

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTÓBAL
DE HUAMANGA**

ESCUELA DE POSGRADO

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA
Y METALURGIA**



TESIS:

**Residuos Orgánicos e Implementación de Biohuertos Familiares en el
Distrito de Villa Kintiarina, La Convención, Cusco**

Para optar el grado académico de:

MAESTRO EN INGENIERÍA AMBIENTAL

PRESENTADO POR:

Bach. Ruben SANCHEZ ROMERO

ASESOR:

Mg. Leidy Diana MEDINA QUIQUIN

AYACUCHO – PERÚ

2024

DEDICATORIA

A mi querida familia, que es mi pilar y red de apoyo en todo momento, agradecerles por creer en mí cuando yo mismo tenía dudas, y por acompañarme en este viaje lleno de retos y logros.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, quiero agradecer a la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga por brindarme la oportunidad de llevar a cabo este proyecto y por brindarme los recursos necesarios para hacerlo posible. Gracias por los conocimientos y habilidades que adquirí a través de su educación, lo cual me permitió llevar a cabo este proyecto de manera eficiente y efectiva.

Asimismo, quiero agradecer a mi asesora por su orientación y paciencia durante todo el proceso de investigación. Gracias por compartir sus conocimientos y experiencia, por sus valiosos comentarios y por ayudarme a mantenerme enfocado en el objetivo final.

Finalmente, pero no menos importante, quiero agradecer a mi familia por su apoyo incondicional en todo momento. Gracias por su comprensión, motivación y aliento, especialmente en aquellos momentos de mayor estrés y presión.

En conjunto, todos ellos han sido piezas fundamentales para alcanzar el éxito en este proyecto y lograr cumplir mi meta académica. Una vez más, les expreso mi más sincero agradecimiento y espero poder retribuirles de alguna manera en un futuro cercano.

ÍNDICE

	Página
CARÁTULA	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
ÍNDICE DE TABLAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
ÍNDICE DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
INTRODUCCIÓN	1
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
1.1. Descripción del problema	3
1.2. Formulación del problema	7
1.2.1. Problema principal	7
1.2.2. Problemas secundarios	7
1.3. Objetivos	7
1.3.1. Objetivo general	7
1.3.2. Objetivos específicos	7
1.4. Hipótesis	8
1.4.1. Hipótesis general	8
1.4.2. Hipótesis específicas	8
1.5. Justificación	8
1.6. Delimitación del problema	10
1.6.1. Delimitación espacial	10
1.6.2. Delimitación temporal	12
II. MARCO TEÓRICO	13
2.1. Antecedentes de la investigación	13
2.1.1. Internacional	13
2.2. Residuos sólidos	18
2.2.1. Clasificación de los residuos sólidos	19
2.3. Manejo de residuos sólidos	23
2.3.1. Minimización	23

2.3.2.	Segregación	24
2.3.3.	Almacenamiento	25
2.3.4.	Recolección	26
2.3.5.	Reaprovechamiento	26
2.3.6.	Comercialización	27
2.3.7.	Transporte	27
2.3.8.	Transferencia	27
2.3.9.	Tratamiento	27
2.3.10.	Disposición final	27
2.4.	Reaprovechamiento	29
2.4.1.	Reciclaje	29
2.4.2.	Recuperación	29
2.4.3.	Reutilización	30
2.5.	Biohuerto	30
2.5.1.	Condiciones de un biohuerto	30
2.5.2.	Valor e importancia del biohuerto	31
2.5.3.	Diseño de un biohuerto	32
2.5.4.	Abonos orgánicos	32
2.5.5.	Tipos de abonos orgánicos	33
2.5.6.	Influencias de abonos orgánicos	33
2.5.7.	Compostaje	35
2.5.8.	Parámetros en el proceso de compostaje	35
2.6.	Efectos del compost en el suelo	38
2.7.	Materiales para el proceso de compostaje	38
2.8.	Marco legal	38
III.	DISEÑO METODOLÓGICO	40
3.1.	Tipo y nivel de investigación	40
3.2.	Diseño de investigación	40
3.3.	Población y muestra	40
3.4.	Operacionalización de variables	41
3.5.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos	42
3.5.1.	Técnicas de recolección de datos	42
3.5.1.1.	Recolección de residuos sólidos orgánicos	44
3.5.1.2.	Residuos orgánicos domiciliarios en el distrito de Villa Kintiarina	46

3.5.1.3. Generación total de residuos orgánicos domiciliarios	49
3.5.1.4. Elaboración de compost	49
3.5.1.5. Parcelas experimentales	56
3.5.2. Instrumentos de recolección de datos	57
3.5.2.1. Equipos y materiales	57
3.6. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	59
3.6.1. Proceso de compostaje	59
3.6.2. Parcelas experimentales	59
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	60
4.1. Generación per cápita de residuos orgánicos domiciliarios	60
4.2. Evaluación del compostaje	61
4.3. Tiempo de descomposición	67
4.4. Rendimiento del compostaje	69
4.5. Aspectos biométricos de las hortalizas y análisis de varianza	70
4.6. Comparación de los tratamientos en el cultivo de hortalizas	75
4.7. Implementación de biohuertos familiares	77
CONCLUSIONES	79
RECOMENDACIONES	81
BIBLIOGRAFÍA	82
ANEXOS	96

ÍNDICE DE TABLAS

	Página
Tabla 1 Clasificación de los residuos sólidos según su origen	20
Tabla 2 Códigos de colores para la segregación de los residuos sólidos	25
Tabla 3 Marco legal de los residuos sólidos	39
Tabla 4 Operacionalización de variables	41
Tabla 5 Composición de los residuos sólidos domiciliarios	43
Tabla 6 Información poblacional y espacial por centro poblado	46
Tabla 7 Mezcla para compost de residuos domiciliarios por cada pila	53
Tabla 8 Datos del proceso del compostaje del tratamiento 1, microorganismos nativos	63
Tabla 9 Datos del proceso del compostaje del tratamiento 2, microorganismos comerciales	64
Tabla 10 Datos del proceso del compostaje del testigo	64
Tabla 11 Altura del cultivo de rabanito a los 30 días (cm)	70
Tabla 12 Análisis de varianza para la altura del cultivo de rabanito (30 días)	71
Tabla 13 Peso del fruto del cultivo de rabanito a los 34 días (g)	72
Tabla 14 Análisis de varianza para el peso del fruto (g) del cultivo de rabanito (34 días)	72
Tabla 15 Altura (cm) del cultivo de lechuga a los 30 días	73
Tabla 16 Análisis de varianza para la altura del cultivo de lechuga (30 días)	73
Tabla 17 Número de hojas del cultivo de lechuga (50 días)	74
Tabla 18 Análisis de varianza para el número de hojas del cultivo de lechuga (50 días)	74

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Delimitación espacial de la investigación residuos sólidos	11
Figura 2 Clasificación de los residuos sólidos	19
Figura 3 Las 3R	24
Figura 4 Segregación de los residuos sólidos	24
Figura 5 Puntos de almacenamiento	26
Figura 6 Reaprovechamiento de un residuo sólido	26
Figura 7 Cadena de manejo de residuos sólidos	28
Figura 8 Relleno sanitario Quillabamba, La Convención, Cusco	29
Figura 9 Cartilla informativa para la sensibilización, tacho marrón	44
Figura 10 Cartilla informativa para la sensibilización, tacho negro	45
Figura 11 Punto ecológico	46
Figura 12 Esquema del procedimiento de determinación de generación per cápita de residuos orgánicos domiciliarios	48
Figura 13 Flujo del proceso de compostaje	50
Figura 14 Esquema del procedimiento de captura de ME nativos	50
Figura 15 Frascos con microorganismos nativos capturados	51
Figura 16 Preparación de ME nativos	51
Figura 17 Capas de los materiales empleados en el compostaje	53
Figura 18 Calculadora de la relación C:N	54
Figura 19 Tamiz usado en las labores de zarandeo	56
Figura 20 Área de las parcelas experimentales	57
Figura 21 Medición de la humedad en la mezcla mediante la prueba de puño	62
Figura 22 Parámetros de control en el proceso de compostaje	63
Figura 23 Variación de la temperatura, humedad y pH bajo el efecto de microorganismos eficientes autóctono	65
Figura 24 Variación de la temperatura, humedad y pH bajo el efecto de microorganismos eficientes comercial	66
Figura 25 Variación de la temperatura, humedad y pH en el tratamiento “testigo”	67
Figura 26 Tiempo de descomposición según el tratamiento	68
Figura 27 Rendimiento del compostaje según el tratamiento	69
Figura 28 Diferencias de las medias para el peso del fruto del rabanito (kg) en los tratamientos	75
Figura 29 Intervalos de peso (kg) del fruto del rabanito en los tratamientos	76
Figura 30 Diferencias de las medias para el peso del fruto del rabanito (kg) en los tratamientos	76
Figura 31 Intervalos de número de hojas de la lechuga en los tratamientos	77
Figura 32 Biohuerto en la comunidad de Lima Tambo	78
Figura 33 Biohuerto en la comunidad de Villa Kintiarina	78

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1	Panel fotográfico
Anexo 2	Determinación del tamaño de la muestra
Anexo 3	Formato de generación per cápita de residuos orgánicos domiciliarios
Anexo 4	Ficha de registro de medición de parámetros del compostaje
Anexo 5	Ficha procedimiento de captura de microorganismos nativos
Anexo 6	Padrón de familias con la implementación de biohuertos

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo la determinación del aprovechamiento de los residuos orgánicos e implementar biohuertos familiares en el distrito de Villa Kintiarina, La Convención, Cusco. Se realizaron experimentos con tres modalidades de tratamiento en un sistema de compostaje aeróbico, y se llevó a cabo una evaluación comparativa de la eficacia de los compost obtenidos mediante el uso de microorganismos eficientes nativos (MEN), microorganismos eficientes comerciales (MEC) y un grupo de control sin la presencia de microorganismos eficientes en los residuos sólidos orgánicos. Inicialmente, se prepararon los microorganismos nativos y comerciales, permitiéndoles fermentar durante un periodo específico. Luego, se crearon pilas composteras con un volumen de $0,5 \text{ m}^3$, estableciendo tres tratamientos con tres repeticiones cada uno. Se aplicaron los MEC y MEN en las pilas de compost, y se llevó a cabo un monitoreo continuo de la temperatura, pH y humedad de las pilas composteras, además de evaluar el rendimiento del compostaje y el tiempo de descomposición. Se instalaron parcelas experimentales de $1,5 \text{ m}^2$ con dos tipos de hortalizas (rabanito y lechuga) con un diseño completo al azar. Para el análisis estadístico de datos, se utilizó el método de análisis de varianza (ANOVA) y para determinar el mejor de los tratamientos se empleó la prueba Tukey con un nivel de confianza del 95 %, mediante el programa Minitab 18. Como resultados se obtuvo $0,38 \text{ kg/hab/día}$ como generación per cápita (GPC) de residuos sólidos orgánicos producidos por las familias del distrito de Villa Kintiarina. Respecto al tiempo de obtención de compost (días) y rendimiento (%) se obtuvo que el tratamiento con MEC obtuvo un menor tiempo (29 días) y 40,55 %, el de MEN (31 días) y 39,74 %; el testigo (39 días) y 31,28 %. Además, se examinaron las características biométricas de los cultivos de rábano (en términos de peso) y lechuga (en cuanto al número de hojas). Se llega a la conclusión de que hay diferencias significativas entre los tres tratamientos de compost, evidenciando que estos afectan de manera distinta al peso de los frutos de rábano y al número de hojas en el cultivo de lechuga. Las mejores características biométricas se obtuvieron con el tratamiento donde se aplicó el compost obtenido mediante microorganismos eficientes nativos. Con el mejor compost obtenido, se implementó biohuertos familiares en 50 familias del distrito de Villa Kintiarina.

Palabras claves: Residuos sólidos orgánicos, microorganismos eficientes comerciales, microorganismos eficientes nativos, compostaje, compost, biohuerto.

ABSTRACT

The objective of this research is to determine the use of organic waste and implement family biogardens in the district of Villa Kintiarina, La Convencion, Cusco. Experiments were carried out with three treatment modalities in an aerobic composting system, and a comparative evaluation of the effectiveness of the composts obtained through the use of native efficient microorganisms (MEN), commercial efficient microorganisms (MEC) and a group control without the presence of efficient microorganisms in organic solid waste. Initially, native and commercial microorganisms were prepared, allowing them to ferment for a specific period. Then, compost piles with a volume of 0,5 m³ were created, establishing three treatments with three repetitions each. The MEC and MEN were applied to the compost piles, and continuous monitoring of the temperature, pH and humidity of the compost piles was carried out, in addition to evaluating the composting performance and decomposition time. Experimental plots of 1,5 m² were installed with two types of vegetables (radish and lettuce) with a complete randomized design. For the statistical analysis of data, the analysis of variance (ANOVA) method was used and to determine the best treatment, the Tukey test was used with a confidence level of 95 %, using the Minitab 18 program. The results were obtained 0.38 kg/inhabitant/day as per capita generation (GPC) of organic solid waste produced by families in the Villa Kintiarina district. Regarding the time to obtain compost (days) and yield (%), it was found that the treatment with MEC obtained a shorter time (29 days) and 40,55 %, that of MEN (31 days) and 39,74 %; the control (39 days) and 31,28 %. Additionally, biometric characteristics of radish (in terms of weight) and lettuce (in terms of number of leaves) crops were examined. It is concluded that there are significant differences between the three compost treatments, showing that these affects differently the weight of the radish fruits and the number of leaves in the lettuce crop. The best biometric characteristics were obtained with the treatment where the compost obtained by native efficient microorganisms was applied. With the best compost obtained, family biogardens were implemented in 50 families in the Villa Kintiarina district.

Keywords: Organic solid waste, commercial efficient microorganisms, native efficient microorganisms, composting, compost, biogarden

INTRODUCCIÓN

Según Álvarez (2013), la gestión de residuos orgánicos domiciliarios es un tema de creciente importancia en la actualidad, debido a su potencial para la generación de impactos ambientales y su capacidad de ser valorizados como recursos. El compostaje de residuos sólidos orgánicos es una alternativa sostenible para el tratamiento de este tipo de residuos, ya que permite su degradación y estabilización, lo que a su vez posibilita su aprovechamiento como abono o enmienda orgánica en la agricultura. En este sentido, el aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios a través del compostaje se presenta como una opción viable para la reducción de residuos y la generación de productos beneficiosos para el suelo y las plantas.

Además, la implementación de estrategias de aprovechamiento y recolección de residuos orgánicos a nivel local puede contribuir significativamente a la reducción de residuos y la promoción de prácticas sostenibles en la comunidad. La valorización de residuos orgánicos a través del compostaje no solo permite la generación de abono orgánico de alta calidad, sino que también contribuye a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y a la disminución de la generación de lixiviados, olores y otros impactos ambientales asociados a su disposición inadecuada (UNA, 2016).

De acuerdo a Tanya & Leiva (2019), los microorganismos eficientes son una mezcla de microorganismos beneficiosos, como bacterias ácidas lácticas, bacterias fotosintéticas y levaduras, que se utilizan en la agricultura para mejorar la calidad del suelo, aumentar la producción de cultivos y promover la sostenibilidad. Estos microorganismos benefician el suelo al restablecer su equilibrio microbiológico, mejorar su condición fisicoquímica y aumentar su protección. Por ello, en el proceso de compostaje se aplicó microorganismos eficientes nativos y comerciales para determinar el efecto en las hortalizas a cultivar.

Los biohuertos son espacios que permite a las familias cultivar sus propios alimentos de manera orgánica, promoviendo la sostenibilidad y el aprendizaje práctico. Esta investigación desarrolla la implementación de biohuertos en las familias del distrito de Villa Kintiarina, considerando su influencia en la conciencia ambiental, la nutrición y la educación. Se ha demostrado que los biohuertos no solo fomentan la adquisición de conocimientos sobre agricultura sostenible, sino que también promueven la adopción de hábitos alimenticios saludables y la conexión con el medio ambiente (Smith & Jones, 2022) (García

& Pérez, 2023).

En este sentido, la presente investigación tiene como finalidad determinar el aprovechamiento de los residuos orgánicos e implementar biohuertos familiares en el distrito de Villa Kintiarina, La Convención, Cusco. Durante la ejecución de este estudio, se aborda la problemática, se delinean los objetivos e hipótesis en el primer capítulo, se expone el marco teórico en el segundo capítulo, se especifica la metodología en el tercer capítulo, y se analizan e interpretan los resultados en el cuarto capítulo, acompañados de su respectiva discusión. Además, se presentan las conclusiones derivadas de los objetivos establecidos y se ofrecen recomendaciones basadas en los hallazgos de la investigación.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Esta sección de la presente investigación empieza con una combinación de frases: Dar una oportunidad a nuestros residuos, que sean materia prima para la obtención de otros productos, más que una obligación es una necesidad. Cada vez que desechamos algo, preguntémonos ¿Podría ser útil para otro fin? por ti, por nosotros y por los que vendrán.

De acuerdo a La Vanguardia (2021), en su portada de “La historia de la humanidad contada a través de la basura” anuncia que la forma en que se recolectan y tratan los desechos en los vertederos de los barrios pobres refleja la estructura social y económica de la población en cada momento.

Desde finales del siglo XIX, la política de manejo de residuos se enfocaba en gestionar las sustancias que interferían con el funcionamiento de la ciudad y generaban inconvenientes, especialmente para la población más acomodada. En el transcurso de más de un siglo, esta manera de gestión de residuos consistió en trasladar dichos residuos a donde vivía gente muy pobre o pocas personas (Alió et al., 2020). No se consideraban los residuos urbanos como un problema ambiental de índole ecológica a tener en cuenta hasta la segunda mitad del siglo XX.

Como referencia, históricamente, en la Unión Europea, el método predominante para el tratamiento de residuos sólidos urbanos ha sido su disposición en vertederos, también conocido como vertido controlado. En este proceso, se destinan los desechos que han sido previamente procesados y que no serán reutilizados o valorados mediante algún otro sistema de gestión. Este enfoque refleja la evolución de las políticas de gestión de residuos,

que han priorizado la prevención, reutilización y reciclaje de residuos, con el objetivo de reducir la cantidad de residuos enviados a vertederos. En los últimos años, ha habido un ligero aumento en la popularidad de la incineración como método de tratamiento de residuos sólidos urbanos en la Unión Europea. Este proceso ha pasado de representar el 21 % en 2007 al 26 % en 2013. La incineración permite la recuperación de energía a partir de los residuos y el tratamiento de varios tipos de desechos. Sin embargo, conlleva problemas ambientales derivados de la generación de gases y cenizas tóxicas durante el proceso de incineración, los cuales requieren un tratamiento adicional. Siguiendo con el desglose de los tratamientos, llegamos al que va referido la investigación propuesta; los tratamientos ecológicos como el reciclaje y el compostaje que significan dar valor a los residuos y reutilizarlos permitiendo un menor impacto en el medio ambiente. (Perona, 2016)

Según RETEMA (2019), la tendencia europea en cuanto a tratamiento de residuos sólidos medidos según un informe de Eurostat del año 2019, el 48 % de los residuos municipales fueron reciclados o compostados, es decir que el 30,5 % pasaron a ser reciclados y el 17,5 % a compostaje, la valorización energética representó el 26,7 % de los mismos, mientras que el vertido supuso el 23,7 % del tratamiento; el apartado "otros" representó un 1,6 % del total. De acuerdo a Perona (2016), el panorama futuro se presenta optimista, ya que se anticipa que, mediante estrategias nacionales de prevención de residuos alimentarios, se lograrán reducciones de al menos un 30 % en sectores como la manufactura, el comercio minorista, la distribución, los servicios de alimentación, la hostelería y los hogares para el año 2025. Además, se aspira a alcanzar un índice del 70 % en el reciclado de residuos urbanos.

