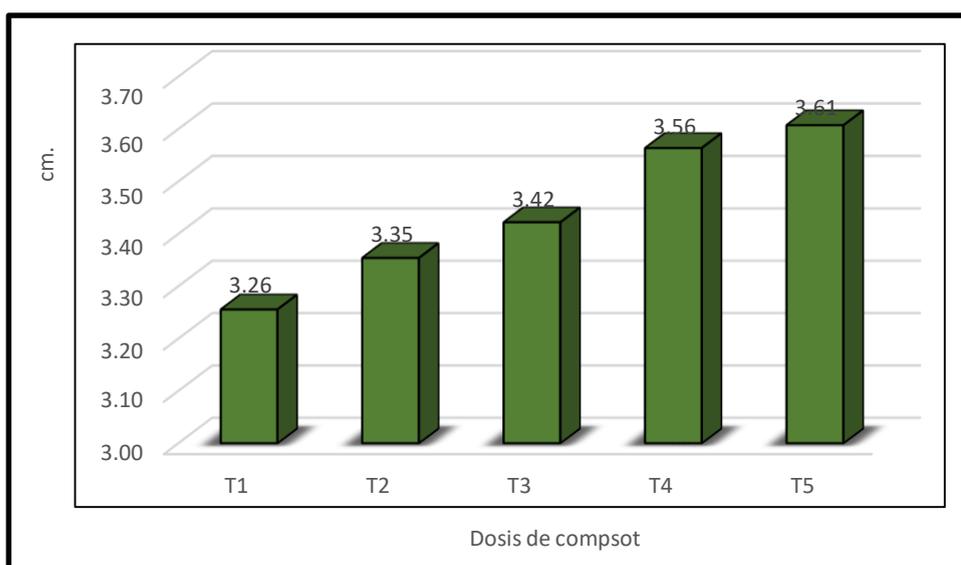


Figura 4: Diámetro polar de bulbo por tratamiento

4.3.5 Diámetro ecuatorial de bulbo

En cuanto al análisis de varianza del diámetro ecuatorial de la tabla 15, se aprecia que no hubo efecto de dosis de compost en los tratamientos; lo que quiere decir que la aplicación de compost no influyó la calidad de rabanito. También se precisa que el coeficiente de variación fue de 17.81 %, lo que quiere decir que hubo una variación moderada de los promedios de parcela.

*Tabla 15:
Análisis de varianza de diámetro ecuatorial*

Fuente de variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	F cal.	F. Tabulado 5 %	Significación
Tratamientos	4	0.18938040	0.04734510	0.13	3.83	**
Bloques	2	2.02603080	1.01301540	2.88	4.46	**
Error	8	2.81829920	0.35228740			
Total	14	5.03371040				

Coefficiente de variación: 17.81 %

(*) Significativo y (**) No significativo

También se efectuó el procesamiento estadístico de la prueba de Duncan al 5 % de error del diámetro ecuatorial que se indica en la tabla 16, se aprecia que todos los tratamientos son homogéneos eso se debe a que todos tienen el mismo calificativo (a), Asimismo se destaca que el T₄ obtuvo 3.50 cm siendo mayor con respecto a los demás.

*Tabla 16:
Prueba de Duncan al 5 % de error de diámetro ecuatorial de rabanito*

Tratamiento	Dosis	Diámetro	Agrupamiento
	De compost (kg/ha)	ecuatorial (cm)	
T ₄	8 000	3.5080	a
T ₅	10 000	3.4187	a
T ₃	6 000	3.2767	a
T ₂	4 000	3.2570	a
T ₁	0	3.2057	a

Nota: Letras del agrupamiento igual son estadísticamente homogéneos

Seguido con el análisis estadístico se ilustra el gráfico de barras en la figura 5. Lo que se indica que a cierta dosis de compost a base de residuos de mercado se obtuvo mayor volumen de bulbo; siendo este T₄ con 3.51 cm lo que destacó, por lo que se interpreta que a una adecuada dosis de compost destacó en calidad de bulbo de rabanito,

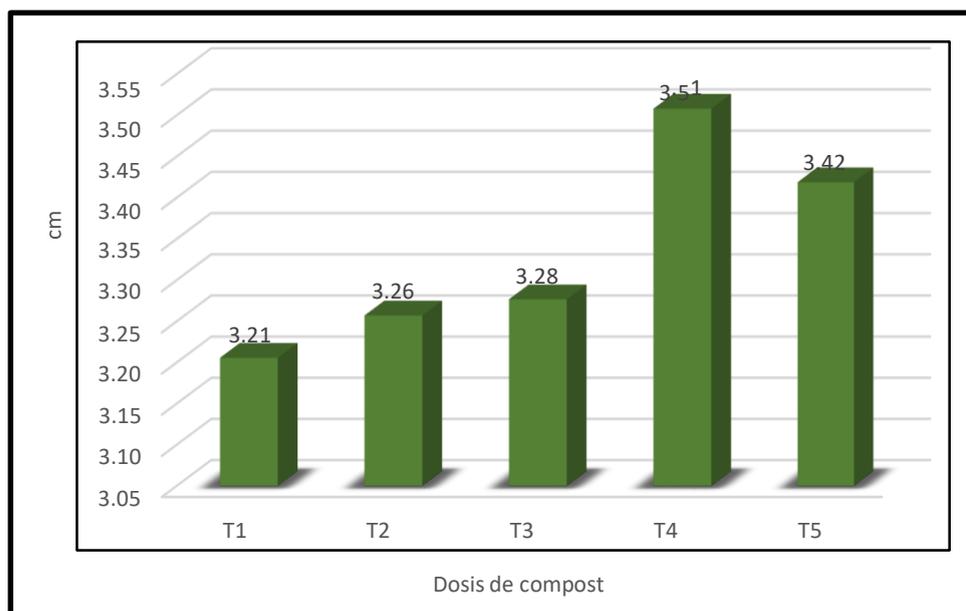


Figura 5: Diámetro ecuatorial por tratamiento

4.3.6 Análisis foliar del cultivo rabanito

En cuanto al análisis químico de hojas de rabanito que se muestra en la tabla 17, se determinó que destacó en las concentraciones en el T₅ con N, Ca, Mg y Zn; por lo que se interpreta que a medida que se incrementaron las dosis alcanzaron mayor concentración de los elementos mencionados; puesto que estos nutrientes optimizaron el desarrollo bioquímico, lo cual influyó en la formación de carbohidratos y resistencia frente al estrés ambiental.

*Tabla 17:
Análisis foliar de acuerdo a las dosis de compost a base de residuos de mercado*

Porcentaje (%)	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
N	5.49	5.26	4.76	4.82	5.94
P	0.33	0.38	0.37	0.34	0.33
K	5.38	4.84	4.44	3.90	3.48
Ca	1.47	3.66	1.90	4.80	4.84
Mg	1.03	1.15	1.13	1.18	1.29
Na	2.35	1.09	0.71	0.73	0.75
Partes por millón (Ppm)					
Cu	5.62	5.60	6.12	5.63	5.33
Fe	2957.18	2485.88	2597.43	3065.17	2679.41
Zn	55.90	54.72	54.74	49.04	64.58

Fuente: INIA (2021) citado Cruz D. *et al.* (2022)

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Discusión de resultados

5.1.1 Análisis de suelo

Los resultados del análisis de suelo se observan en la tabla 5, en la que, de acuerdo a el criterio de Prialé (2016), el valor de la conductividad eléctrica corresponde a un suelo muy poco salino, el pH corresponde a un valor neutro, la materia orgánica y el nitrógeno tienen valores bajos, y el fósforo y el potasio muestran valores medios. En lo que respecta los cationes intercambiables, según McKean (1993), se tiene que la concentración de Ca se verifica como alta, y valores medios de Mg, Na y K; y para la capacidad de intercambio catiónico tenemos un nivel bajo de acuerdo a Garrido (1994).