Según Sáez et al. (2014), en América Latina y el Caribe, el manejo de residuos ha prevalecido bajo el esquema de "recolección y disposición final", lo que ha dejado rezagados el aprovechamiento, reciclaje y tratamiento de los residuos, así como la disposición final sanitaria y ambientalmente adecuada. Esto ha tomado a prácticas peligrosas para el medio ambiente y la salud, como los basurales al cielo abierto, tasas bajas de recuperación formal de residuos. Es necesario implementar políticas y estrategias que promuevan la prevención, reutilización y reciclaje de residuos, además, se aboga por la implementación de tecnologías existentes con participación e inclusión social, respaldadas adecuadamente financieramente, junto con la aplicación de indicadores de gestión, así como métodos de educación y comunicación que coadyuven a su mejora.

Aunque los beneficios de la implementación de tecnologías de valorización son significativos, como la disminución de emisiones de carbono, la recuperación de materiales y la explotación del potencial energético contenido en los residuos, la adopción de estas tecnologías aún está en una fase temprana. También se destaca la prolongación de la vida útil de los vertederos y la generación de empleos "verdes". La región enfrenta un desafío significativo en la gestión de residuos sólidos, el cual requiere la integración y coordinación a nivel de acciones públicas y privadas para su resolución.

Conforme a Carrasco (2018), el manejo de residuos sólidos en el Perú es un asunto que requiere una mejora considerable. La presencia de cúmulos de "basura" y por ende la contaminación son escenas comunes en las calles. Con el 75 % de la población peruana vive en zonas urbanas, se genera una mayor cantidad de desechos, lo que exige una gestión más efectiva de los residuos. (Universidad Continental, 2019), según las cifras más recientes proporcionadas por el Ministerio del Ambiente del Perú en 2015, diariamente se producen más de 18 mil toneladas de desechos en el país, siendo 8 468 toneladas de estas generadas en el departamento de Lima. Del total de los residuos generados en Perú, el 58,75 % son residuos orgánicos, el 18,60 % son reciclables y el 14,28 % son no aprovechables y el menor porcentaje que es 8,37 % representa a residuos peligrosos.

Según la Universidad Continental (2019), la mayor parte de los desechos generados en el país son de naturaleza orgánica, como restos de comida, cáscaras de frutas y verduras, entre otros. Estos residuos poseen el potencial de ser empleados en la producción de abonos orgánicos, los cuales pueden ser aplicados en huertos familiares. No obstante, menos del 1 % de estos residuos se destina a la producción de compost, lo que indica que la mayoría de la basura termina en vertederos sanitarios o en depósitos ilegales.

Grandez (2019) considera que en el Perú, la infraestructura destinada a la disposición final de residuos sólidos es insuficiente, ya que solo hay 34 vertederos sanitarios que reciben el 52 % de la basura generada a nivel nacional. La parte restante de los desechos se deposita en vertederos ilegales, como playas, ríos, quebradas o áreas desocupadas. Los vertederos sanitarios constituyen la tercera fuente más considerable de emisión de metano a nivel global, siendo este gas hasta 21 veces más perjudicial como gas de efecto invernadero que el dióxido de carbono. La gestión de residuos orgánicos en los vertederos sanitarios presenta la fracción más compleja de tratamiento, produciendo gases de efecto invernadero

debido a la descomposición anaeróbica y lixiviados que son hasta 50 veces más contaminantes que los vertidos de aguas residuales domésticas. En el Perú se han venido construyendo rellenos sanitarios en cada región para tratar la basura, pero aún hay áreas del país donde la atención de la disposición final de los desechos sólidos es bastante crítica, como en la Amazonía y en las montañas de la cordillera, donde el uso de los rellenos sanitarios es casi nulo. Además, más del 40 % de los desechos sólidos terminan en botaderos, lo que aumenta la contaminación del aire y puede generar enfermedades respiratorias en la población. En lugar de arrojar los residuos orgánicos en vertederos sanitarios o depósitos ilegales, se podrían someter a tratamiento, aprovechamiento y valorización mediante el proceso de compostaje. Este proceso reduce hasta un 80 % la emisión de gases de efecto invernadero (GEI) hacia la atmósfera, obteniendo como resultado "compost" apto para la fertilización de cultivos, recuperación de suelos y la producción más limpia de alimentos.

Existen emprendimientos como Lima Compost, que promueve el compostaje doméstico en departamentos, casas y oficinas, evitando que los residuos orgánicos de más de 2 500 hogares lleguen a rellenos sanitarios y basureros. Además, ha construido una planta de compostaje industrial que puede atender a las necesidades de compostaje de residuos orgánicos en el país. Cabe mencionar que, a nivel provincial la situación de gestión de residuos orgánicos se torna con mayor preocupación en los distritos del país.

En la provincia de La Convención, la población del distrito de Villa Kintiarina no realiza el manejo y aprovechamiento de los residuos sólidos de manera significativa, no se ha logrado establecer técnicas ni metodologías necesarias para poder controlar esta problemática. Como se explicó anteriormente, el compostaje y su implementación en biohuertos se convierten en una herramienta "clave" para evitar que los desechos orgánicos terminen en vertederos sanitarios. En cambio, se busca aprovecharlos económicamente y darles un nuevo propósito. Por ello el proyecto de investigación plantea el aprovechamiento de residuos orgánicos e implementación de biohuertos familiares en el distrito Villa Kintiarina puesto que se tiene la disponibilidad de área y aún más importante la buena disposición de las familias.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema principal

¿Cómo aprovechar los residuos orgánicos para implementar biohuertos familiares en el distrito de Villa Kintiarina, La Convención, Cusco?

1.2.2. Problemas secundarios

- a. ¿Cuál es la generación per cápita (GPC) de residuos sólidos orgánicos producidos por las familias del distrito de Villa Kintiarina?
- b. ¿Cuál son los parámetros que se deben medir y controlar en el proceso de compostaje constituido en el distrito de Villa Kintiarina?
- c. ¿Cuál es la eficiencia del compostaje aplicado al cultivo de hortalizas empleando microorganismos eficientes comerciales, microorganismos nativos y el testigo en el distrito de Villa Kintiarina?
- d. ¿Cómo implementar biohuertos en familias del distrito de Villa Kintiarina?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Aprovechar los residuos orgánicos para implementar biohuertos familiares en el distrito de Villa Kintiarina, La Convención, Cusco.

1.3.2. Objetivos específicos

- a. Calcular la generación per cápita (GPC) de residuos sólidos orgánicos producidos por las familias del distrito de Villa Kintiarina.
- b. Controlar los parámetros que intervienen en el proceso de compostaje constituido en el distrito de Villa Kintiarina.
- c. Determinar la eficiencia del compostaje aplicado al cultivo de hortalizas empleando microorganismos eficientes comerciales, microorganismos nativos y el testigo en el distrito de Villa Kintiarina.
- d. Implementar biohuertos familiares en el distrito de Villa Kintiarina.

1.4. HIPÓTESIS

1.4.1. Hipótesis general

Efectuando el aprovechamiento de los residuos orgánicos mediante el compostaje e implementando biohuertos familiares en el distrito de Villa Kintiarina, La Convención, Cusco, se logrará reducir el volumen de los residuos sólidos significativamente.

1.4.2. Hipótesis específicas

- a. La generación per cápita (GPC) de residuos sólidos orgánicos producidos por las familias del distrito de Villa Kintiarina se encuentra en un rango de 0,3 a 0,4 kg/hab/día.
- b. Controlando los valores de la evolución de la temperatura del compostaje podremos garantizar una adecuada eficiencia ya que pequeñas variaciones de temperatura afectan más a la actividad microbiana que pequeños cambios de la humedad y pH. Al comenzar la fase mesófila ($T < 45\text{ }^{\circ}\text{C}$), que concluye con la producción de ácidos orgánicos, se avanza hacia la fase termófila ($T > 45\text{ }^{\circ}\text{C}$). Luego, se atraviesa la fase final de mesófila, y el proceso se da por concluido cuando la temperatura vuelve a su valor inicial.
- c. A mayor eficiencia del compostaje aplicado al cultivo de hortalizas, mayores diferencias significativas entre el tratamiento con microorganismos eficientes comerciales, microorganismos autóctonos y el testigo.
- d. Al implementar biohuertos, las familias generarán valor a sus residuos orgánicos e internalizarán su importancia en la seguridad alimentaria de su familia.

1.5. JUSTIFICACIÓN

Dada la generación considerable de residuos, especialmente en forma de residuos orgánicos, surge la imperiosa necesidad de desarrollar estrategias para la gestión y tratamiento de estos desechos con el objetivo de aprovecharlos. La preocupación a nivel global sobre el impacto ambiental de los residuos es significativa, ya que los diversos efectos negativos que provocan repercuten en animales, en el ecosistema y en la humanidad; en este sentido la disminución del impacto causado por la generación masiva de residuos orgánicos mediante un tratamiento integral constituye una de las numerosas acciones de relevancia para la conservación del medio ambiente e inclusive el aprovechamiento de los residuos orgánicos figura el cambio del impacto negativo a un impacto positivo ya que la implementación de biohuertos familiares empleando abono

orgánico refleja dicho impacto positivo.

En el país, según el Ministerio del Ambiente (2015), se producen diariamente más de 18 mil toneladas de basura en promedio. De esta cantidad, el 58,75 % de los desechos son orgánicos, el 18,60 % son reciclables, el 14,28 % son no aprovechables y el 8,37 % se catalogan como residuos peligrosos. Grandez (2019) menciona que más del 50 % de los desechos generados en el país son de naturaleza orgánica, como restos de comida, cáscaras de frutas y verduras, los cuales podrían emplearse en la fabricación de abonos orgánicos. No obstante, menos del 1 % de estos desechos se destina a la producción de compost, lo que indica que la mayoría de la basura acaba en vertederos sanitarios o en depósitos ilegales. Los datos expuestos son el reflejo del escenario que se tiene en el interior del país, es por esto que, aprovechando estos recursos, se reducirá la presión sobre el medio ambiente, que actúa como base para las actividades humanas. Se logrará la recuperación de suelos y la reincorporación de nutrientes al ciclo de fertilización del suelo, lo que resultará en la limitación del uso de agroquímicos y en la producción más sostenible de alimentos. El aprovechamiento conlleva directamente a la reducción de los impactos ambientales y sociales causados, especialmente en lo que respecta a la eliminación final.

El Perú tiene escasa infraestructura para desechar residuos sólidos. Con tan solo 65 vertederos sanitarios, que gestionan el 52 % de los desechos del país, el residuo restante se deposita en vertederos ilegales, tales como playas, ríos o áreas no autorizadas por las municipalidades. La gestión de residuos sólidos en el Perú es un tema relevante, y se están desarrollando proyectos para mejorar la infraestructura de disposición final. Los vertederos sanitarios representan la tercera fuente más significativa de emisiones de metano (CH_4) a nivel global, siendo el metano hasta 21 veces más perjudicial que el dióxido de carbono (CO_2) como gas de efecto invernadero, contribuyendo al cambio climático. Siguiendo esta problemática tenemos que los desechos orgánicos en los vertederos sanitarios suelen ser la fracción más difícil de tratar, lo que genera gases de efecto invernadero debido al procesamiento anaeróbico ya los lixiviados, que pueden ser hasta 50 veces más contaminantes que los vertidos de aguas residuales domésticas. En este sentido es de vital importancia aplicar estrategias para una mejor gestión del manejo de residuos sólidos orgánicos y aplicar alternativas de aprovechamiento de dichos residuos (OEFA, 2013). Por lo tanto, los desechos orgánicos, en lugar de ser depositados en vertederos sanitarios o botaderos ilegales, podrían ser sometidos a tratamiento, aprovechamiento y valorización a

través del compostaje. Este proceso reduce hasta un 80 % la emisión de gases de efecto invernadero a la atmósfera, generando "composta". De esta manera, el compostaje se convierte en una herramienta fundamental para evitar que la basura orgánica termine en vertederos sanitarios o botaderos ilegales, y en su lugar, sea aprovechada económicamente y recibir un nuevo uso.

La investigación se efectuará con el fin de aprovechar los residuos sólidos orgánicos y que las familias del distrito de Villa Kintiarina vean que es posible cambiar esa condición de "desecho" a "materia prima" para la generación de composta y con ello aportar en la reducción del impacto ambiental, ya que en nuestra condición de "generadores de residuos" también es nuestra responsabilidad contribuir en el cuidado del ambiente, por bien de nuestra generación y las generaciones futuras, es decir dotarles de un ambiente con condiciones adecuadas para su desarrollo.

1.6. DELIMITACIÓN DEL PROBLEMA

1.6.1. Delimitación espacial

La investigación incluye la delimitación espacial que se describe a continuación.

Centro Poblado	: Villa Kintiarina, Manitinkiri, Bethel, Maravillas, Pueblo Libre Baja, Pueblo Libre Alta, Kiruchareato, Mankoriari, Kintiarina Alta, Lima Tambo, Masukiato, San Carlos, Corazón Imperial, Terepishari y San Juan de la Frontera.
Distrito	: Villa Kintiarina
Provincia	: La Convención
Región	: Cusco
Altitud y zona	: 759,8 m.s.n.m. 18 L
Coordenadas UTM	: 659611 m E; 8571501 m S
Latitud Sur	: 12°54'00"
Longitud Oeste	: 73°31'16"

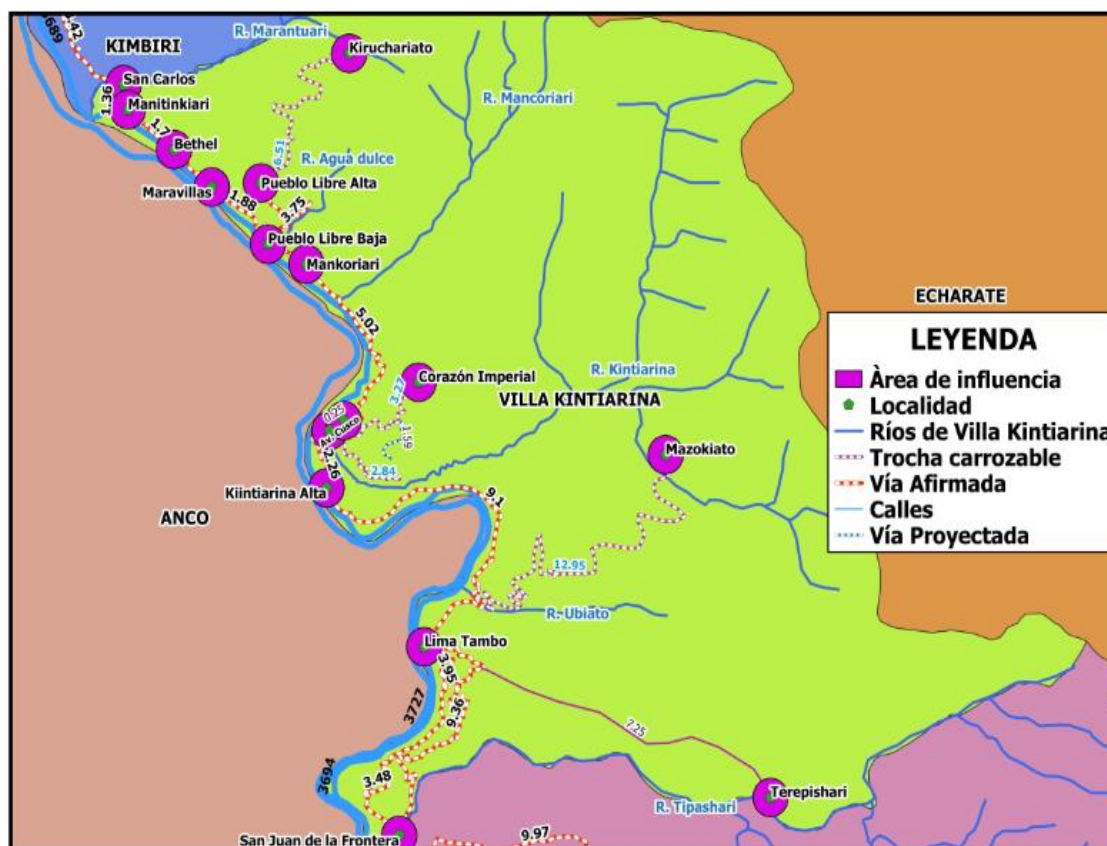
Fuente: (INEI [Instituto Nacional de Estadística e Informática], 2017)

El compostaje se realizó en la comunidad de Villa Kintiarina, se efectuaron tres tratamientos aplicando al cultivo de hortalizas y obteniendo el compost adecuado se distribuyó a quince

comunidades del distrito de Villa Kintiarina.

Figura 1

Delimitación espacial de la investigación residuos sólidos



Nota. Tomado de Municipalidad Distrital de Villa Kintiarina (2021)

1.6.1.1. Precipitación

Según IDESCP (2016), el distrito recibe niveles elevados de precipitaciones, que oscilan entre 1 800 mm y 2 200 mm al año. Durante los meses de diciembre a abril, estas precipitaciones son más intensas, alcanzando un rango de 500 a 700 mm al mes, mientras que las cantidades mínimas se registran en los meses de junio a agosto, con precipitaciones no inferiores a 80 mm al mes. Estas lluvias son influenciadas por vientos del Este, Nor-Este y Sur, los cuales transportan nubes húmedas desde la llanura amazónica.

1.6.1.2. Temperatura

La temperatura media anual tiene un valor de 25 °C, con una temperatura máxima promedio

de 32 °C y una temperatura mínima promedio de 19 °C (IDESCP, 2016).

1.6.1.3. Clima

De acuerdo IDESCP (2016), por su ubicación en una zona de Selva Alta, el clima es tropical con variaciones de temperatura y precipitaciones fluviales persistentes, y un alto nivel de humedad. La radiación solar diaria en promedio varía entre 280 cal/g/cm² y 450 cal/g/cm², lo que satisface completamente la demanda energética de los cultivos. La evaporación anual se sitúa en un rango de 700 a 1 400 mm, lo que deja una cantidad significativa de agua disponible para el uso de las plantas o para infiltrarse en el suelo. Además, la humedad relativa promedio en el valle alcanza el 85 %.

1.6.2. Delimitación temporal

La investigación se basa en el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos e implementación de biohuertos en cincuenta (50) familias del distrito de Villa Kintiarina, del departamento de La Convención, Cusco. Por ello, el período de evaluación para la investigación se efectuó durante cuatro (04) meses.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. Internacional

- Según Uribe (2012) en su tesis: Propuesta de proceso productivo para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos a través de la elaboración de abono orgánico en isla Fuerte, Cartagena, desarrollado por Sebastián Uribe Páez, en la Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, el año 2012.

El objetivo de la investigación radicó en: Proponer la implementación de un proceso productivo de compostaje en Isla Fuerte con el objetivo de disminuir la cantidad de residuos sólidos mal gestionados, incrementar la disponibilidad de abonos naturales y reducir los contaminantes en la isla. La metodología para el caso de los residuos domiciliarios fue la siguiente secuencia: Analizar los distintos barrios del área urbana, determinar la cantidad de muestras (hogares a analizar), seleccionar los hogares para llevar a cabo la caracterización, realizar el trabajo de campo, calcular la proporción de generación de residuos sólidos por persona y analizar la composición de los residuos sólidos orgánicos. Las conclusiones se enmarcan en: El desarrollo de un proceso de producción a través de la identificación y análisis detallado de cada operación específica permite la determinación de los recursos necesarios. En el contexto de un proyecto que busca producir compost a partir de residuos orgánicos en una finca dedicada a la producción agrícola, la disponibilidad de recursos aprovechables juega un papel crucial en la viabilidad tanto económica como operativa. Esto se debe a que la inversión puede considerarse como una parte esencial de las actividades requeridas en la finca. Se ha evidenciado que la mejora en la calidad de los alimentos y el aumento en la producción de frutos por cosecha

mediante prácticas de cultivo orgánico son factores que impulsan la implementación de este proceso. A medio y largo plazo, el aumento en la productividad de las cosechas y en los márgenes de beneficio resultantes será crucial para mantener la continuidad del proceso y servirá como un modelo a seguir a nivel regional y mundial. Esto garantiza que el enfoque amigable con el medio ambiente en la producción agrícola sea rentable y contribuya a la preservación de los recursos naturales. Una vez que se ha establecido el centro de producción de compost en cada finca que produce residuos orgánicos, el proceso de distribución y almacenamiento no implica costos adicionales, ya que es un proceso cíclico. La materia prima, el producto en proceso y el producto final se encuentran en el mismo lugar en todas las etapas del proceso. En resumen, el consumidor final del producto obtenido es también la fuente de la materia prima, lo que optimiza la cadena de suministro al centrar los esfuerzos en la fase de producción.