5.1.2 Análisis de compost

En la tabla 15 se ilustra el análisis químico del compost, donde se puede apreciar un mayor porcentaje de contenido orgánico y una disminuida concentración de los microelementos N, P, K. Así mismo, el pH es ligeramente alcalino de 8.54, la relación C/N es de 7, la humedad es de 10.82% y la conductividad eléctrica es de 4.22 mS/cm. Estos valores verifican que al elevarse el pH baja las concentraciones de macro y microelementos; sin embargo, el cociente de C/N se mantiene en el rango de los márgenes promedios que incentivan la biodegradación del compost, mineralización y disponibilidad de nutrientes minerales favorables para el desarrollo del cultivo de rabanito, por lo que este abono orgánico se encuentra en las condiciones adecuadas para ser utilizado como compost.

5.1.3 Análisis de las características físicas del rabanito

En relación a las características físicas del rabanito, que son: longitud de planta, incluyendo las raíces; diámetro ecuatorial y polar, peso de la planta por muestra y rendimiento comercial por tratamiento, se determinó que no hubo efecto de dosis por

lo que significa que la aplicación de compost no influyó en el rendimiento y calidad de bulbo, sin embargo el tratamiento T₅ destacó en las medidas morfológicas de la planta. Cabe mencionar que en el rendimiento, correspondiente al tratamiento T₅ se diferencia en 18.63% respecto al tratamiento T₁. Por lo tanto se observa claramente el efecto favorable de las dosis de compost, sobre el tratamiento que recibió mayor dosis que es el tratamiento T₅, respecto a los tratamientos que recibieron menores dosis de compost, y de estos que tuvieron mejores características físicas respecto al tratamiento control que es el T₁.

5.1.4 Análisis foliar

En cuanto al análisis foliar que se aprecia en la tabla 17, se indica que a medida que se incrementó la cantidad de compost añadido entre planta de acuerdo al tratamiento ensayado, se elevó las concentraciones de los elementos químicos de nitrógeno, calcio y zinc y un efecto inverso en relación a las concentraciones de cobre, fósforo, fierro y sodio. Por lo que, se observa que se reduce con el incremento de la dosis aplicada de compost. Esta diferenciación se debe a factores como la disponibilidad de nutrientes incorporados en el compost, así como a factores ambientales, fisiológico y fitosanitarios que influyeron directamente en las reacciones bioquímicas de los nutrientes. Estos resultados se sostienen con Morón *et al.* (1999), quienes argumentan que el análisis foliar depende del tipo de planta, lo que se refleja en los rangos de deficiencia, normalidad y toxicidad entre especies y cultivares, aun cuando las comparaciones se realicen a la misma edad fisiológica.

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

El uso de compost proveniente de residuos de mercado, combinado con rastrojos posee el factor de mejorar la calidad del suelo que está modernamente alcalino y la adición de los rastrojos, facilitó la aireación incentivando su biodegradación al evitar la agrupación de la materia orgánica. Por la adición del compost, se apreció en el análisis foliar, el incremento de las concentraciones de las sales de N, Ca y Zn y disminuyó la concentración de las sales de P, Fe y Cu, siendo estas concentraciones de equilibrio originada por el pH del suelo y efecto químicos de la adición del compost, produjo un efecto favorable para la planta.

Se analizó el peso y características generales de los residuos orgánicos producidos para las pruebas experimentales de compostaje de estos residuos para la mitigación del impacto ambiental.

Por otro lado, se determinó las dosis requeridas de compost, de acuerdo a los análisis de suelo y compost para una óptima respuesta de la planta, así también se determinó la influencia del compost obtenido a base de los residuos orgánicos de mercado, en las características físicas del cultivo rabanito

6.2 Recomendaciones

1. Realizar mayor número de ensayos experimentales en campo de cultivo teniendo en cuenta el pH del suelo, así también realizar su análisis completo del suelo y del agua de riego.
2. Realizar pruebas, con materiales orgánicos biodegradados de diferente procedencia orgánica.
3. Experimentar con la adición de fertilizantes inorgánicos específicos con predominancia en elementos que podría carecer el suelo y el material compostado a adicionar.
4. Preparar compost con un control minucioso de sus parámetros de control para

optimizar su biodegradación, con el control por ejemplo de la relación C/N y pH final del producto obtenido.