- De acuerdo a Gómez y López (2014) en su investigación: Aprovechamiento de los residuos orgánicos putrescibles para la implementación de huertas comunitarias multifuncionales en altos de la estancia ubicado en la localidad de ciudad Bolívar- Bogotá, desarrollado por Carol D. Gómez Urrea y Danna L. López Moral, en la Universidad Santo Tomás, Bogotá D.C., el año 2014.

La investigación tuvo como objetivo aprovechar los residuos orgánicos putrescibles para su aplicación en huertas comunitarias multifuncionales en Altos de la Estancia, ubicado en la localidad de Ciudad Bolívar en Bogotá D.C. La metodología consistió en detallar el proceso paso a paso para diseñar la huerta e incluir la identificación de los procesos de acercamiento a la comunidad. Se adoptó un enfoque participativo que involucró la colaboración de once familias desde el inicio del estudio, resultando en el diseño de una huerta comunitaria multifuncional con un área de cultivo de 53,62 m². Los resultados indican que, en promedio, se generan 41,33 kg de residuos orgánicos por semana, y se determinó que la técnica más adecuada para la producción de compost es la de pilas en sistemas abiertos. Esto se debe a que permite aprovechar una mayor cantidad de residuos orgánicos y tener un mejor control de las diferentes variables. Respecto al vermicompostaje, se observó que el tipo de técnica implementada no influye, ya que no afecta la calidad ni la producción del vermicompostaje. En cuanto al espacio mencionado en la

metodología, se consiguió una producción promedio mensual de 684,28 kg de hortalizas, lo que garantizó el suministro de alimentos para las 11 familias, fortaleciendo así su seguridad alimentaria. El área total de la huerta fue de 82,62 m² e integró la sección de producción de abono, la de vermicompostaje y la de siembra.

- Según Aguilar (2020) en su tesis: Aprovechamiento de los desechos orgánicos en la elaboración de compost mediante la implementación de un sistema mecánico amigable con el ambiente, desarrollado por Miguel A. Aguilar Camba, en la Universidad Agraria del Ecuador, Guayaquil, el año 2020.

El objetivo de la investigación fue: Implementar un sistema mecánico amigable con el ambiente para el aprovechamiento de los desechos orgánicos en la elaboración de compost. La metodología empleada fue: se fabricó un sistema mecánico con el cual se elaboró un compost de una forma que mejora su calidad y optimiza el tiempo de obtención por lo que se realizó una caracterización de residuos durante tres meses en el mercado municipal de Paján. Los resultados indicaron que: se obtuvo un alto porcentaje de desechos orgánicos para cada uno de los meses analizados 59,08 kg, 59 kg, 55,2 kg respectivamente; los mismos que pueden ser reutilizados y a su vez generar un ingreso económico a la comunidad. También se realizaron análisis de laboratorio determinando características fisicoquímicas, macro, micronutrientes y materia orgánica con lo que se logró evidenciar que el compost obtenido es el mejor tratamiento para ser utilizado en la germinación del cultivo de cilantro *Coriandrum Sativum*.

Nacional

- Según Zorrilla (2014) en su trabajo: Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios y su influencia socioeconómica en la población del distrito de Bellavista, Callao 2013 – 2014, desarrollado por Juan José Zorrilla Pozo; en la Universidad César Vallejo, Lima, el año 2014.

El objetivo planteado en la investigación fue caracterizar los residuos sólidos domiciliarios y aplicar una metodología para entender la relación entre el nivel socioeconómico y la generación de residuos sólidos en el distrito de Bellavista - Callao. La metodología se fundamentó en el análisis de dos variables: el nivel

socioeconómico (a través de encuestas a la población) y la producción de residuos sólidos (mediante la caracterización de los mismos). El trabajo de campo se desarrolló entre enero y julio de 2013, abarcando la selección de 4 estratos socioeconómicos del distrito en cuestión. Estos estratos fueron: Urb. San José (Estrato A), Urb. San José (Estrato B), Urb. Ciudad del Pescador (Estrato C) y Cercado Bellavista (Estrato D). Los hallazgos de la investigación revelaron que la producción promedio de residuos sólidos domiciliarios per cápita en el distrito de Bellavista fue de 0,69 kg/hab/día. Al analizar por estratos socioeconómicos, se observa que el estrato A registró 0,70 kg/hab/día, el estrato B 0,45 kg/hab/día, el estrato C 0,40 kg/hab/día, y el estrato D 0,60 kg/hab/día. Respecto a la densidad de residuos domiciliarios en el distrito de Bellavista, el promedio fue de 130,42 kg/m³. Por segmentos socioeconómicos, se evidencia que el estrato A registró una densidad de 131,55 kg/m³, el estrato B alcanzó 131,55 kg/m³, el estrato C alcanzó 154,91 kg/m³, y el estrato D mostró 103,67 kg/m³. Tras llevar a cabo análisis estadísticos (mediante la prueba "Z") utilizando la producción per cápita y el ingreso familiar de los distintos estratos, se concluyó que el nivel socioeconómico afecta la generación de residuos sólidos. Se notó que, en términos generales, a mayor ingreso económico, mayor es la producción de residuos sólidos, aunque esta tendencia se contradice en el caso del estrato D, donde, a pesar de tener un ingreso familiar menor, la producción per cápita es mayor que en los estratos B y C.

- De acuerdo a Murga (2017) en su tesis: Propuesta de gestión de residuos sólidos para Sacsamarca, Ayacucho, desarrollado por Christian Julio Murga Cotrina, en la Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, el año 2017.

El objetivo de la investigación fue desarrollar un plan de gestión de residuos sólidos específico para el centro poblado de Sacsamarca en la región Ayacucho. La metodología utilizada siguió la siguiente secuencia: Propuesta de plan de manejo que se divide en tres partes; minimización y separación en la fuente; recuperación, reutilización y reciclaje; y educación ambiental. En las dos primeras alternativas, se presentaron soluciones factibles desde el punto de vista económico y social para mejorar la gestión de residuos sólidos. En la tercera opción, se planteó la realización de tres sesiones de capacitación dirigidas a los actores principales responsables del manejo de residuos sólidos en la localidad. El propósito era crear conciencia y

sensibilizar a los participantes, iniciando así el proceso de transición hacia la sostenibilidad en la comunidad. Esta investigación llega a la siguiente conclusión: se establece que la aplicación de la metodología de caracterización de residuos sólidos recomendada por el Ministerio del Ambiente en áreas rurales como Sacsamarca no es factible. Se sugiere en cambio una alternativa más adecuada a la realidad de estas áreas, que implica modificar las etapas de escritorio y de campo de la metodología original.

- Según Carrasco (2018) en su trabajo: Aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios en el cultivo de hortalizas en un biohuerto ubicado en el sector Mirador de Rumiyacu. Moyobamba, 2018, desarrollado por Jhonatan Albert Carrasco Guerra, en la Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, el año 2018.

El objetivo de este estudio fue determinar los beneficios derivados del uso de residuos orgánicos domiciliarios en el cultivo de hortalizas en un biohuerto ubicado en el sector Mirador de Rumiyacu. En la sección metodológica, se implementó un diseño experimental completamente aleatorio en un área de 40 m², donde se evaluaron tres tipos de hortalizas: rabanito, lechuga y pepinillo. Después de llevar a cabo el análisis con la prueba de comparación de medias de Tukey con un nivel de confianza del 95 %, se determinó que la combinación del abono generado a partir de residuos orgánicos domiciliarios con una dosis de ceniza produjo los resultados más favorables. Esto se refleja en el peso promedio de los frutos del rabanito y del pepinillo, así como en el número de hojas de la lechuga, en contraste con la parcela que no fue tratada con abono, la cual se utilizó como testigo o punto de comparación. Al realizar el análisis de varianza, se llega a la conclusión de que hay diferencias significativas entre los tipos de abonos, lo que demuestra que cada uno tiene un efecto diferenciado en el peso de los frutos, el tamaño de la planta y el número de hojas.

Local

- Según Yanasupo (2017) en su investigación: Compostaje de proporciones de residuos de cosecha de maíz y estiércol de vacuno, con y sin microorganismos eficientes. Ayacucho 2017, desarrollado por Kenyo Yanasupo García; en la

Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, el año 2017.

Esta investigación se llevó a cabo con el propósito de determinar la calidad del compost producido a partir de mezclas de residuos de cosecha de maíz morado (RM) y estiércol de vacuno (EV), con y sin la adición de microorganismos eficientes (EM), así como de analizar la variación de temperatura durante el proceso de compostaje y el efecto de los compost obtenidos en el crecimiento de plantas de tomate. Se diseñaron 18 pozas de 0,4 m.1,0 m.0,5 m como unidad experimental, en las cuales se aplicaron los siguientes tratamientos: "T1 (30 %RM + 70 %EV + EM)", "T2 (50 %RM + 50 %EV + EM)", "T3 (70 %RM + 30 %EV + EM)", "T4 (30 %RM + 70%EV)", "T5 (50 %RM + 50 %EV)" y "T6 (70 %RM + 30 %EV)". El diseño experimental consistió en un Diseño Completamente al Azar con un arreglo factorial 2A (con y sin EM) x 3B (proporción de RM y EV), con cada tratamiento replicado tres veces. Los resultados se analizaron mediante un análisis de varianza y la prueba de significación de Duncan. Se encontró que la temperatura durante el proceso de compostaje de los tratamientos varió inicialmente en un rango de 21 °C a 23 °C, alcanzando una temperatura máxima de 36 °C y 37 °C para los tratamientos T3 (70 %RM + 30 %EV + EM) y T6 (70 %RM + 30 %EV), respectivamente, al finalizar el proceso de compostaje (83 días), se registraron temperaturas entre 18 °C y 20 °C, similares a la temperatura ambiente. Se observó que el uso de microorganismos eficientes afecta principalmente las características físico-químicas y biológicas del compost, especialmente en los tratamientos T1 (30 %RM + 70 %EV + EM) y T2 (50 %RM + 50 %EV + EM). Por otro lado, las proporciones utilizadas tienen un impacto en la descomposición de los residuos de cosecha de maíz, como se evidencia en los tratamientos T3 (70 %RM + 30 %EV + EM) y T6 (70 %RM + 30 %EV). En cuanto al impacto del compost en las plantas de tomate en invernadero, se observa que el empleo de microorganismos eficientes ha tenido un efecto significativo en la altura de la parte aérea de las plantas de tomate, especialmente en los tratamientos T1 (30 %RM + 70 %EV + EM) y T2 (50 %RM + 50 %EV + EM).

2.2. RESIDUOS SÓLIDOS

Según SPDA (2009), antes de comentar sobre residuos sólidos es necesario tener claro que significa ser "generador"; dicha palabra está definida como "la persona natural o jurídica

que en razón de sus actividades genera residuos sólidos, sea como productor, importador, distribuidor, comerciante o usuario”.

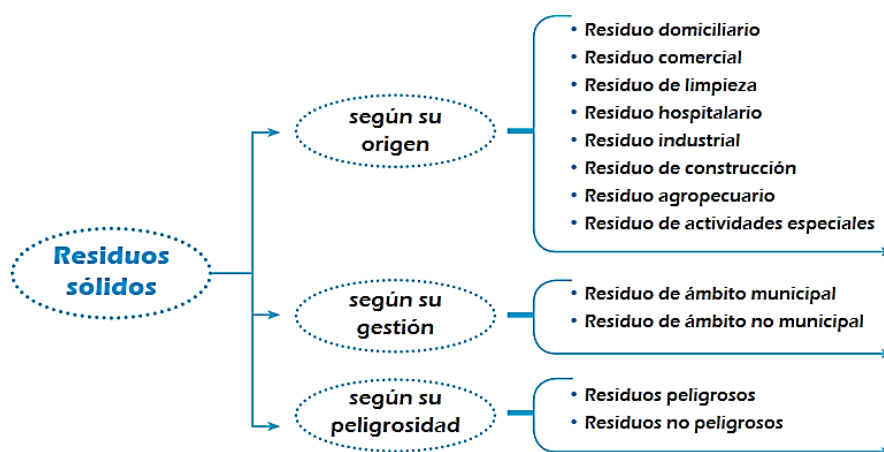
Según MINAM (2000), los residuos sólidos se refieren a sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido que el generador debe desechar de acuerdo con la normatividad nacional o debido a los riesgos que representan para la salud y el medio ambiente. Esta definición también abarca los residuos generados por eventos naturales, así como aquellos provenientes del barrido y limpieza de áreas y vías públicas, corte de césped y poda de árboles. Los residuos sólidos se dividen en aprovechables y no aprovechables, y su gestión adecuada es fundamental para la preservación del medio ambiente y la salud pública. Entonces podemos decir que los residuos sólidos son todas aquellas sustancias o productos que ya no necesitamos, pero en algunas ocasiones pueden ser aprovechados por terceros.

2.2.1. Clasificación de los residuos sólidos

Como podemos apreciar en la figura anterior los residuos sólidos se clasifican en tres grupos: según su origen, según su gestión y según su peligrosidad.

Figura 2

Clasificación de los residuos sólidos



Nota. Tomado de la Sociedad Peruana de Derecho Ambiental. (2009). Manual de residuos sólidos.

Existen muchos tipos de residuos sólidos se requiere una clasificación a fin de identificarlos de manera adecuada y que su gestión sea la más idónea. En ese sentido, tenemos que

según la Ley N°27314 que viene a ser la Ley General de Residuos Sólidos (MINAM 2000) donde se muestra la clasificación de los residuos sólidos. A continuación, se detallan estos grupos:

A. Residuos sólidos según su origen

Para entenderlo mejor presentamos la siguiente tabla que incluye descripción y ejemplo.

Tabla 1

Clasificación de los residuos sólidos según su origen

Tipo	Fuente	Descripción	Ejemplo
Residuo domiciliario	Actividades domésticas realizadas en los domicilios.	Restos de alimentos, revistas, botellas, latas, etc.	
Residuo comercial	Establecimientos comerciales de bienes y servicios.	Papeles, plásticos, embalajes diversos, residuos producto del aseo personal, latas, etc.	

Residuo de limpieza de espacios públicos	Servicios de barrido y limpieza de pistas, veredas, plazas y otras áreas públicas.	Papeles, plásticos, envolturas, restos de plantas, etc.	
Residuo de establecimiento de atención de salud	Procesos y actividades para la atención e investigación médica en establecimientos como: hospitales, clínicas, centros y puestos de salud, laboratorios clínicos, consultorios, entre otros afines.	Agujas, gasas, algodones, órganos patológicos, etc.	
Residuo industrial	Actividades de las diversas ramas industriales, como manufacturera, minera, química, energética, pesquera y otras similares.	Lodos, cenizas, escorias metálicas, vidrios, plásticos, papeles, que generalmente se encuentran mezclados con sustancias peligrosas	

Tipo	Fuente	Descripción	Ejemplo
Residuo de las actividades de construcción	Actividades de construcción y demolición de obras. Fundamentalmente inertes.	Piedras, bloques de cemento, maderas, entre otros, (desmonte)	
Residuo agropecuario	Actividades agrícolas y pecuarias.	Envases de fertilizantes, plaguicidas, agroquímicos, etc.	
Residuo de instalaciones o actividades especiales	Generados en infraestructuras, normalmente de gran dimensión y de riesgo en su operación, con el objeto de prestar ciertos servicios públicos o privados.	Residuos de plantas de tratamiento de aguas residuales, puertos, aeropuertos, entre otros.	

Nota. Tomado de (MINAM, 2010)

Al implementar normativas técnicas específicas sobre los desechos sólidos, es factible crear subcategorías basadas en su grado de peligrosidad o sus particularidades, tales como su composición orgánica o inorgánica, sus propiedades físicas y químicas, así como su capacidad de reutilización.

B. Residuos sólidos según su gestión

Los residuos sólidos según su gestión se clasifican en dos que se describen a continuación:

B.1. Residuos de gestión municipal

De acuerdo al OEFA (2013), los residuos a cargo de las municipalidades provinciales y distritales son de origen doméstico (como restos de alimentos, papel, botellas, latas, pañales desechables, entre otros); comerciales (papel, embalajes, residuos de higiene personal y similares); desechos de la limpieza de áreas públicas (incluyendo el barrido de calles y vías, maleza, entre otros), y productos derivados de actividades que generen desechos similares a estos. Todos estos residuos se destinan en última instancia a los vertederos sanitarios.

B.2. Residuos de gestión no municipal

Según el OEFA (2013), estos son los residuos sólidos peligrosos que, debido a sus propiedades o al tratamiento que requieren, constituyen una amenaza importante para la salud o el medio ambiente. Algunos ejemplos de estos residuos incluyen metales que contienen plomo o mercurio, residuos de plaguicidas, herbicidas, entre otros. Es necesario colocar todos estos residuos en vertederos seguros. La correcta gestión de los residuos sólidos es crucial para proteger el medio ambiente y la salud pública.

De acuerdo al OEFA (2013) se mencionan:

- Residuos de establecimientos de salud
- Residuos industriales
- Residuos de actividades de la construcción
- Residuos agropecuarios
- Residuos de instalaciones o actividades especiales

C. Residuos sólidos según su peligrosidad

C.1. Residuos sólidos peligrosos

Según SINIA (2016), son residuos sólidos peligrosos aquellos que por sus características o el manejo al que son o van a ser sometidos, representan un riesgo significativo para la salud o el ambiente. Por otra parte, INDECOPI (2005) dice: Se consideran peligrosos los residuos que presentan por lo menos una de las siguientes características: autocombustibilidad, explosividad, corrosividad, reactividad, toxicidad, radiactividad o patogenicidad.

C.2. Residuos sólidos no peligrosos

Conforme a INDECOPI (2005), los desechos sólidos no peligrosos son los que las personas generan en sus actividades diarias y que no representan un riesgo para la salud o el medio ambiente. Bajo esa línea, estos residuos son producidos en instalaciones o procesos industriales y no tienen características peligrosas según las leyes ambientales vigentes.

2.3. MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

La actividad técnica operativa de residuos sólidos abarca todas las etapas, como la manipulación, acondicionamiento, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final, desde la generación del residuo hasta su disposición final.

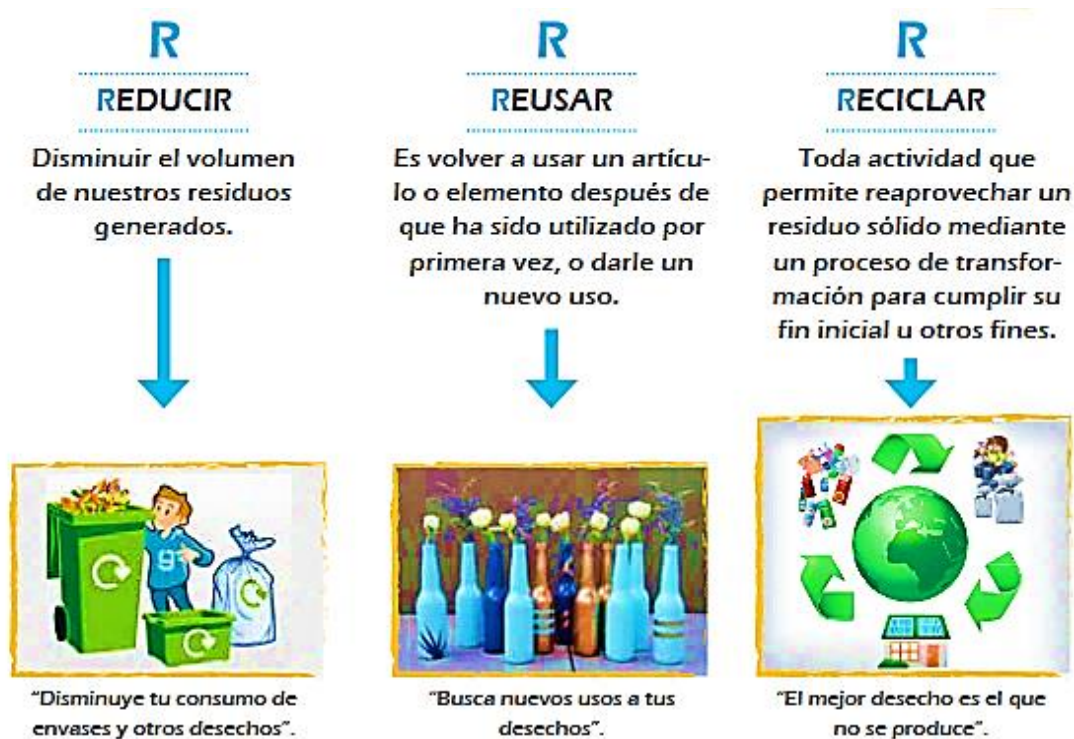
Según lo establecido en la Ley General de Residuos Sólidos, se determina que el manejo de residuos sólidos realizado por personas naturales o jurídicas debe ser adecuado desde el punto de vista sanitario y ambiental, con el fin de prevenir impactos negativos y garantizar la protección de la salud y el medio ambiente. (MINAM 2012). El manejo de residuos sólidos se gestiona a través de las siguientes etapas: Minimización y segregación.

2.3.1. Minimización

La acción de minimizar al máximo el volumen y la peligrosidad de los residuos sólidos, mediante cualquier estrategia preventiva, procedimiento, método o técnica empleada en la actividad generadora (SINIA, 2016). En esta etapa se pueden promover la práctica de las 3R que son referidas a reducir, reusar y reciclar; las cuales son mencionadas en la figura siguiente.

Figura 3

Las 3R



Nota. Tomado de (SINIA, 2016)

2.3.2. Segregación

Según al SINIA (2016) menciona que la segregación es: la acción de reunir componentes o elementos específicos de los residuos sólidos para ser gestionados de manera especial. Se muestra un ejemplo en la figura 4.

Figura 4

Segregación de los residuos sólidos



Nota. Tomado de (SINIA, 2016)

Como se puede apreciar en la figura 4 tenemos que la segregación de residuos sólidos tiene códigos de colores el cual se presenta en la tabla siguiente para una mejor visualización.

Tabla 2

Códigos de colores para la segregación de los residuos sólidos

Residuo	Reaprovechable	No reaprovechable
Metal		
Vidrio		
Papel y cartón		
Plástico		
Orgánico		
Generales		
Peligrosos		

Nota. Tomado de (INDECOP, 2015)

2.3.3. Almacenamiento

Según al SINIA (2016) señala que el almacenamiento es el almacenamiento temporal de

residuos en condiciones técnicas, como parte del sistema de gestión, hasta su disposición final.

Figura 5

Puntos de almacenamiento



Nota. Tomado de (DISA, 2018)

2.3.4. Recolección

La acción de recolectar los residuos con el fin de trasladarlos utilizando un medio de transporte adecuado y proceder con su manejo subsiguiente de manera sanitaria, segura y ambientalmente adecuada (SINIA, 2016).

2.3.5. Reaprovechamiento

Según SINIA (2016) recuperar un beneficio a partir de un bien, artículo, elemento o parte de estos que conforman un residuo sólido.

Figura 6

Reaprovechamiento de un residuo sólido



Nota. Tomado de (Ideas-para, 2018)

2.3.6. Comercialización

Hace referencia a la adquisición y/o venta de los residuos sólidos recuperables con el objetivo de obtener un beneficio económico (*SINIA, 2016*).

2.3.7. Transporte

“Actividad que desplaza a los residuos sólidos desde la fuente de generación hasta la estación de transferencia, planta de tratamiento o relleno sanitario” (*SINIA, 2016, p. 6*).

2.3.8. Transferencia

SINIA (2016), dice que “Consiste en la instalación en la cual se descargan y almacenan temporalmente los residuos sólidos de los camiones o contenedores de recolección, para luego continuar con su transporte en unidades de mayor capacidad” (p.7).

2.3.9. Tratamiento

El tratamiento de residuos sólidos se refiere a cualquier proceso, método o técnica que modifique las características físicas, químicas o biológicas de un residuo para reducir o eliminar su potencial peligro para la salud y el ambiente (*SINIA, 2016*).

2.3.10. Disposición final

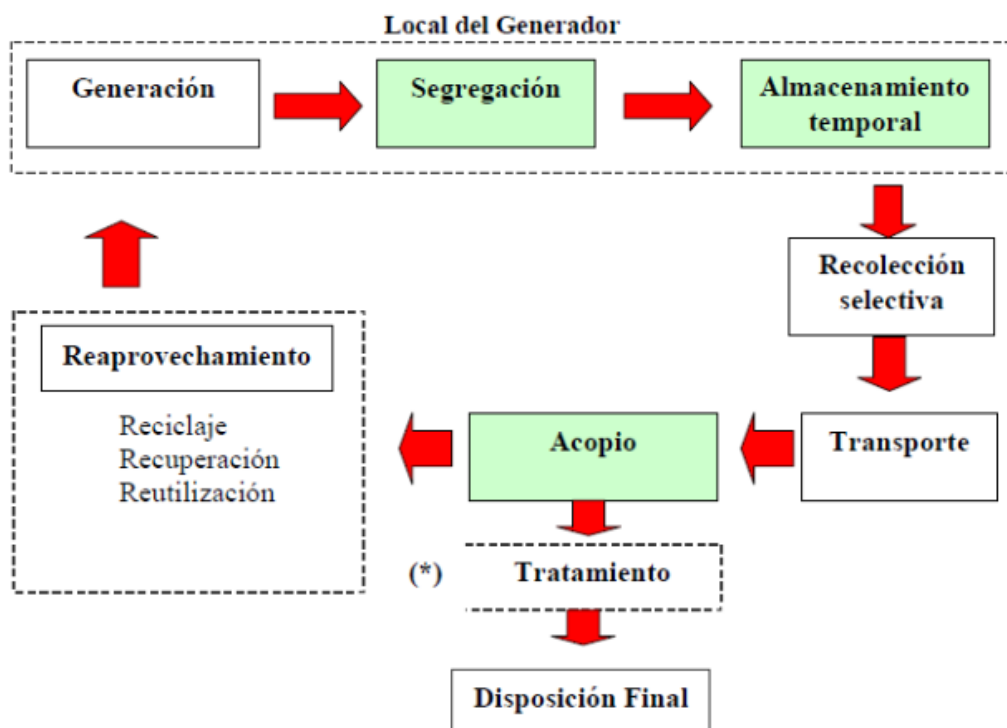
Procedimientos u operaciones destinados a tratar o ubicar los residuos sólidos como la última fase de su gestión, de manera permanente, segura desde el punto de vista sanitario

y ambientalmente segura (SINIA, 2016).

En la figura 7 se presenta el resumen de lo concerniente a la cadena de manejo de residuos sólidos para un mayor entendimiento.

Figura 7

Cadena de manejo de residuos sólidos



Leyenda:

: Etapas donde se aplica el código de colores

(*) : La etapa de tratamiento se realizará cuando sea aplicable

Nota. Tomado de (INDECOP, 2015)

En esta parte, de acuerdo a la gestión que se realiza en nuestro país podemos mencionar el relleno sanitario de La Convención, relleno que está ubicado en el sector de Santa Ana.

La figura 8 muestra un ejemplo de relleno sanitario que según la Ley General de Residuos Sólidos la define como una instalación concebida para la disposición segura, desde el punto de vista sanitario y ambiental, de los residuos sólidos en la superficie o en el subsuelo, utilizando los principios y métodos de la ingeniería sanitaria y ambiental. (Ley 27314, 2000)

Figura 8

Relleno sanitario Quillabamba, La Convención, Cusco



Nota. Tomado de (Elcomercio, 2017)

2.4. REAPROVECHAMIENTO

Dentro del ámbito de la gestión de residuos sólidos, el término "reaprovechamiento" hace referencia al proceso mediante el cual se obtiene un beneficio a partir de un bien, artículo, elemento o parte de estos que conforman un residuo sólido. Este proceso incluye técnicas como el reciclaje, la recuperación y la reutilización. Fomentar la reutilización de residuos sólidos es un principio de la política para la gestión ambiental de dichos residuos, y también constituye una obligación para los generadores. Estos deben implementar estrategias de reutilización de acuerdo con lo establecido en su respectivo plan de manejo de residuos. (MINAM, 2018)

2.4.1. Reciclaje

El reciclaje es una técnica de reaprovechamiento residuos sólidos que involucra un proceso de transformación con el fin de cumplir con su propósito original u otros objetivos, buscando obtener materias primas y reducir la generación de residuos. Puede llevarse a cabo con equipamiento sencillo o más avanzado. Además, se permite la importación de residuos sólidos siempre que estén destinados a actividades de reciclaje, previa autorización de DIGESA (MINAM, 2021).

2.4.2. Recuperación

Es la técnica de reaprovechamiento de residuos sólidos que consiste en utilizar partes de sustancias o componentes que constituyen un residuo sólido, con el fin de cumplir con su

fin inicial u otros fines, lo que permite la minimización en la generación de residuos (MINAM, 2021).

2.4.3. Reutilización

La reutilización es una técnica que implica volver a usar el bien, artículo o elemento que constituye el residuo sólido con el mismo propósito para el cual fue originalmente creado. De este modo, se permite minimizar la generación de residuos (MINAM, 2021).

2.5. RESIDUOS ORGÁNICOS

Constituidos por materia orgánica, estos residuos se descomponen más rápidamente que los residuos inertes, que permanecen sin cambios con el tiempo (Cabrera & Rossi, 2016). Entre los residuos orgánicos se incluyen verduras, cáscaras de fruta, restos de cocina y podas de jardín, entre otros (INEC, 2015). Estos representan una valiosa materia prima para el compostaje debido a su alta tasa de reaprovechamiento, gracias a sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Huamani, 2019). No obstante, aunque pueden ser aprovechados para cerrar el ciclo de la materia, si no se gestionan de manera adecuada, su acumulación favorece la proliferación de microorganismos y plagas, convirtiéndose en posibles fuentes de contaminación del agua, aire y suelo (La Cruz, 2019).

2.6. BIOHUERTO

El concepto de "biohuerto" hace referencia a pequeñas zonas donde se cultivan hortalizas o verduras destinadas al consumo familiar o comunitario, utilizando técnicas específicas. Estas áreas pueden encontrarse al aire libre o dentro de invernaderos, a diferencia de la agricultura convencional. La producción de hortalizas en los biohuertos se considera más saludable, ecológica y fresca, con un alto contenido de vitaminas y minerales. Esto resulta especialmente relevante para la alimentación, especialmente en el caso de niños y mujeres gestantes (Roldán & Ochoa, 2022).

2.6.1. Condiciones de un biohuerto

Los métodos físicos de tratamiento de aguas residuales se fundamentan en operaciones unitarias de separación en las que no se producen unas alteraciones de la estructura

química del contaminante, lo que posibilita la recuperación y, en ciertos casos, la reutilización de los subproductos generados durante el proceso. Para establecer un biohuerto, se deben cumplir las siguientes condiciones (Roldán & Ochoa, 2022):

- Considerar la dirección de los rayos solares, lo que implica que las camas deben orientarse de este a oeste.
- Contar con un suministro adecuado de agua, ya que es esencial para lograr una buena productividad. Por lo general, en los biohuertos, se utiliza riego por aspersión y, en algunas ocasiones, por gravedad.
- Implementar una protección mediante cercos biológicos o cercos físicos.

2.6.2. Valor e importancia del biohuerto

La instalación de un biohuerto es fundamental, ya que a través de estas instalaciones se logra mejorar la alimentación mediante el consumo de hortalizas. Estos productos poseen un alto valor nutritivo en términos de vitaminas y minerales (Santos, 2017):

- **Alimentación:** La característica distintiva de los biohuertos es la producción de hortalizas con alto valor alimenticio y, sobre todo, saludable. Las plantas cultivadas bajo este sistema contienen una mayor cantidad de vitaminas y minerales en comparación con aquellas producidas con agroquímicos.
- **Salud:** Las hortalizas cultivadas en biohuertos son ricas en vitaminas y minerales, lo que fortalece el organismo de las personas y las hace más resistentes a enfermedades e infecciones. Estas plantas se cultivan utilizando técnicas naturales y sin agroquímicos, lo que las hace más saludables para el consumo humano.
- **Dimensión educativa:** La importancia educativa se manifiesta mediante una enseñanza que se vincula estrechamente con la naturaleza, reconociendo y apreciando las costumbres ancestrales y la conexión con la tierra.
- **Preservación de prácticas antiguas:** Algunas hortalizas, catalogadas como "malezas", constituyen elementos fundamentales en la dieta de los antiguos habitantes del Perú, como el yuyo, verdolaga y paico. Estos alimentos poseen un contenido elevado de hierro, calcio y vitaminas.
- **Ecología:** El biohuerto es una forma sostenible de cultivar la tierra que mejora la producción y evita el deterioro del suelo. El control de plagas y enfermedades se realiza

de manera biológica, y la siembra de plantas amargas o picantes funciona como repelente contra los insectos (DIACONÍA, 2017).

2.6.3. Diseño de un biohuerto

Para diseñar un biohuerto, se sigue un procedimiento similar al de construir una casa, lo que implica conocer el área total para la distribución y ubicación de sus componentes. Estos incluyen la selección del lugar, los recipientes adecuados, el sustrato, las semillas, el agua, los nutrientes y los repelentes para las plantas. Es fundamental considerar la exposición al sol, controlar las plagas y enfermedades, y realizar la rotación de cultivos para un óptimo desarrollo del biohuerto (DIACONÍA, 2017):

- **Camas**, las camas en un biohuerto deben orientarse preferiblemente de este a oeste para aprovechar al máximo el calor y la luz solar. Estas camas pueden tener diferentes alturas, ya sea altas, bajas o a nivel del suelo, y es importante considerar su exposición a vientos fuertes y heladas.
- **Camas de almácigo**, se recomienda situarlas en la zona opuesta a la puerta de entrada al biohuerto.
- **Caminos**, las camas en el biohuerto se separan y se dimensionan con 50 cm de ancho para las camas principales y 35 cm para las secundarias.
- **Cercos**, para delimitar el biohuerto, se pueden emplear diversos elementos como piedras, adobes, mallas, plantas, entre otros.
- **Composteras**, para evitar la pudrición de la materia orgánica en el biohuerto, se recomienda ubicar en las partes altas. En suelos con mucha humedad o rocosos, se pueden hacer composteras sobre la superficie.
- **Estercoleras y rastrojeras**, estos son espacios adecuados para la recolección de estiércol y rastrojos, ubicados en las proximidades de las composteras (parte alta).
- **Almacenamiento de agua**, deben existir instalaciones y espacios adecuados para garantizar un suministro permanente de agua, preferiblemente ubicados dentro del perímetro del biohuerto. (DIACONÍA, 2017)

2.6.4. Abonos orgánicos

Las enmiendas orgánicas son compuestos formados por residuos de origen animal, vegetal

o mixto que se incorporan al suelo con el fin de mejorar sus propiedades físicas, biológicas y químicas (TAAS [Tecnologías Alternativas para la Agricultura Sustentable], 2017).

2.6.5. Tipos de abonos orgánicos

- **Compost**, el compostaje es un procedimiento natural de transformación de desechos orgánicos a través de un proceso biológico de oxidación, que los convierte en un fertilizante rico en nutrientes para el suelo. Por cada 100 kg de residuos orgánicos, se obtienen aproximadamente 30 kg de compost.
- **Bocashi**, es un tipo de abono orgánico rico en nutrientes, fundamental para el crecimiento de los cultivos. Se produce a partir de la fermentación de materiales secos, como hojarasca, residuos de cosecha y estiércoles de animales, entre otros componentes vegetales. Este proceso de fermentación lo convierte en un fertilizante que aporta gradualmente nutrientes esenciales al suelo, mejorando su fertilidad y la vida de las plantas. Por lo general, se obtiene un efecto progresivo y acumulativo, lo que significa que con el tiempo mejora la fertilidad del suelo y la vida de las plantas.
- **Humus de lombriz**, el humus de lombriz o vermicompost es un tipo de abono orgánico de alta calidad que se obtiene a través de la digestión de materiales orgánicos por parte de las lombrices. Este proceso biológico de análisis convierte los residuos en un producto granular uniforme, de color café o negro oscuro, con un agradable aroma a tierra fresca. El humus de lombriz es considerado el mejor abono orgánico que existe, ya que es rico en nutrientes y microorganismos beneficiosos para las plantas. De hecho, una tonelada de humus de lombriz equivale a 12 toneladas de estiércol vacío y 4 toneladas de compost.
- **Abono foliar**, el abono foliar es un tipo de abono que se aplica directamente a las hojas de las plantas para proporcionar nutrientes adicionales. Puede ser preparado de forma casera utilizando elementos orgánicos que se someten a un proceso de fermentación controlado, en el que se utiliza levadura y chancaca como activador de fermentación. La receta para hacer abono foliar casero puede variar, pero una de las opciones es mezclar leche desnatada, azúcar moreno y levadura para pan en un balde aparte, y luego agregar esta mezcla a un recipiente con agua y hojas de plantas como ortiga y cola de caballo, entre otros ingredientes. (Salazar, Vidal, & Vela, 2021)

2.6.6. Influencias de abonos orgánicos

A. Efectos físicos, estimulan el desarrollo de las raíces de las plantas. Cuanto mayor sea el contenido de materia orgánica, mayor será el desarrollo radicular, permitiendo que las plantas exploren un volumen más extenso de suelo para satisfacer sus necesidades de nutrientes y agua. Además, mejoran la estructura del suelo, otorgándole mayor resistencia contra la erosión y una mejor permeabilidad, aireación, así como la capacidad de almacenar y suministrar agua a las plantas. Asimismo, confieren al suelo un color oscuro, elevando la temperatura y fomentando las reacciones bioquímicas que se producen en él. (Ansorena, Batalla, & Merino, 2015)

B. Efectos químicos, la fertilización orgánica impacta directamente en la Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) del suelo, lo que se traduce en una mayor retención y suministro de nutrientes a las plantas, mejorando su estado nutricional. Estos fertilizantes contribuyen al aumento de la fertilidad del suelo al liberar diversos nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas, tales como nitrógeno (N), fósforo (P), azufre (S) y algunos elementos menores como cobre (Cu) y boro (B). Otra característica destacada de los fertilizantes orgánicos es su habilidad para mejorar la capacidad buffer o amortiguadora del suelo, permitiéndole resistir cambios bruscos en el pH cuando se añaden compuestos con distintos niveles de acidez o alcalinidad. Una manera de regular estos cambios es aplicar simultáneamente urea y sulfato de amonio al suelo. En esta situación, se genera nitrógeno amoniacal (NH_4^+), que, bajo condiciones de buena aireación, se nitrifica, liberando hidrógenos y aumentando la acidez del suelo. En este punto, la materia orgánica presente en el abono actúa como un regulador, disminuyendo la acidez generada por ambos fertilizantes. (González, Núñez, Hernández, & Castro, 2015)

C. Efecto biológico, los abonos orgánicos ejercen un impacto significativo en la actividad biológica del suelo, ya que contribuyen a la oxidación y reducción de los elementos esenciales, transformándolos en formas asimilables por las plantas. Además, estos abonos desempeñan funciones de prevención y control frente a la presencia y gravedad de algunas enfermedades del suelo. Estas acciones incluyen:

- Reducción de la cantidad de patógenos, al competir con los microorganismos no patógenos presentes en el suelo.
- Proceso de mineralización del abono orgánico que aumenta el contenido de nitrógeno amoniacal.
- Incremento de la población de microorganismos eficientes o benéficos,

disminuyendo significativamente la actividad de los patógenos. (Cotrina, 2019)

2.6.7. Compostaje

Según Rimarachín (2021), en la actualidad, gran cantidad de residuos sólidos urbanos hace necesario su tratamiento. Mezo (2017) afirma que el compostaje emerge como un método eficaz para la eliminación de residuos, brindando la oportunidad de aprovechar el producto final. Román et. al (2015) menciona que el compostaje se trata de un proceso de tratamiento destinado a los residuos orgánicos, cuyo objetivo es transformarlos en un producto beneficioso aplicable a la tierra como fertilizante para cultivos.