5. Evaluar la composición de micronutrientes y macronutrientes del compost a obtener a fin de realizar un balance de nutrientes entre el suelo agrícola disponible y el requerimiento de la planta a sembrar.

REFERENCIAS

- Abad, M. y Puchades, R. (coord.). (2002). Compostaje de residuos orgánicos generados en la hoya de buñol (Valencia) con fines hortícola. Ed. Asociación para la Promoción Socioeconómica Interior Hoya de Buñol, Valencia.
- Abad, M., Noguera, P., Noguera, V., Roig, A., Cegarra, J. y Paredes, C. (1997). Reciclado de residuos orgánicos y su aprovechamiento como sustratos de cultivo. *Actas de Horticultura* 19: 92-109.
- Buenrostro, O., Cram, S., Bernache, G. y Bocco, G. (2000). La digestión anaerobia como alternativa de tratamiento a los residuos sólidos orgánicos generados en los mercados municipales. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, vol. 16, núm. 1, pp. 19-26. Universidad Nacional Autónoma de México. Distrito Federal, México.
- Cardona, C.; Sánchez, O.; Ramírez J. y Alzate, L. (2004) Biodegradación de residuos orgánicos de plazas de mercado *Revista Colombiana de Biotecnología* Vol. VI No. 2 pag. 78-89..
- Cegarra, J., Sánchez, M.A., Roig, A. y Bernal, m.p. 1994. Sequential extraction of heavy metals from composting organic wastes. En: Etchevers, J.D. (Ed.). pp. 158-159. *Transactions of the 15th international congress of soil science*, Vol. 3b. International Society of Soil Science, México
- Chancahuana, G. (2019). Propuesta de valorización de residuos orgánicos en el mercado mayorista Plaza Unicachi Sur. Villa el Salvador. Tesis de Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Facultad de Ingeniería y Gestión
- Garrido V. S. 1994. Interpretación de análisis de suelos. Hojas divulgadoras N° 5/93. Ministerio de Agricultura Pesca y Alimentación. Instituto de Reforma y Desarrollo Agrario. Dirección General de Infraestructura y Cooperación, Madrid. España.

- Hanníbal B. (2016). Obtención de compost a partir de residuos sólidos orgánicos generados en el Mercado Mayorista del Cantón Riobamba. *European Scientific Journal* October 2016 edition vol.12, No.29 ISSN: 1857 – 7881 (Print) e - ISSN 1857- 743.
- Hirzel, J. y Salazar, F. (2016). Guía de manejo y buenas prácticas de aplicación de enmiendas orgánicas en agricultura. Instituto de Investigaciones Agropecuarias Ministerio de Agricultura (INIA)- Chile. pp. 1 -56 (Acceso 10 de agosto del 2022).
<https://n9.cl/0n2kw>.<http://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/2488/1/TESIS%20COMPLETA%20K%20EVIN%202020-DISCO.pdf>
- Huamaní, P. (2019). Evaluación de la calidad de compost a base de residuos orgánicos provenientes de la poda de áreas verdes y mercados del distrito de San Borja. Tesis de Ingeniería Ambiental. Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur. Facultad de Ingeniería y Gestión.
- Marcos, J. (2018) El compostaje de residuos orgánicos en formación profesional agraria. Publicaciones Didacticas. Código PD: 091073
- Martinez, W. (2017). Universidad Andina “Néstor Cáceres Velásquez. Facultad de Ingeniería y Ciencias Puras. Escuela profesional de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.
- McKean S. Manual de análisis de suelos y tejido vegetal. Una guía teórica y práctica de metodologías, Documento de trabajo No. 129, Laboratorio de servicios analíticos, Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1993,(Acceso 10 de marzo del 2022). <https://n9.cl/k9ba5>.
- Melgarejo, M. (2019). Estudio de Caracterización de Residuos Sólidos Municipales del Distrito de Villa El Salvador. Lima
- Morón, A., Martino, D. and Sawchik, J., 1999, Manejo y Fertilidad de suelos, INIA Serie Técnica N°76.
- Oviedo, E., Marmolejo, L. y Torres, P. (2017). Avances en investigación sobre el compostaje de biorresiduos en municipios menores de países en desarrollo. Lecciones desde Colombia. Universidad Nacional Autónoma de México. *Ingeniería. Investigación y Tecnología*, XVIII(1):31-42. <https://www.redalyc.org/pdf/404/40449649003.pdf>.
- Peña, E y col. 2002. Manual para la producción de abonos orgánicos en la agricultura

urbana.