Según Alvarez (2013), el compostaje se describe como la descomposición biológica y estabilización de la materia orgánica, llevada a cabo en condiciones que propician el desarrollo de temperaturas termófilas, generadas por la producción biológica de calor. Esto resulta en un producto final estable, exento de patógenos y semillas de malas hierbas, con beneficios aplicables al suelo.

2.6.8. Parámetros en el proceso de compostaje

A. Humedad, según Cordova (2016), el contenido de humedad en los desechos orgánicos crudos, como las excretas y estiércoles, puede variar considerablemente, siendo influenciado, por ejemplo, por la dieta de los animales. Si la humedad inicial de estos residuos es superior al 50 %, es necesario reducir su humedad antes de formar pilas o montones. Esta reducción de humedad es crucial para garantizar la calidad del abono, ya que un exceso de humedad puede afectar su composición nutritiva y propiciar la pérdida de elementos solubles por el lavado.

Si los desechos orgánicos crudos tienen una humedad alta, es necesario reducir su humedad antes de formar pilas o montones. Para lograr esto, se pueden extender los materiales en capas delgadas para que pierdan humedad por evaporación natural o mezclarlos con materiales secos, manteniendo siempre una adecuada relación C/N. La humedad ideal para una biodegradación con predominio de la respiración aerobia se sitúa entre el 15 % y el 35 % (del 40 % al 60 % si se puede mantener una buena aireación). Si la humedad es superior a estos valores, se produce un desplazamiento del aire entre las partículas de la materia orgánica, lo que genera un ambiente anaerobio con malos olores y

disminuye la velocidad del proceso. Si la humedad es inferior al 10 %, la actividad biológica general disminuye y el proceso se vuelve extremadamente lento.

Según Álvarez (2010), considera que la humedad es un factor crítico para optimizar el compostaje, ya que es esencial para las necesidades fisiológicas de los microorganismos que participan en este proceso. El agua actúa como medio de transporte de sustancias solubles que sirven de alimento a las células y de los productos de desecho de esa reacción. La humedad óptima para el crecimiento microbiano se encuentra entre el 50 % y el 70 %, y la actividad biológica disminuye significativamente cuando la humedad es inferior al 30 %. Por otro lado, un exceso de humedad, por encima del 70 %, provoca la reducción del oxígeno, generando un ambiente anaerobio con malos olores y disminuyendo la velocidad del proceso. Según (Pillco, 2020), en el proceso de compostaje, es fundamental evitar niveles elevados de humedad, ya que esto puede provocar un desplazamiento del aire entre las partículas de residuos, llevando el proceso a un estado anaerobio. Por otro lado, niveles muy bajos de humedad disminuyen la actividad microbiana y ralentizan el proceso. Se considera que los niveles óptimos de humedad están entre el 40 % y el 60 %, si bien estos pueden variar en función de los tipos de materiales utilizados.

B. pH, el rango de pH al que las bacterias en general pueden sobrevivir es bastante amplio, y hay grupos fisiológicos que se adaptan a diferentes rangos de acidez o alcalinidad. Un pH cercano al neutro (6,5 - 7,5) favorece el desarrollo de la mayoría de los grupos fisiológicos bacterianos, mientras que valores inferiores a 5,5 inhiben su crecimiento y valores superiores a 8 también son inhibidores, ya que precipitan nutrientes esenciales. Durante el compostaje, se produce una sucesión natural del pH, acompañada por una sucesión de grupos fisiológicos. El pH es un factor importante que influye en el crecimiento de los microorganismos, y la mayoría de las bacterias crecen a un pH de 6,5 a 7,0. Las bacterias son generalmente neutrófilas y crecen mejor a un pH cercano a 7,0. (Román, Martínez, & Pantoja, 2015)

Según Tortosa (2013), el compostaje posibilita un rango extenso de pH (3,0 – 7,0), aunque los valores ideales se encuentran entre 5,5 y 7,0, ya que las bacterias muestran preferencia por un entorno casi neutro, mientras que los hongos prosperan mejor en un medio ligeramente ácido. Durante la etapa de enfriamiento, el valor del pH disminuye ligeramente, alcanzando un rango de 6 a 7 en el compost maduro.

Según Álvarez (2010), durante la fase acidogénica del proceso de degradación de la materia orgánica, se produce una gran cantidad de CO₂ y ácidos orgánicos, lo que provoca una disminución del pH. Este ambiente ácido favorece el crecimiento de hongos, que pueden atacar la lignina y la celulosa. En la fase termófila, se produce una liberación de amoníaco debido a la degradación de aminas y bases nitrogenadas, lo que provoca un aumento del pH y permite que las bacterias retomen su actividad en un rango de pH de 6,0 a 7,5. Este aumento del pH también provoca la liberación de nitrógeno, que es utilizado por los microorganismos para su crecimiento en la siguiente fase de maduración. Finalmente, en la fase estacionaria, el pH se estabiliza cerca de la neutralidad y la materia orgánica se estabiliza, lo que da lugar a reacciones lentas de policondensación.

C. Temperatura, según Contardi y Errasti (2012), cuando se dispone el material para el compostaje en pilas o reactores y las condiciones son adecuadas, comienza la actividad microbiana. A medida que los microorganismos crecen, generan calor, lo que aumenta la temperatura del material. El aumento de temperatura es el síntoma más claro de la actividad microbiana y se considera una variable fundamental en el control del compostaje. Se observan tres fases en el proceso de desarrollo aeróbico: la fase mesófila inicial, la fase termófila y la fase mesófila final. La evolución de la temperatura representa muy bien el proceso de compostaje, ya que pequeñas variaciones de temperatura afectan más a la actividad microbiana que pequeños cambios de la humedad, pH o C/N.

Según Román et. al (2015), las etapas mesófila y termófila del proceso, previamente mencionadas, presentan un intervalo de temperatura óptimo. Se ha observado que las tasas de crecimiento experimentan aproximadamente una duplicación con cada incremento de 10 °C en la temperatura, hasta llegar al nivel óptimo. A temperaturas más elevadas, comienza la eliminación de microorganismos patógenos, proceso facilitado adicionalmente por antibióticos producidos por ciertos microorganismos que contribuyen a su erradicación. Hacia los 70 °C se inhibe la actividad microbiana por lo que es importante la aireación del compost para disminuir la temperatura y evitar la muerte de los microorganismos. Durante estos cambios de temperatura las poblaciones bacterianas se van sucediendo unas a otras. Este ciclo se mantiene hasta el agotamiento de nutrientes disminuyendo los microorganismos y la temperatura.

2.7. EFECTOS DEL COMPOST EN EL SUELO

Podemos destacar los siguientes efectos del compost en el suelo:

- Fomenta la diversidad y actividad de microorganismos en el suelo
- Mejora la estructura del suelo.
- Aumenta la porosidad total, facilita la penetración del agua, favorece el movimiento a través del suelo y estimula el crecimiento de las raíces.
- La actividad de los microbios presentes en el compost reduce la presencia de microbios patógenos.
- Contiene numerosos nutrientes esenciales para el crecimiento de las plantas
- Induce la formación de humus (Gracia, 2012).

2.8. MATERIALES PARA EL PROCESO DE COMPOSTAJE

Los materiales que se pueden emplear para la preparación del compost incluyen:

- Restos de cosechas.
- Residuos de cocina.
- Estiércol de diversos animales (vaca, caballo, oveja, conejo, cuy).
- Ceniza o cal.

Estos materiales se disponen en capas alternas; la primera capa incluye restos de cosecha y desperdicios de cocina, seguida por una capa de estiércol, luego otra capa de restos de cosecha, y así sucesivamente, formando una pila o montón de 1,5 metros de altura. Se puede esparcir un puñado de ceniza o cal sobre cada capa de estiércol. Para garantizar que los microorganismos trabajen de manera eficiente en el proceso de descomposición, es necesario suministrar aire, siguiendo los siguientes pasos:

- Remover la pila de compost semanalmente.
- Evitar que la pila o montón sea excesivamente grande, siendo recomendable un ancho de 2 metros y una altura de 1,5 metros.
- Regar para mantener una humedad óptima (60 - 70 % de humedad).
- Colocar las pilas preferiblemente a la sombra. (Masabni, 2017)

2.9. MARCO LEGAL

Las políticas públicas sobre residuos sólidos en el Perú se fundamentan en una serie de normativas nacionales, así como en los compromisos políticos internacionales adquiridos por el Estado Peruano. Con base en el marco normativo existente en relación con los residuos sólidos, se presenta la siguiente tabla.

Tabla 3

Marco legal de los residuos sólidos

N°	Legislación
1	Constitución Política del Perú (CPP).
2	Ley N° 28245, Ley Marco del Sistema Nacional de Gestión Ambiental
3	Ley N° 28611, Ley General del Ambiente
4	Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente.
5	Ley N° 26842, Ley General de Salud.
6	Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos – y su Modificatoria el Decreto Legislativo N° 1065.
7	Decreto Supremo N° 057-2004-PCM, Reglamento de Ley General de Residuos Sólidos, 2004.
8	Decreto Supremo N° 008-2005-PCM, Reglamento Ley del Sistema Nacional de Gestión Ambiental del 2005.
9	Decreto Supremo N° 005-2010-MINAM, Reglamento de la Ley que regula la actividad de los recicladores, 2010.
10	Decreto Supremo N° 016-2012-AG, Reglamento de manejo de los residuos sólidos del sector agrario del año 2012.
11	Decreto Supremo N° 003-2013-VIVIENDA, Reglamento para la gestión y manejo de los residuos de las actividades de la construcción y demolición del 2013.
12	Decreto Supremo N° 006-2014-PRODUCE, Disposiciones para el fortalecimiento del marco regulador de la actividad de procesamiento de los descartes y residuos de los recursos hidrobiológicos y aprueba el régimen de adecuación de las plantas de reaprovechamiento del 2014.
13	Resolución Ministerial 702-2008/MINSA, Aprueban Norma Técnica de Salud que regula el manejo selectivo de residuos sólidos por segregadores del año 2008.
14	Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2016-2024.
15	Norma Técnica Peruana 900.058 2005, Código de colores para los dispositivos de almacenamiento de residuos del 2005.

Nota. Tomado de (MINAM, 2016)

III. DISEÑO METODOLÓGICO

La metodología es un diseño factorial AxB, donde se evalúa el efecto de los parámetros que influyen en compostaje (variables independientes); observando como respuesta la eficiencia del compostaje en la aplicación en el cultivo de hortalizas (variable dependiente). Se planteó tres tratamientos de un sistema de compostaje aeróbico.

Una vez se tenga los compost de los diferentes tratamientos de compostaje se determinó su rendimiento y tiempo de obtención de compost, considerando esta información se procedió a aplicarlos a parcelas experimentales y se determinó el mejor tratamiento, es decir aquel que brinde mejores características biométricas. Seguidamente se procedió a la implementación de biohuertos de las familias del distrito Villa Kintiarina, La Convención, Cusco. Se presenta un panel fotográfico en el anexo 1.

3.1. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Según Rodríguez (2020), la presente investigación según el propósito, es de tipo aplicada, que se caracteriza por sus fines prácticos inmediatos, centrada en encontrar mecanismos o estrategias que permitan lograr un objetivo concreto. Este tipo de investigación no sólo busca indagar sino transformar, ir de las ideas a la acción. El nivel de estudio es explicativo, según Muntané (2010) está basada en: “Explicar por qué ocurre un fenómeno, en qué condiciones se da, o por qué se relacionan dos o más variables”.

3.2. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El diseño de investigación se describe como el conjunto de herramientas y técnicas empleadas por un investigador para llevar a cabo un proyecto. En otras palabras, se trata de un plan estructurado que debe ser seguido para alcanzar los objetivos del investigador (Rojas, 2020); el diseño de la presente investigación es experimental completamente al azar (DCA).

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población

La población estuvo constituida por el total de residuos orgánicos del distrito de Villa Kintiarina, La Convención, Cusco.

3.3.2. Muestra

La muestra es el compost obtenido a partir de la mezcla de los componentes de las pilas de compostaje, los cuales son: residuos orgánicos domiciliarios, hojas secas, materiales gruesos, pasto, aserrín y microorganismos eficientes, distribuidos en nueve unidades experimentales.

3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable independiente

- Compost a partir de los residuos orgánicos de las familias del distrito de Villa Kintiarina

Dimensiones

- Parámetros de medición y control del compostaje de los tratamientos.

Variable dependiente

- Eficiencia del compostaje.
- Implementación de biohuertos

Dimensiones

- Diferencias significativas en la aplicación del cultivo de hortalizas de los tratamientos.
- Rendimiento del compostaje.
- Tiempo de obtención de compost.
- Cantidad de familias con biohuertos implementados.

En la siguiente tabla se presentan las variables, dimensiones e indicadores correspondientes a la investigación.

Tabla 4
Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Concepto	Indicador
----------	-----------	----------	-----------

Variable Independiente (V.I.)	Parámetros de medición y control del compostaje de los tratamientos.	Son elementos de un sistema que permite clasificarlo y poder evaluar algunas de sus características. Por tanto, no es más que un valor que representa algo que queremos medir.	• Humedad (%) • pH • Temperatura (°C) En los tres tratamientos
Variable dependiente (V.D.)	Diferencias significativas en la aplicación del cultivo de hortalizas de los tratamientos.	Es la comparación entre diferentes tratamientos para establecer el “adecuado” según las características biométricas.	Comparación estadística entre: • Peso promedio de fruto (g). • Altura de la planta (cm). • N° de hojas.
	Rendimiento del compostaje.	Referido a la conversión de la materia orgánica en compost, expresado en porcentaje	• División entre el peso final y peso inicial, multiplicado 100 %.
	Tiempo de obtención de compost.	Es la reintegración a la naturaleza en forma natural de los residuos orgánicos, a través de un proceso generado por factores climáticos (temperatura, humedad, luz, etc.) y microorganismos.	• N° de días de obtención de compost de los tratamientos.
Implementación de biohuertos.	Familias del distrito de Villa Kintiarina con biohuertos implementados	Es un espacio o huerto ecológico donde se cultivan plantas, vegetales, y hierbas de manera sostenible y respetuosa con el medio ambiente. Se utiliza para la producción de alimentos frescos, saludables y libres de químicos.	• N° de familias con biohuertos implementados

3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.5.1. Técnicas de recolección de datos

Se emplearon como técnica la observación ya que se identificó los diferentes cambios físicos generados en el proceso y estos, a su vez, fueron considerados para las interpretaciones. Se aplicó el registro en las diferentes actividades para cumplir los objetivos planteados. Se tomó como base la caracterización de los residuos sólidos que fue efectuado por la Municipalidad Distrital de Villa Kintiarina y el cual es esencial para implementar una gestión integral que minimice el impacto ambiental, optimice recursos y fomente una cultura de sostenibilidad. Además, es clave para el diseño de políticas públicas efectivas y el cumplimiento de regulaciones ambientales.

Tabla 5
Composición de los residuos sólidos domiciliarios

Materiales	kg	%
Materia orgánica	54,52	75,37
Residuos de servicios higiénicos	3,03	4,19
Metales	2,36	3,26
Inservible (envolturas, descartables y tecnopor)	2,11	2,92
Plástico pet	1,87	2,59
Bolsas desechables y similares	1,41	1,95
Plástico duro	1,37	1,89
Caucho, cuero y jebe	1,31	1,81
Cartón	1,26	1,74
Papel	1,09	1,51
Vidrio	1,03	1,42
Telas y textiles	0,44	0,61
Pilas	0,25	0,35
Restos de medicinas, focos, etc.	0,15	0,21
Tetrapack	0,09	0,12
Madera y follaje	0,05	0,07
Periódico, revista y otros de color	0,00	0,00
Residuos inertes (tierra y otros)	0,00	0,00

Fuente: Municipalidad Distrital de Villa Kintiarina (2022)

Como se puede apreciar el mayor porcentaje se tiene la materia orgánica con un 75,37 %, siendo este valor mayor al indicador nacional que refleja un 57,2 % de generación de residuos

orgánicos domiciliarios. Por lo tanto, la elaboración de compost es una gran alternativa de aprovechamiento de residuos orgánicos.

A continuación, se describe los procedimientos donde se emplearon las técnicas de recolección de datos para la investigación.

3.5.1.1. Recolección de residuos sólidos orgánicos

En coordinación con la Municipalidad Distrital de Villa Kintiarina, se realizó la recolección de los residuos sólidos orgánicos dos veces por semana, los días lunes y viernes en la capital de distrito Villa Kintiarina (para la investigación se consideró la recogida del día lunes) y los días jueves en las comunidades.

Figura 9

Cartilla informativa para la sensibilización, tacho marrón



Nota. Tomado de (MINAM, 2020)

Para garantizar la pureza de los residuos sólidos orgánicos previamente se efectuó la sensibilización a los hogares involucrados en la presente investigación haciendo conocer e interiorizar la cartilla que se muestra en la figura 9.

Respecto a la cartilla que excluye huesos, espinas y restos de comida preparada se les informó que los mencionados residuos deben ser depositados al tachó de color negro que hace referencia a residuos “no aprovechables” que se muestra en la figura 10. Como el trabajo fue a nivel de hogar, se les hizo énfasis que efectúen la separación en origen mediante el uso de bolsas diferenciadas por color o asignar una respectiva bolsa o recipiente para los residuos orgánicos generados. La sensibilización tuvo como mensajes principales: “Por ti, por nosotros y por todos los que vendrán... ¡Separa tus residuos!”; “Separando tus residuos ayudas a una adecuada gestión de ellos”.

Figura 10

Cartilla informativa para la sensibilización, tachó negro



Nota. Tomado de (MINAM, 2020)

Asimismo, se trabajó con los puntos ecológicos instalados por la Municipalidad Distrital de Villa Kintiarina, dando mayor importancia al tachó de color marrón que corresponde a los residuos orgánicos.

Figura 11
Punto ecológico



3.5.1.2. Residuos orgánicos domiciliarios en el distrito de Villa Kintiarina

En base al Censo Nacional de Población y Vivienda del año 2017 del INEI, se presenta en la tabla siguiente el detalle de la población por área de intervención en esta investigación.

Tabla 6
Información poblacional y espacial por centro poblado

N°	Centro Poblado	Población	N° de viviendas
1	Villa Kintiarina	184	140
2	Manitinkiari	180	43
3	Bethel	150	70
4	Maravillas	50	16
5	Pueblo Libre Baja	300	70
6	Pueblo Libre Alta	140	30
7	Kiruchareato	22	7
8	Mankoriari	250	70
9	Kintiarina Alta	120	40
10	Lima Tambo	250	95
11	Masukiato	60	15

N°	Centro Poblado	Población	N° de viviendas
12	San Carlos	140	30
13	Corazón Imperial	25	10
14	Terepishari	16	4
15	San Juan de la Frontera	55	15
Total		1942	655

Nota. Tomado de (INEI, 2017)

Según datos de PRONSA (Promoción de la salud) para el 2022, en promedio cada familia de Villa Kintiarina integra 3 personas, igualmente el dato se respalda con la información que brindó cada familia considerada como muestra representativa. La tasa de crecimiento considerado para el distrito de Villa Kintiarina es 0,8. Se aplica la siguiente fórmula:

$$P_f = P_0 \cdot \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$

Donde:

P_f : población a determinar (2022)

P_0 : población del último censo nacional (2017)

r : Tasa de crecimiento de la población

n : Años transcurridos desde el último censo hasta el año en estudio

a. Determinación del tamaño y distribución de la muestra

Para determinar el número de muestras representativas se aplicó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot \sigma^2}{(N - 1) \cdot E^2 + Z^2 \cdot \sigma^2}$$

Donde:

n : N° de muestra de viviendas

N : N° total de viviendas proyectado al año 2022

Z : Nivel de confianza

σ : Desviación estándar (0,25)

E : Error permisible

El error permisible y la desviación estándar se calculó tomando en cuenta la guía para la caracterización de residuos sólidos municipales del MINAM (MINAM, 2019). El error permisible considera un valor de 10 % de la generación per cápita (GPC) promedio nacional. Asimismo, de acuerdo con el Sistema de Información de Gestión de Residuos Sólidos (Sigersol), en el 2021, el cual es el dato más cercano para la presente investigación, la generación per cápita (GPC) promedio nacional de residuos sólidos domiciliarios fue de 0,58 kg/hab./día (Huiman, 2023). La desviación estándar se considera de acuerdo al rango de número de viviendas, el cual corresponde según la guía en mención líneas arriba de 0,25. Al valor obtenido se le agrega un porcentaje de contingencia que es 20 %. En el anexo 2 se muestra el detalle de la determinación del tamaño de la muestra.

Figura 12

Esquema del procedimiento de determinación de generación per cápita de residuos orgánicos domiciliarios



Para mayor apreciación se muestra el esquema en la figura 12. Se recolectó información de 8 días de recolección; cada uno de estos días se verificó que el código de la bolsa que se recibe coincida con la registrada en el padrón y etiqueta de la vivienda, luego se entregaron nuevas bolsas con el código de identificación a cada representante de la vivienda como por ejemplo VILL01 (las 4 letras iniciales del Centro Poblado, para el ejemplo es Villa Kintiarina, seguido del número de vivienda). Se empleó un formato de generación per cápita de residuos orgánicos domiciliarios que se presenta en el anexo 3.

Para determinar la generación per cápita de residuos orgánicos domiciliarios se aplicó la siguiente fórmula:

$$GPC = \frac{kg \text{ recolectados}}{N^{\circ} \text{ de habitantes}}$$

Donde:

GPC: generación per cápita (kg/hab/día)

Cantidad (kg) de residuos orgánicos recolectados (peso de las bolsas)

N° de habitantes (por vivienda), en promedio se obtuvo 3 miembros por vivienda.

3.5.1.3. Generación total de residuos orgánicos domiciliarios

Para determinar la generación total de residuos orgánicos domiciliarios (GTROD) se multiplica la generación per cápita de residuos orgánicos domiciliarios (GPC) por la población total del distrito de Villa Kintiarina que se consideró en la investigación.

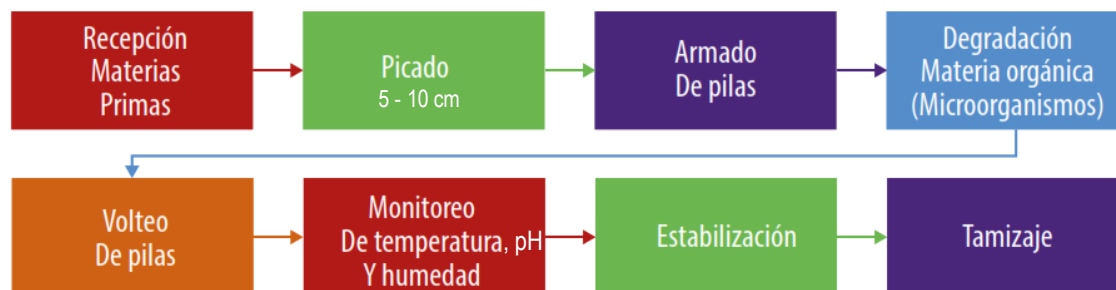
$$GTROD = GPC \cdot población$$

3.5.1.4. Elaboración de compost

Para la presente investigación se empleó los residuos orgánicos generados en un día de trabajo (0,77 t/día). Los residuos orgánicos fueron trasladados al área de la compostera para formar pilas por separado. Se trabajó con 2 tratamientos y 1 testigo, cada uno de estos con 3 repeticiones. Se describe a continuación la composición de los tratamientos. Se hizo las coordinaciones con la Municipalidad Distrital de Villa Kintiarina para el uso de espacios y desarrollo de la investigación. Se realizaron las siguientes actividades:

Figura 13

Flujo del proceso de compostaje



a. Tratamiento 1 (ME nativo)

Preparación de microorganismos nativos; primeramente, se efectuó la captura de microorganismos nativos empleando arroz cocido, un frasco de plástico, tela y una liga como se muestra en la figura 14.

Figura 14

Esquema del procedimiento de captura de ME nativos



Figura 15

Frascos con microorganismos nativos capturados



Figura 16

Preparación de ME nativos



Luego de la captura de EM nativos se procedió a la preparación tal cual, por lo que como recipiente se utilizó un bidón de 20 L, así como los insumos: microorganismos nativos capturados, 1,2 L de estiércol de ganado vacuno, 700 g de levadura, 0,9 L de melaza, 1,2

L de leche y 11 L de agua. El procedimiento implicó disolver la levadura en agua tibia para acelerar la reacción y facilitar el crecimiento de los microorganismos. Posteriormente, se mezcló el estiércol de ganado fresco con la melaza. Finalmente, se añadió la leche con la levadura previamente disuelta, y la mezcla se homogeneizó en un balde de 20 L, dando inicio al proceso de reproducción de microorganismos. Se etiquetó el balde y se dejó fermentar durante un período de 15 días. Total, se obtuvo 15 L de solución madre.

b. Tratamiento 2 (EM comercial)

Preparación de microorganismos comerciales; como recipiente se tuvo un bidón de 20 L, se mezcló 0,7 L de ME Bioforesta, 0,7 L de melaza en 13,5 L de agua sin cloro. Se dejó en un bidón cerrado herméticamente por 6 días, en un lugar fresco y protegido del sol. La composición del ME Bioforesta son bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas, levaduras y actinomicetos. Total, se obtuvo 15 L de solución madre.

c. Testigo; sin inóculo.

d. Pilas de compostaje; se armó pilas de compostaje cuyas dimensiones fueron de 1 m de altura; 1 m de ancho y 0,5 m de longitud, con un volumen total de 0,5 m³, se considera un volumen de 0,5 m³ ya que en la tabla 6 se tiene en total 114,75 kg por cada pila y se ha considerado una densidad de 250 kg/m³ como menciona la bibliografía (Román, Martínez, & Pantoja, 2015). Cabe mencionar que se trabajó con 3 tipos de tratamientos y 3 repeticiones, por lo que en total se armó 9 pilas de compostaje.

Tratamiento 1, con microorganismos nativos

Tratamiento 2, con microorganismos comercial

Tratamiento testigo, sin la adición de microorganismos eficientes

Para el armado de las pilas de compostaje, se fueron colocados en capas según la siguiente figura.

Figura 17

Capas de los materiales empleados en el compostaje



El rango ideal de la relación C:N para comenzar el compostaje es de 25:1 a 35:1 (Román, Martínez, & Pantoja, 2015). Según los materiales empleados se tiene en promedio una relación de 30:1.

Tabla 7

Mezcla para compost de residuos domiciliarios por cada pila

Ingredientes	% Humedad	Relación	Peso kg	% C	% N	Resultado
						Mezcla relación C/N
Residuos orgánicos	69,00	10 K	85,00	14,36	0,93	30:1
Pasto	19,43	1 K	8,50	30,94	1,69	
Hojarasca y residuos secos	16,00	1 K	8,50	61,12	1,61	
Aserrín	25,00	1,5 K	12,75	45,00	0,09	
Total			114,75			

Nota. Tomado de (Hang, y otros, 2015) (UNC, 2015) (Sepúlveda & Alvarado, 2013)

También se puede realizar el cálculo mediante la calculadora de la relación C:N que está en la web de la Universidad de Cornell (<http://compost.css.cornell.edu/calc/2.html>).

Figura 18

Calculadora de la relación C:N

Ingredient	% H ₂ O	Weight	% Carbon	% Nitrogen	C/N Ratio
				Result:	

Nota. Tomado de (Universidad de Cornell, 2016)

En cada capa se fue agregando los microorganismos eficientes comerciales y nativos de acuerdo a cada tratamiento experimental, por cada pila formada se empleó 3 L de solución madre más 3 L de melaza más 15 L de agua (Escalona, 2013) (Maldonado, 2020). Para facilitar su identificación de cada pila se le colocó un letrero con los códigos T1, T2 y T3.

e. Control de parámetros; se realizó monitoreos periódicos, tales como:

- Tiempo de descomposición (días), es el tiempo en que se obtiene el compost maduro y pasaría al zarandeo.
- Medición de la temperatura y pH mediante el uso de un multiparámetro, la temperatura fue tomada en cuatro puntos cardinales de la pila de compostaje, insertando el equipo en el centro de la pila (a unos 45 - 60 cm de profundidad) y el valor promedio se anotó en la ficha de registro (anexo 4), la frecuencia fue diaria los primeros diez días y luego dos veces por semana.
- Para el pH se tomaron 02 muestras aleatorias por cada pila del compost o unidad experimental de 10 cm³ y se diluyeron en 50 mL de agua destilada (volumen/volumen 1:5), se agitó y reposó la mezcla unos 30 minutos y se removió ocasionalmente, se insertó el electrodo del medidor de pH en la solución y se hizo la lectura (medición dos veces por semana).
- Contenido de humedad mediante el uso del equipo Kelway HB-2 Soil pH and Moisture Meter que es un medidor de humedad de sustratos o suelo, que está diseñado específicamente para determinar el contenido de agua en materiales sólidos como el compost, se insertó en 03 puntos diferentes de la pila de compostaje (superior, media e inferior) para tener una visión precisa de la humedad global de la pila; la sonda del

Kelway HB-2 debe insertarse en el compost hasta una profundidad de 45 a 60 cm, la profundidad es importante porque la mayor actividad microbiana ocurre en el centro de la pila, donde la temperatura y la humedad son más altas. Las mediciones en la superficie no son representativas del estado global de las unidades experimentales o pilas de compostaje. Durante las primeras fases del compostaje (fase termofílica, cuando el proceso es más activo), se recomienda medir la humedad al menos 2 a 3 veces por semana. En fases posteriores, cuando el proceso de descomposición es más lento (fase mesofílica o de maduración), se puede reducir la frecuencia a una vez por semana, monitoreando que se encuentre entre 45 % y 60 %, rango óptimo sugerido por (Sepúlveda & Alvarado, 2013), cuando se encontró por debajo de este se incorporó agua sin cloro a todas las pilas por igual y si están por encima se aireó la pila para reducir el exceso de humedad.

- Volteo: la primera semana se realizó 3 veces, en el tercer volteo se agregó los ME comercial y nativo según el tratamiento (2 L de solución madre más 2 L de melaza más 10 L de agua); la segunda semana se realizó 2 veces por semana y la última semana una vez.

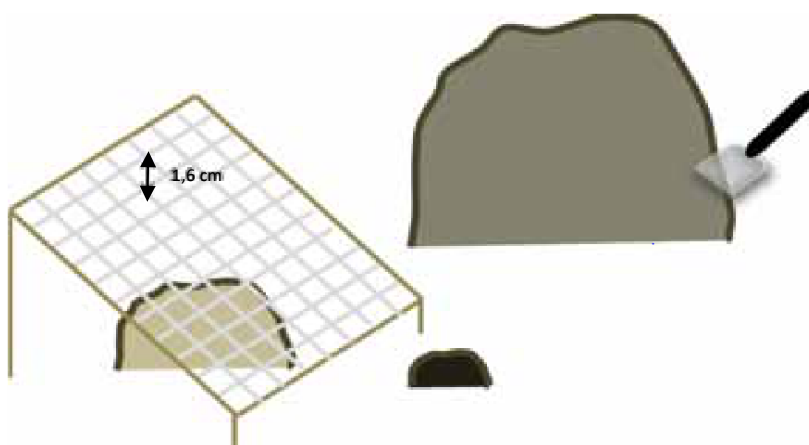
Al efectuar las actividades correspondientes, el compost está listo cuando:

- La temperatura se estabiliza cerca de la temperatura ambiente. Durante el proceso de compostaje, la temperatura de la pila aumenta debido a la actividad microbiana (fase termofílica) y luego comienza a bajar, indica que la actividad biológica ha disminuido y el material se ha descompuesto adecuadamente. Igualmente, si después de voltear la pila, la temperatura no vuelve a subir, es otro indicio de que el compost ha alcanzado la madurez.
- Tiene un color oscuro (casi negro), lo que indica una buena transformación de la materia orgánica.
- Olor a tierra, Un compost maduro tiene un olor agradable a tierra húmeda o bosque, lo que indica una descomposición completa. Si huele a amoníaco o a podrido, puede estar incompleto o mal aerado.
- Una textura homogénea y desmenuzable, similar a la tierra o humus. La materia orgánica inicial (hojas, restos de alimentos, etc.) debe estar completamente descompuesta y ser difícil de identificar visualmente.
- El pH es estable cercano a neutro (6,0-8,0)

- La humedad es adecuada (40-50%).
- f. **Zarandeo;** después de verificar que el compost ha alcanzado la madurez, se lleva a cabo un proceso de zarandeo para eliminar los elementos gruesos del material. El tamaño del tamiz depende de la normativa del país, pero comúnmente es de 1,6 cm.

Figura 19

Tamiz usado en las labores de zarandeo



- g. **Rendimiento;** el rendimiento posibilita la medición cuantitativa de la transformación de materia orgánica llevada a cabo durante el compostaje, expresando la relación porcentual entre el peso final y el peso inicial. Este cálculo se realiza mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \cdot 100 \%$$

3.5.1.5. Parcelas experimentales

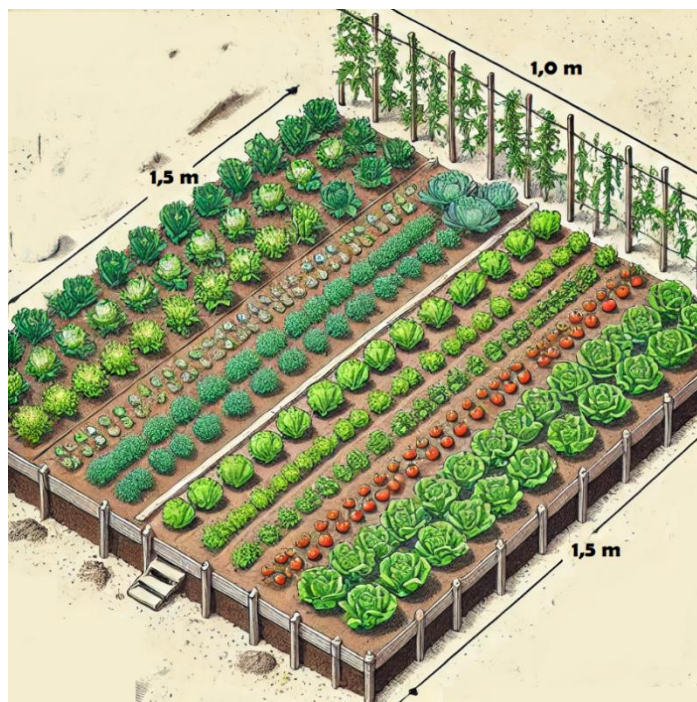
Al obtener los compost de los diferentes tratamientos se procedió a hacer las pruebas en parcelas experimentales, se trabajó con las hortalizas como rabanito y lechuga. A continuación, se presenta el diagrama de las parcelas experimentales.

En cada parcela se sembraron los dos tipos de hortalizas en dos hileras con separación de 40 cm entre las hileras. En total se trabajó con 2 parcelas para cada tratamiento. La

aplicación del compost se realizó una semana antes de sembrar en cada una de las parcelas en razón de 3,5 kg por parcela de 1,5 m².

Figura 20

Área de las parcelas experimentales



Por cada tratamiento se hicieron dos repeticiones, al ser tres tratamientos se tiene un total de seis repeticiones por hortaliza. En cuanto a las características medibles de las hortalizas fueron las siguientes:

Lechuga: altura de planta, número de hojas

Rabanito: altura de planta, peso de frutos

3.5.2. Instrumentos de recolección de datos

3.5.2.1. Equipos y materiales

Los equipos y materiales que se utilizaron son los siguientes:

- Termohigrómetro BOECO Lcd SH-110
- Kelway HB-2 Soil pH and Moisture Meter
- Multiparámetro para prueba de pH y temperatura modelo PH-116

- Balanza
- Baldes de 20 L
- Tijeras de podar
- Cuchillos
- Trituradora
- Zaranda
- Vernier
- Indumentaria (mandil, cubreboca, botas de jebe y guantes descartables)
- Reportes diarios y por semana
- Cámara fotográfica
- Lapiceros
- Calculadora
- Licuadora
- Folder
- Cuaderno de campo
- Residuos orgánicos
- Hojarasca
- Aserrín
- Pasto
- Arroz cocido
- Melaza
- Leche
- ME-compost Bioforesta
- Microorganismos nativos
- Estiércol de ganado vacuno
- Levadura
- Agua
- Envases de plástico
- Bidones
- Ligas
- Tela blanca
- Mallas
- Pala
- Alambre
- Estacas
- Alicates
- Tierra negra
- Manguera
- Alambre de púas
- Rastrillo
- Carretilla

- Semillas de lechuga y rabanito
- Agua destilada

3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

En este ítem se describe el procesamiento y análisis efectuado para la determinación del compost óptimo para su aplicación en biohuertos familiares del distrito de Villa Kintiarina.

En esta sección se detallan las diversas operaciones a las que se someterán los datos o respuestas obtenidos: clasificación, registro, tabulación y, si es necesario, codificación. En cuanto al análisis, se especificarán las técnicas estadísticas que se utilizarán para interpretar la información recopilada (Echaiz, 2018).

Las estadísticas comprenden la recopilación, interpretación y validación de datos. El análisis estadístico se refiere a la aplicación de varias operaciones estadísticas para cuantificar los datos y llevar a cabo el análisis correspondiente (Arteaga, 2020).

3.6.1. Proceso de compostaje

- **Toma de datos periódicos**

Frecuencia de medición: Registra la temperatura, humedad y pH de la pila de compost según la fase del compostaje.

Ubicación de las mediciones: Toma muestras de diferentes partes de la pila (superior, media e inferior) para obtener datos representativos.

- **Monitoreo de temperatura, humedad y pH**
- **Análisis de procesamiento de datos**

Se empleó software de análisis como la hoja de cálculo Excel, se registró los datos de temperatura, pH y humedad para crear gráficos que muestren la evolución de estos parámetros a lo largo del tiempo.

3.6.2. Parcelas experimentales

La investigación se llevó a cabo bajo un diseño completamente al azar, ya que se experimentó con el compost obtenido en el cultivo de hortalizas. Este diseño se describe

mediante la siguiente ecuación:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

μ = Parámetro, efecto medio

τ_i = Parámetro, efecto del tratamiento i

ε_{ij} = Valor aleatorio, error experimental de la unidad experimental ij

Y_{ij} = Observación en la unidad experimental

Asimismo, se consideraron dos tratamientos experimentales y un tratamiento testigo:

T₁: Contiene residuos orgánicos domiciliarios, pasto, aserrín, hojarasca y residuos secos y microorganismo eficientes nativos.

T₂: Contiene residuos orgánicos domiciliarios, pasto, aserrín, hojarasca y residuos secos y microorganismos eficientes comercial Bioforesta.