- Prialé C. Muestreo de suelos: referencias sobre el análisis e interpretación de resultados, Instituto Nacional de Innovación Agraria - INIA. 2016 (Acceso 20 de marzo del 2022) http://repositorio.inia.gob.pe/bitstream/20.500.12955/286/1/Muestreo_de_suelos.pdf11.
- Rodríguez, H. y Espinoza, E. (2011). Evaluación de efluentes industriales descargados por la industria embotelladora de bebidas gaseosas: Universidad Técnica de Ambato . Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/829>.
- Rodríguez, I.; Pérez, H. y Jara, W. (2017a) Efecto del compost en el rendimiento agrícola de caña de azúcar en el Ingenio Valdez. Revista Cumbres 3(1), 119 – 126. <https://investigacion.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres/article/view/166/61>.
- Rodríguez, I.; Pérez, H. y Jara, W. (2017b) Efecto del compost en el rendimiento agrícola de caña de azúcar en el Ingenio Valdez. Revista Cumbres 3(1), 119 – 126. <https://investigacion.utmachala.edu.ec/revistas/index.php/Cumbres/article/view/166/61>.
- Roman, P., Martínez, M. y Pantoja, A. (2013a). Manual del compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. Santiago de Chile.(p.31).
- Roman, P., Martínez, M. y Pantoja, A. (2013b). Manual del compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. Santiago de Chile. (p.26)
- Roman, P., Martínez, M. y Pantoja, A. (2013b). Manual del compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura. Santiago de Chile.(p.28-29)
- Rynk, R. (1992). On-Farm composting Handbook. Northeast Regional Agricultural Engineering Service.

- Skinner, J. H. 2000. Worldwide MSW Market Reaches \$100. Billion: A Report from the ISWA World Congress 2000.
- Soliva, M. 2001. Compostatge i gestió de residus orgànics. Estudis i Monografies 21. Diputació de Barcelona, Àrea de Medi Ambient, Barcelona.
- Vélez, Y., Velez, D., Mazuelos, C. y Linares, V. (2022). Aprovechamiento de compost a base de residuos de tierra de blanqueo para mayor rendimiento de betarraga (*Beta vulgaris L.*), Barranca. *Revista de Investigación en Ciencias Agronómicas y Veterinarias*. 6(18):491-502.
<https://revistaalfa.org/index.php/revistaalfa/article/view/214/552>.
- Vogtmann, h., Fricke, k. and Turk, t. 1993. Quality, physical characteristics, nutrient content, heavy metals and organic chemicals in biogenic waste compost. *Compost Science and Utilization* 1: 68-87

ANEXOS

Anexo 1:

Longitud de planta de rabanito (cm) Fecha: 3 de julio del 2022 (30 dds)

Tratamiento	Bloque			Suma	Promedio
	BI	BII	BIII		
T ₁	27.18	23.23	28.35	78.76	26.25
T ₂	30.24	30.76	24.89	85.89	28.63
T ₃	34.95	31.83	25.12	91.89	30.63
T ₄	33.08	30.44	30.55	94.07	31.36
T ₅	38.97	30.21	30.89	100.07	33.36
Suma	164.41	146.47	139.80	450.68	
Promedio	32.88	29.29	27.96		

Anexo 2:

Peso de una planta de rabanito (gr) Fecha: 3 de julio del 2022 (30 dds)