T₃: Contiene residuos orgánicos domiciliarios, pasto, aserrín, hojarasca y residuos secos

Con el propósito de evaluar el impacto de la aplicación del compost en el biohuerto, se empleó el análisis de varianza para un diseño completamente al azar, con el objetivo de detectar las disparidades entre los distintos tratamientos, manteniendo un nivel de confianza del 95 %.

La determinación de diferencias significativas se basará en los siguientes criterios:

Si el valor de Fc es mayor que el valor de Ft, se considerará que hay diferencias significativas entre los tratamientos.

Si el valor de Fc es menor que el valor de Ft, se concluirá que no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

Mediante la prueba de Tukey, con un nivel de confianza del 95 % y uso del programa estadístico MINITAB 18, se determinó el mejor tratamiento.

Con el compost que arrojó mejores características de las hortalizas se pasó a efectuar la implementación de biohuertos familiares.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. GENERACIÓN PER CÁPITA DE RESIDUOS ORGÁNICOS DOMICILIARIOS

La población del distrito de Villa Kintiarina para el 2022 se obtuvo 2021 habitantes según la fórmula:

$$P_f = P_0 \cdot \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n$$
$$P_f = 1942 \cdot \left(1 + \frac{0,8}{100}\right)^5$$
$$P_f = 2021 \text{ habitantes}$$

Con la fórmula referida a la determinación del tamaño de la muestra (anexo 2) y considerando la adición de una muestra de contingencia del 20 % según la guía para la caracterización de residuos sólidos municipales del MINAM (MINAM, 2019). Por lo tanto, se obtuvo 78 viviendas distribuidos en las distintas comunidades del distrito de Villa Kintiarina.

La generación per cápita (GPC) de residuos orgánicos domiciliarios resultó 0,38 kg/hab/día en el distrito de Villa Kintiarina. Este valor obtenido es cercano al resultado de la investigación de Maldonado (2020), donde menciona 0,45 kg/hab/día de generación de residuos domiciliarios y considerando que el 88,01 % corresponde a residuos orgánicos domiciliarios se tiene un valor de GPC de residuos orgánicos domiciliarios igual a 0,39 kg/hab/día. Asimismo, para el 2021 la generación per cápita (GPC) promedio nacional de residuos orgánicos fue de 0,329 kg/hab./día (Huiman, 2023).

La generación total de residuos orgánicos domiciliarios (GTROD) del distrito de Villa Kintiarina fue de 768 kg/día.

4.2. EVALUACIÓN DEL COMPOSTAJE

El compostaje constituye una técnica que de forma segura transforma los residuos orgánicos en insumos beneficiosos para la producción agrícola. La FAO define el compostaje como la combinación de materia orgánica bajo condiciones aeróbicas, utilizada para mejorar la estructura del suelo y suministrar nutrientes. Este proceso es una herramienta crucial para cerrar los ciclos de nutrientes en la finca, mejorando así la calidad y diversidad de la vida del suelo, lo que se traduce en una mejora de su salud y un aumento en los niveles de materia orgánica. Además, el compostaje contribuye a la reducción de la contaminación y de los costos asociados a los fertilizantes utilizados en la producción agrícola. (Román, Martínez, & Pantoja, 2015)

4.2.1. Control de la temperatura

La temperatura tiene un amplio rango de variación en función de la fase del proceso. El compostaje inició a temperatura ambiente y subió hasta los 60,3 °C en el caso del tratamiento con microorganismos eficientes del tipo comercial, sin necesidad de ninguna actividad antrópica (calentamiento externo), para llegar nuevamente durante la fase de maduración a una temperatura ambiente. Al evaluar la temperatura durante el proceso de compostaje, se observó que todos los tratamientos siguieron una variación típica con las fases estipuladas, tal como explica Román (2015), del mismo modo este comportamiento respalda la tendencia observada en los procesos de compostaje realizados en la investigación de Van et al. (2018).

4.2.2. Control del pH

El pH del compostaje es influenciado por los materiales de origen y experimenta variaciones en cada etapa del proceso, oscilando entre 4,5 y 8,5. En las fases iniciales, el pH tiende a acidificarse debido a la formación de ácidos orgánicos y la degradación del azúcar. Durante la fase termófila, el pH aumenta y el medio se vuelve alcalino debido a la conversión del amonio en amoníaco, destacándose la degradación de la hemicelulosa en este período. En la etapa mesofílica II o enfriamiento, donde se produce la degradación de polímeros, se observaron valores de pH alrededor de 8,5. Finalmente, el pH se estabiliza en niveles cercanos a la neutralidad (UNC, 2015).

El pH define la supervivencia de los microorganismos y cada grupo tiene pH óptimos de crecimiento y multiplicación, por ello los resultados respaldan lo considerado por Román et al. (2015): La mayor actividad bacteriana se produce en el rango de pH 6,0 a 7,5; mientras que la mayor actividad fúngica se produce a pH 5,5 a 8,0; siendo el rango ideal 5,8 a 7,2.

4.2.3. Control de humedad

La humedad es un parámetro clave en el compostaje, ya que está estrechamente relacionada con la actividad microbiana y la estructura del suelo. La humedad óptima para el compostaje se sitúa alrededor del 55 %, aunque este valor puede variar dependiendo del estado físico y tamaño de las partículas, así como del sistema empleado para llevar a cabo el compostaje. Si la humedad descende por debajo del 45 %, la actividad microbiana disminuye, lo que puede resultar en un producto biológicamente inestable. Por otro lado, si la humedad es demasiado alta (>60 %), el agua saturará los poros, interfiriendo con la oxigenación del material. En procesos que involucran sustratos secos, como aserrín, astillas de madera, paja y hojas secas, la necesidad de riego durante el compostaje es mayor que en materiales más húmedos, como residuos de cocina, hortalizas, frutas y cortes de césped. En la presente investigación, se trabajó en el rango de 40 - 60 % de humedad empleando el equipo "Kelway HB-2 Soil pH and Moisture Meter". (Román et al., 2015)

Figura 21

Medición de la humedad en la mezcla mediante la prueba de puño



Nota. Tomado de (UNC, 2015)

Adicional a la medición de la humedad por el equipo se realizó la prueba de puño, el cual consiste en tomar material de la mezcla en la mano y oprimirla. El estado óptimo es lograr la formación de un agregado que no debe soltar más de una o dos gotas. Si, por el contrario, el material está demasiado seco, se desmoronará en las manos y no se formará ningún

agregado, indicando que requiere más humedad. Cuando el material está excesivamente húmedo, soltará más de tres gotas, y será necesario agregarle material seco. (UNC, 2015)

Figura 22

Parámetros de control en el proceso de compostaje

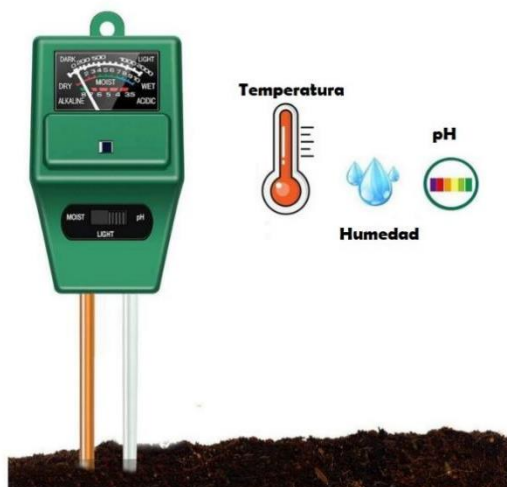


Tabla 8

Datos del proceso del compostaje del tratamiento 1, microorganismos nativos

Días	Temperatura (°C)	Humedad (%)	pH
0	28,3	41,0	5,0
2	29,4	44,0	5,3
4	30,0	46,0	5,3
6	34,6	53,0	5,1
8	36,4	55,0	5,4
10	43,6	50,0	8,0
12	45,5	47,0	8,2
14	48,2	48,0	8,6
16	55,6	52,0	8,0
18	58,8	49,0	8,6
20	50,0	50,0	8,3
22	46,2	49,0	8,4
24	44,5	47,0	8,6
26	31,2	48,0	7,4
29	28,5	59,0	7,6
31	27,2	53,0	7,5

Tabla 9*Datos del proceso del compostaje del tratamiento 2, microorganismos comerciales*

Días	Temperatura (°C)	Humedad (%)	pH
0	28,2	40,0	5,3
2	29,3	45,0	5,2
4	29,5	45,0	5,5
6	34,4	50,0	5,0
8	36,5	53,0	5,2
10	44,7	48,0	8,5
12	49,4	52,0	8,0
14	57,7	50,0	8,4
16	60,3	51,0	8,3
18	55,6	52,0	8,0
20	45,3	48,0	8,4
22	43,2	50,0	8,4
24	40,7	50,0	8,5
26	27,6	47,0	7,8
29	26,2	49,0	7,5

Tabla 10*Datos del proceso del compostaje del testigo*

Días	Temperatura (°C)	Humedad (%)	pH
0	28,2	43,0	5,1
2	29,6	45,0	5,2
4	30,2	45,0	5,0
6	33,6	53,0	5,5
8	35,0	54,0	5,3
10	37,7	48,0	5,5
12	43,0	55,0	8,2
14	45,9	53,0	8,0
16	47,8	50,0	8,5
18	58,4	55,0	8,7
20	56,4	57,0	8,4
22	55,5	48,0	8,0
24	47,2	50,0	8,3
26	44,9	50,0	8,5
28	43,4	47,0	8,4
30	42,2	48,0	8,4
32	31,6	53,0	8,2
34	28,0	47,0	8,0
36	28,3	50,0	7,5
39	27,5	50,0	7,0

A continuación, se presenta las figuras donde se aprecia la medición de los parámetros del proceso de compostaje.

Figura 23

Variación de la temperatura, humedad y pH bajo el efecto de microorganismos eficientes autóctono

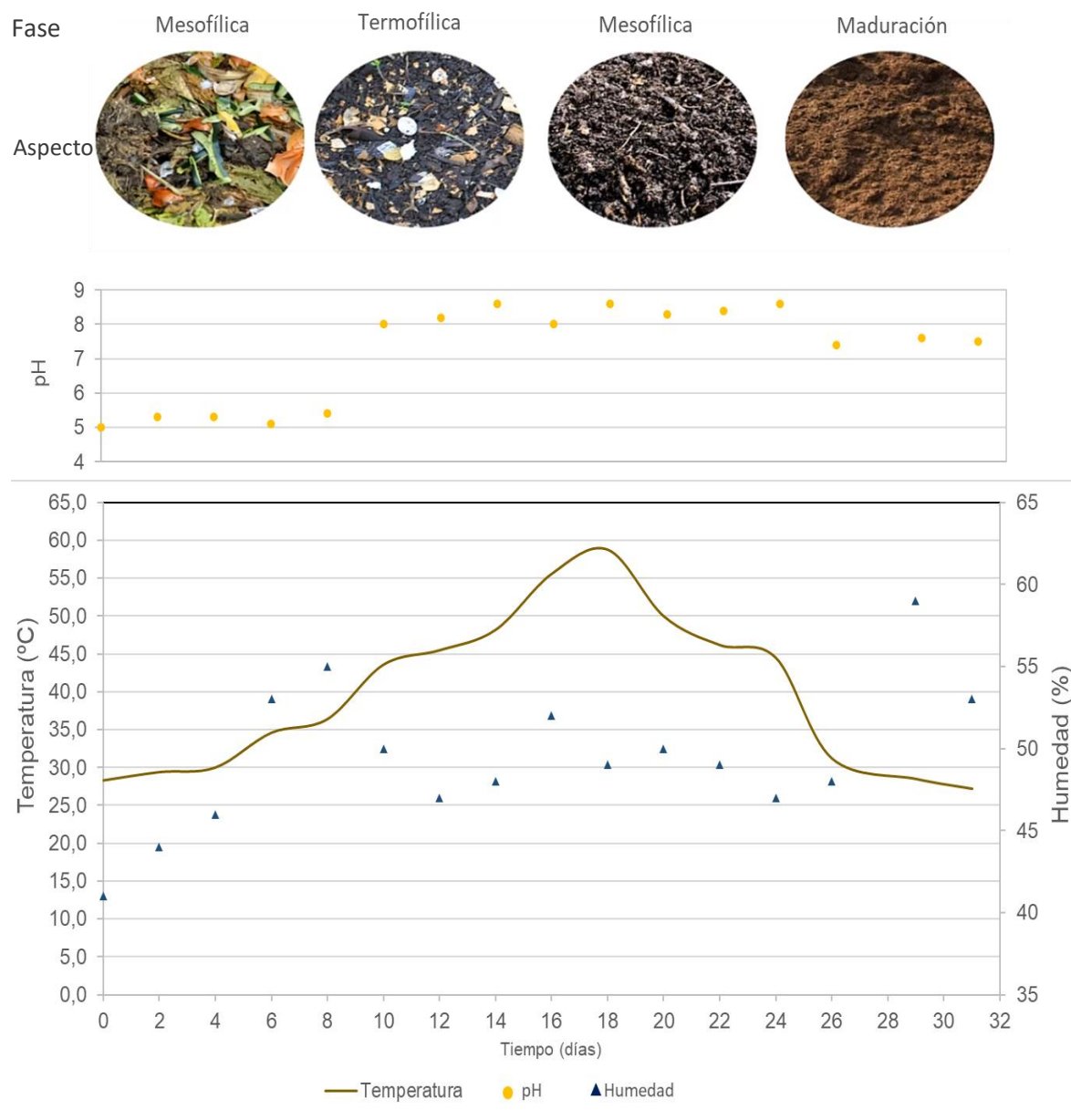


Figura 24

Variación de la temperatura, humedad y pH bajo el efecto de microorganismos eficientes comercial

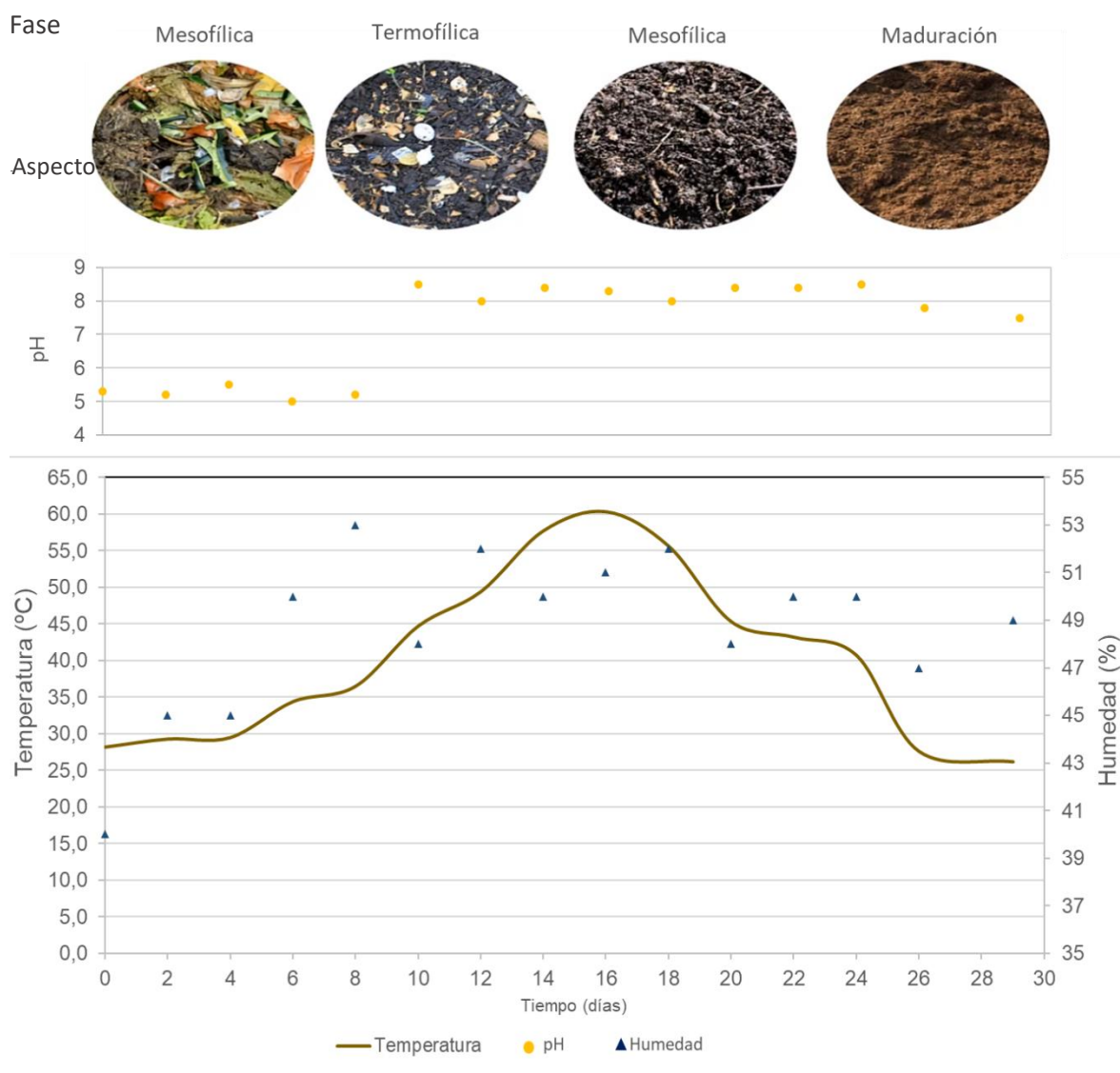
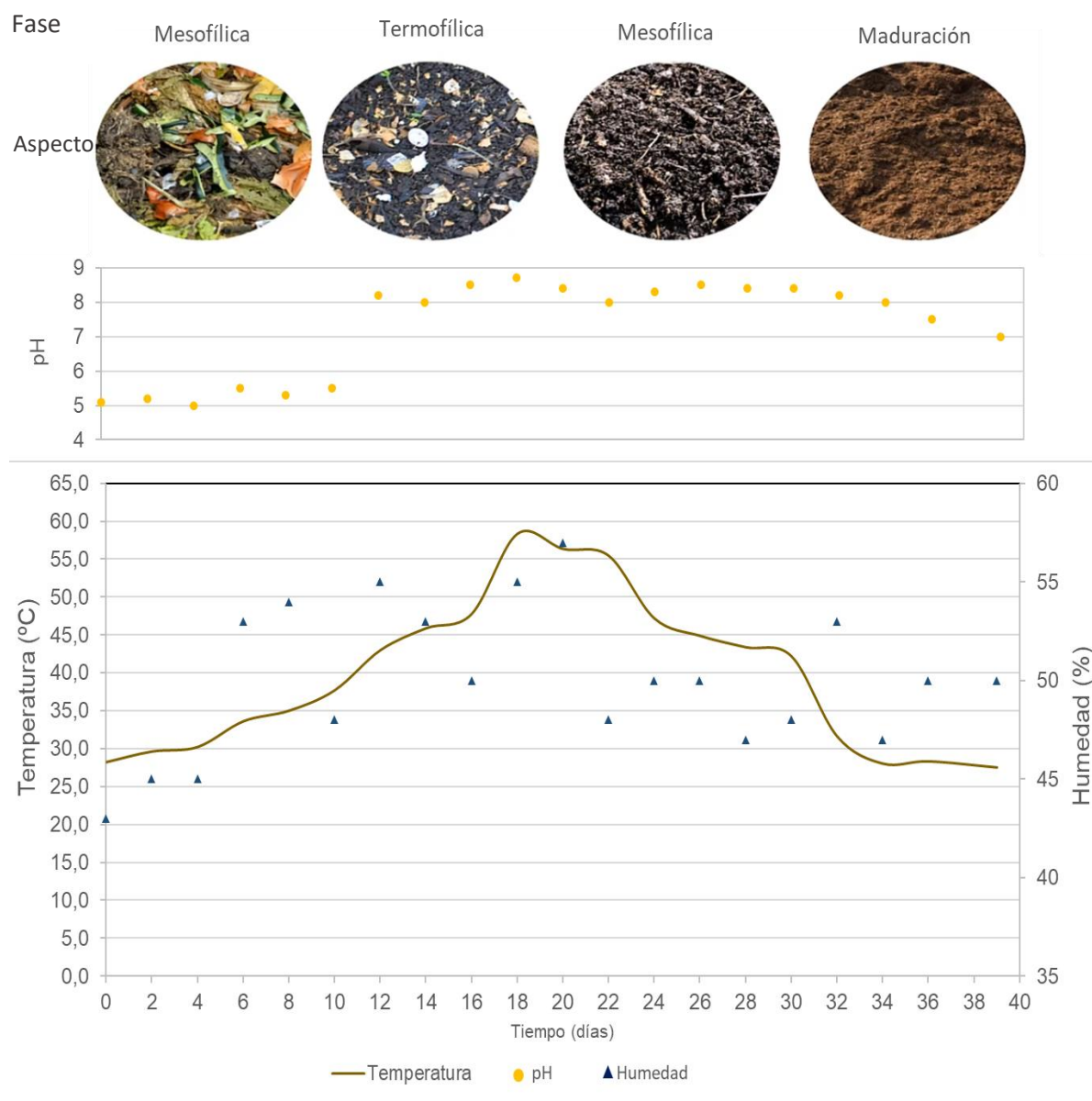