Tratamiento	Bloque			Suma	Promedio
	BI	BII	BIII		
T ₁	64.876	57.734	59.520	182.13	60.71
T ₂	71.563	58.391	57.631	187.58	62.53
T ₃	73.946	57.326	66.270	197.54	65.85
T ₄	82.769	65.654	54.782	203.20	67.73
T ₅	78.236	63.549	76.631	218.42	72.81
Suma	371.39	302.65	314.83	988.88	
Promedio	74.28	60.53	62.97		

Anexo 3:

Rendimiento por parcela (kg) Fecha: 3 de julio del 2022 (30 dds)

Tratamiento	Bloque			Suma	Promedio
	B		BIII		
	I	II			
T ₁	4.13	2.83	3.35	10.31	3.44
T ₂	3.34	3.54	3.84	10.72	3.57
T ₃	4.44	2.97	4.52	11.94	3.98
T ₄	4.04	3.71	4.72	12.47	4.16
T ₅	4.51	3.98	4.21	12.70	4.23
Suma	20.46	17.03	20.64	58.13	

Promedio 4.09 3.41 4.13

*Anexo 4:
Rendimiento comercial de rabanito (tn/ha) Fecha: 3 de julio del 2022 (30 dds)*

Tratamiento	Bloque			Suma	Promedio
	BI	BII	BIII		
T ₁	25.81	17.69	20.94	64.44	21.48
T ₂	20.87	22.11	24.01	66.99	22.33
T ₃	27.75	18.59	28.26	74.59	24.86
T ₄	25.25	23.16	29.51	77.92	25.97
T ₅	28.19	24.89	26.31	79.39	26.46
Suma	127.87	106.44	129.03	363.33	
Promedio	25.57	21.29	25.81		

*Anexo 5:
Diámetro polar de rabanito (cm) Fecha: 3 de julio del 2022 (30 dds)*

Tratamiento	Bloque			Suma	Promedio
	BI	BII	BIII		
JT ₁	3.15	3.89	2.73	9.77	3.26
T ₂	4.23	3.03	2.80	10.06	3.35
T ₃	4.57	2.52	3.17	10.27	3.42
T ₄	4.44	2.79	3.47	10.69	3.56
T ₅	3.52	3.30	4.00	10.82	3.61
Suma	19.91	15.53	16.17	51.61	
Promedio	3.98	3.11	3.23		

*Anexo 6:
Diámetro ecuatorial de rabanito (cm) Fecha: 3 de julio del 2022 (30 dds)*

Tratamiento	Bloque			Suma	Promedio
	BI	BII	BIII		
T ₁	3.25	3.55	2.82	19.25	3.85
T ₂	4.45	2.85	2.53	15.64	3.13
T ₃	3.23	3.59	2.95	15.11	3.02
T ₄	4.58	2.77	3.18		
T ₅	3.73	2.88	3.64		

Suma	Promedio		
9.62	3.21	9.833.28	9.77
	3.26		
10.52	3.51		
10.26	3.42		41
50.00			

*Anexo 7:
Resumen de las características de la planta de acuerdo a las dosis*

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅
Evaluación de campo					
Longitud de planta (cm)	26.25	28.63	30.63	31.36	33.36
Peso de un planta (g)	60.71	62.53	65.85	67.73	72.81
Rendimiento por parcela (kg)	3.44	3.57	3.98	4.16	4.23
Rendimiento comercial (tn/ha)	21.48	22.33	24.86	25.97	26.46
Diámetro polar de rabanito (cm)	3.26	3.35	3.42	3.56	3.61
Diámetro ecuatorial de rabanito (cm)	3.21	3.28	3.26	3.51	3.42



Anexo 9: Vista panorámica del área experimental



Anexo 10: Evaluación de altura de planta de rabanito



Anexo 11: Vista panorámica del cultivo de rabanito



[Indique los nombres y apellidos completos del asesor o director]
ASESOR

[Indique los nombres y apellidos completos del presidente]
PRESIDENTE

[Indique los nombres y apellidos completos del secretario]
SECRETARIO

[Indique los nombres y apellidos completos del primer vocal]
VOCAL

[Indique los nombres y apellidos completos del segundo vocal]
VOCAL

[Indique los nombres y apellidos completos del tercer vocal]
VOCAL