Figura 25

Variación de la temperatura, humedad y pH en el tratamiento “testigo”



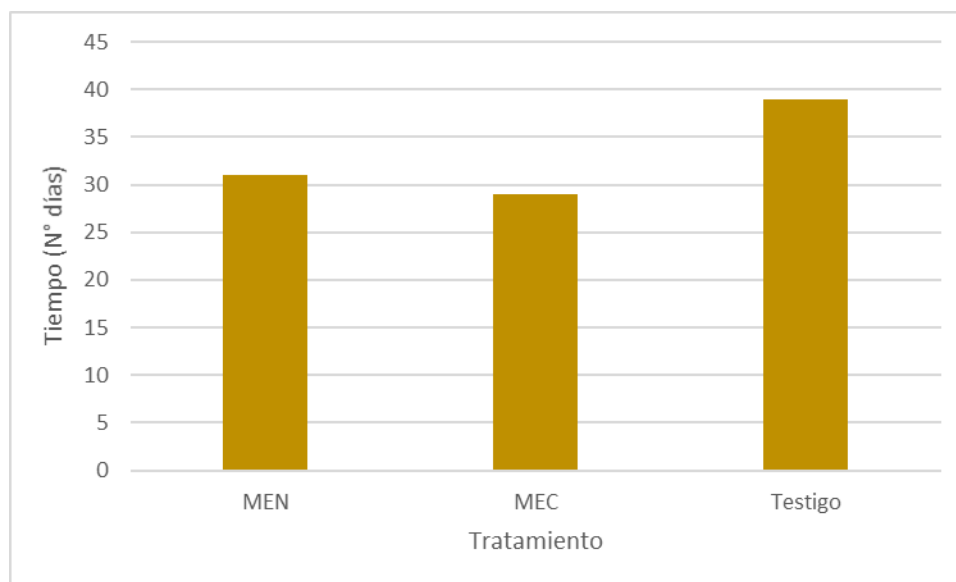
4.3. TIEMPO DE DESCOMPOSICIÓN

El tiempo de descomposición se ha medido en días calendarios, contados desde el armado de las pilas, asimismo es necesario comentar que se ha tomado en cuenta las fases del compostaje a través de la temperatura de cada tratamiento y su respectiva repetición. Por lo tanto, el menor tiempo de obtención de compost lo mostró el tratamiento con

microorganismos eficientes comerciales (29 días), seguido el tratamiento con aplicación de microorganismos eficientes nativos (31 días) y finalmente con el mayor tiempo obtenido fue el tratamiento “testigo” (39 días).

Figura 26

Tiempo de descomposición según el tratamiento



La presencia de microorganismos eficientes en la materia orgánica, ayuda al proceso de descomposición, respaldando que el tratamiento con microorganismos eficientes comerciales (tratamiento 2) es el más eficiente. Sin embargo, se evidenció que el tratamiento con microorganismos eficientes nativos (tratamiento 1), cuyo tiempo de obtención de compost fue de 31 días, es bastante cercano al tratamiento 2, por ello se afirma su eficiencia. En el trabajo de (Suaña, 2013) se obtuvo una descomposición de los residuos orgánicos en 50 días (200 mL ME), 55 días (100 mL ME) y 65 días para el control; esto puede corresponder a que los tratamientos se realizaron en la ciudad de Puno que presenta temperaturas bajas que difiere con las condiciones climáticas del distrito de Villa Kintiarina. Por otra parte, en la investigación de (Maldonado, 2020) que trabajó con microorganismos eficientes comerciales (MEC) obteniendo compost en 28 días; con microorganismos eficientes naturales (MEN) resultó en 31 días y el testigo con 36 días, el cual es similar a los resultados obtenidos por la presente investigación.

En la investigación de (Angulo & Lizonde, 2020), el tiempo de obtención del compost varió

entre 45 y 60 días, resaltando que el uso de microorganismos eficientes reduce el tiempo total del proceso de compostaje, aunque el tiempo de la fase termófila se prolonga unos días debido a que hay mayor degradación del material orgánico. En otro estudio se encontró que la temperatura alcanzó una tendencia mayor en un rango de 49 a 66 °C en un tiempo de permanencia no mayor a 28 días, a diferencia de los tratamientos donde no se aplicaron microorganismos. (Román e al., 2015)

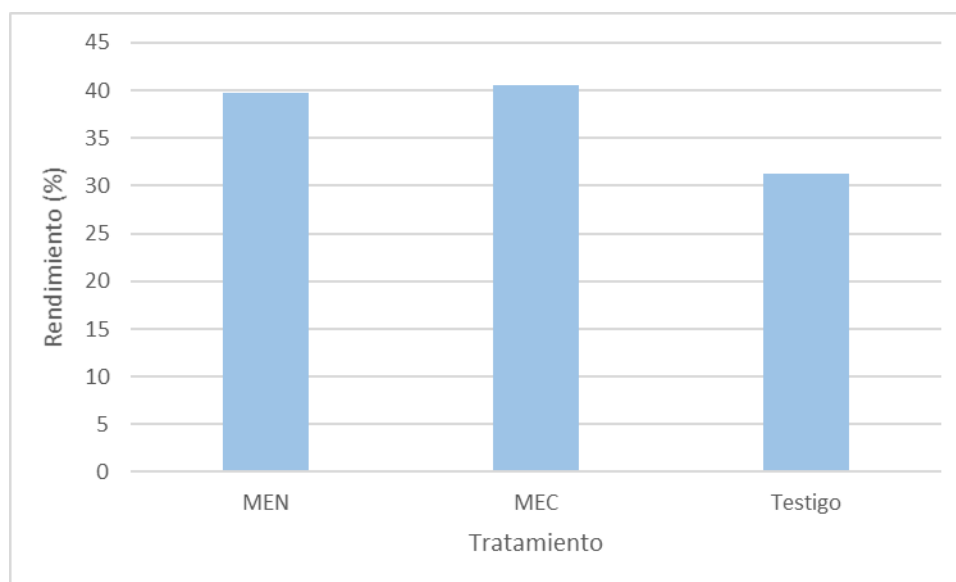
En general, se ha observado que el tiempo de obtención del compost varía según el material orgánico sin procesar, el proceso de compostaje utilizado y el estado de la actividad biológica.

4.4. RENDIMIENTO DEL COMPOSTAJE

En la presente investigación se obtuvo un rendimiento del 40,55 % para el compost con aplicación de microorganismos eficientes comerciales, un 39,74 % con aplicación de microorganismos eficientes nativos y el tratamiento “testigo” en promedio arrojó un 31,28 %.

Figura 27

Rendimiento del compostaje según el tratamiento



En promedio, a partir de 100 kg de residuos orgánicos se obtendría un poco menos de la mitad (30 - 40 kg), perdiéndose el resto en forma de vapor de agua y dióxido de carbono

(Sepúlveda & Alvarado, 2013); sin embargo, esto puede variar dependiendo que tan riguroso sea el control de los factores que regulan el proceso de compostaje (Arrigoni, 2016), por ejemplo, una adecuada oxigenación de la mezcla evitará la formación de condiciones anaeróbicas, lo que a su vez prevendrá la pérdida de nutrientes y la disminución de los rendimientos (Sepúlveda & Alvarado, 2013). En el caso del trabajo de (Aveiga, Alcívar, Cañarte, & Vera, 2016) sostiene un rendimiento entre 48 - 65 %; asimismo, en el trabajo de (Loayza & Gallegos, 2020) se obtuvo un rendimiento del 65,32 %, correspondiente al tratamiento con microorganismos eficientes. En la investigación de Aguilar (2021), se muestra que el rendimiento de compost por tratamiento fue de 23,71 % (EM-compost), 24,68 % (microorganismos nativos de la chicha de jora) y el tratamiento testigo de 24,48 %.

4.5. ASPECTOS BIOMÉTRICOS DE LAS HORTALIZAS Y ANÁLISIS DE VARIANZA

Según los resultados presentados en la tabla 11, en relación a la altura promedio y la desviación estándar de la altura del cultivo de rabanito, se observa que en el tratamiento testigo las plantas alcanzaron una altura promedio de 11,93 cm con una variación de 1,01 cm respecto al promedio. Por otro lado, en el tratamiento 1, las plantas alcanzaron una altura promedio de 16,27 cm con una variación de 0,69 cm respecto al promedio, y en el tratamiento 2, las plantas alcanzaron una altura promedio de 13,08 cm con una variación de 0,88 cm respecto al promedio. Estos datos cuantitativos son fundamentales para comprender el rendimiento del cultivo en cada tratamiento.

Tabla 11

Altura del cultivo de rabanito a los 30 días (cm)

Repeticiones	Tratamiento testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2
1	12,2	17,1	12,6
2	13,3	16,8	14,2
3	12,8	16,5	13,5
4	11,1	16,2	11,9
5	11,5	15,8	13,8
6	10,7	15,2	12,5
Promedio	11,93	16,27	13,08
Desviación	1,01	0,69	0,88

Para la comparación de las diferencias significativas de los tratamientos respecto aprovechamiento de los residuos orgánicos de las familias del distrito de Villa Kintiarina se requirió obtener el valor del F crítico, el cual se extrajo de la tabla de valores críticos de la distribución F (0,05) que requiere datos de los grados de libertad del numerador y del denominador, según lo anterior mencionado se tiene un F crítico de 3,682.

En la tabla 12, debido a que el valor de F es mayor que el valor crítico de F, se puede concluir que existen disparidades significativas entre los tratamientos en lo que respeta a la altura de las plantas de rabanito. En otras palabras, los compost utilizados han tenido efectos diferenciados en la determinación de la altura de las plantas. Martínez (2007) nos ofrece una forma de interpretar los valores que puede asumir el coeficiente de variación:

$CV \leq 30 \%$ los datos de la muestra son relativamente homogéneos. Por lo tanto, la media es representativa.

$30 \% < CV \leq 70 \%$ los datos de la muestra son heterogéneos. Por lo tanto, la media no es representativa.

$CV > 70 \%$ los datos de la muestra son muy variables o heterogéneos. Por lo tanto, la media no es representativa.

El coeficiente de variación resultó 6,33 %, es menor a 30 %, podemos decir que el promedio es representativo con respecto al conjunto de datos, por lo tanto, la muestra es homogénea.

Tabla 12

Análisis de varianza para la altura del cultivo de rabanito (30 días)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	Valor F crítico
Factor	2	60,47	30,2339	39,80	0,000	3,682
Error	15	11,40	0,7597			
Total	17	71,86				
Coeficiente de variación (%)			6,33			

En la tabla 13, referente al peso promedio de los frutos en el cultivo de rabanitos y su desviación estándar, se nota que, en el grupo de control, los frutos alcanzaron un peso promedio de 32,06 g, con una variación de 2,64 kg respecto al promedio. Por otro lado, en

el tratamiento 1, los frutos presentaron un peso promedio de 54,71 g, con una variación de 1,669 g respecto al promedio, y en el tratamiento 2, los frutos tuvieron un peso promedio de 47,10 g, con una variación de 2,372 g respecto al promedio. Esta información detalla las diferencias en el peso promedio de los frutos del cultivo de rabanito, así como la variabilidad de este peso en los diferentes tratamientos. Estos datos cuantitativos son fundamentales para comprender el rendimiento del cultivo en cada tratamiento.

Tabla 13

Peso del fruto del cultivo de rabanito a los 34 días (g)

Repeticiones	Tratamiento testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2
1	35,34	55,19	45,11
2	29,55	53,43	49,34
3	31,41	52,71	47,26
4	33,21	55,35	45,72
5	34,18	57,42	50,48
6	28,66	54,15	44,69
Promedio	32,06	54,71	47,10
Desviación	2,640	1,669	2,372

Según los resultados de la tabla 14, dado que el valor de F es mayor que el valor crítico de F, se concluye que existen diferencias significativas entre los tratamientos respecto al peso de frutos del rabanito. Es decir, los compost han accionado de forma diferenciada en cuanto a la determinación del peso. El coeficiente de variación resultó en 5,07 %, lo que es inferior al 30 %. Por lo tanto, se puede afirmar que el promedio es representativo en relación al conjunto de datos, lo que indica que la muestra es homogénea.

Tabla 14

Análisis de varianza para el peso del fruto (g) del cultivo de rabanito (34 días)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	Valor F crítico
Factor	2	1594,32	797,161	155,42	0,000	3,682
Error	15	76,93	5,129			
Total	17	1671,26				
Coeficiente de variación (%)			5,07			

Según los datos presentados en la tabla 15, en relación a la altura promedio de las plantas

de lechuga y la separación estándar, se observa que en el tratamiento testigo las plantas alcanzaron una altura promedio de 18,18 cm con una variación de 1,01 cm respecto al promedio. Por otro lado, en el tratamiento 1, las plantas alcanzaron una altura promedio de 24,75 cm con una variación de 1,72 cm respecto al promedio, y en el tratamiento 2, las plantas alcanzaron una altura promedio de 22,83 cm. con una variación de 1,22 cm respecto al promedio. Estos datos cuantitativos son fundamentales para comprender el desarrollo de las plantas de lechuga en cada tratamiento.

Tabla 15

Altura (cm) del cultivo de lechuga a los 30 días

Repeticiones	Tratamiento testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2
1	19,0	26,2	20,7
2	19,6	25,5	22,8
3	17,2	24,7	23,7
4	18,3	26,0	24,0
5	18,0	21,5	23,5
6	17,0	24,6	22,3
Promedio	18,18	24,75	22,83
Desviación	1,01	1,72	1,22

De acuerdo a los resultados de la tabla 16, el valor de F es mayor que F crítico, se concluye que existen diferencias significativas entre los tratamientos respecto a la altura de la lechuga. Es decir, los compost aplicados hicieron efecto de manera diferenciada respecto a la altura del cultivo. Por otra parte, el coeficiente de variación resultó en 6,15 %, lo que es inferior al 30 %. Por lo tanto, se puede afirmar que el promedio es representativo en relación al conjunto de datos, lo que indica que la muestra es homogénea.

Tabla 16

Análisis de varianza para la altura del cultivo de lechuga (30 días)

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	Valor F crítico
Factor	2	136,83	68,417	37,60	0,000	3,682
Error	15	27,30	1,820			
Total	17	164,13				
Coeficiente de variación (%)			6,15			

Según los datos presentados en la tabla 17, en relación al número promedio de hojas por planta de lechuga y la desviación estándar, se observa que en el tratamiento testigo las plantas alcanzaron un promedio de 19 hojas con una variación de 2 hojas respecto al promedio. Por otro lado, en el tratamiento 1, las plantas alcanzaron un promedio de 29 hojas con una variación de 1 hoja respecto al promedio, y en el tratamiento 2, las plantas alcanzaron un promedio de 28 hojas con una variación de 1 hoja respecto al promedio. Estos datos cuantitativos son fundamentales para comprender el desarrollo de las plantas de lechuga en cada tratamiento.

Tabla 17

Número de hojas del cultivo de lechuga (50 días)

Repeticiones	Tratamiento testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2
1	20	28	27
2	17	31	29
3	19	30	27
4	18	28	28
5	22	29	27
6	18	28	28
Promedio	19	29	28
Desviación	1,79	1,26	0,82

Según los resultados de la tabla 18, el valor de F es mayor que F crítico, por ello se afirma que existen diferencias significativas entre los tratamientos respecto al número de hojas del cultivo de la lechuga, esto quiere decir que los compost aplicados hicieron efecto diferenciado respecto al número de hojas. Con respecto al coeficiente de variación, el cual resultó 5,35 %, valor inferior al 30 %. Por lo tanto, se puede afirmar que el promedio es representativo en relación al conjunto de datos, lo que indica que la muestra es homogénea.

Tabla 18

Análisis de varianza para el número de hojas del cultivo de lechuga (50 días)

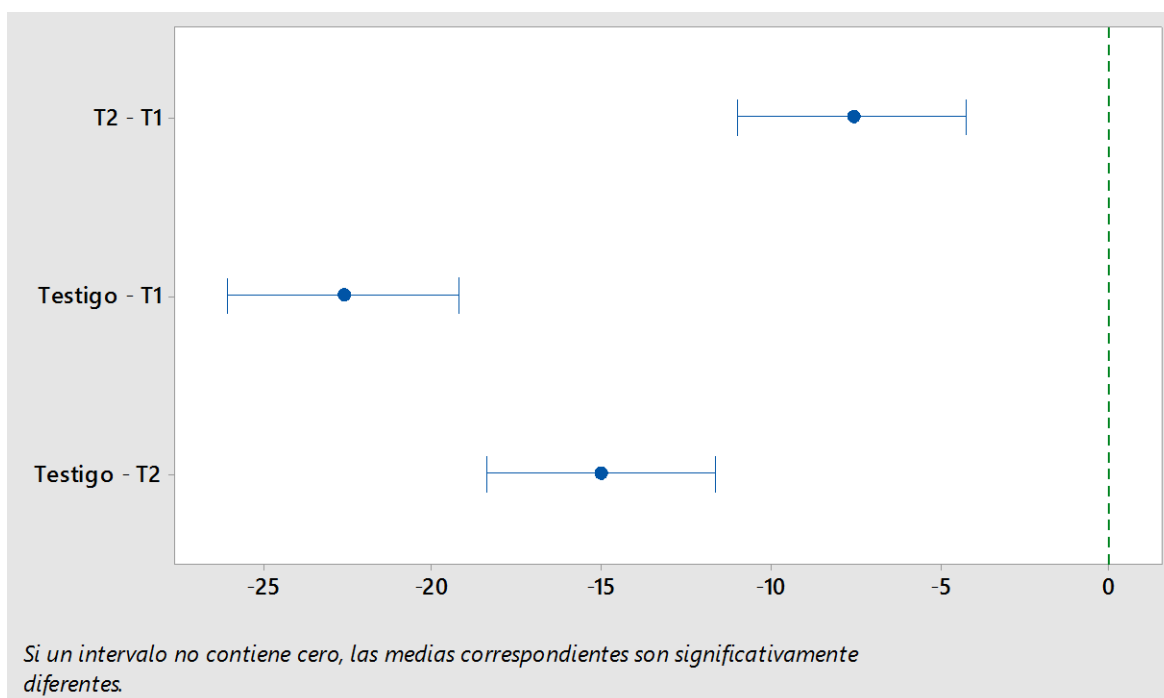
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p	Valor F crítico
Factor	2	353,78	176,889	97,07	0,000	3,682
Error	15	27,33	1,822			
Total	17	381,11				
Coeficiente de variación (%)			5,35			

4.6. COMPARACIÓN DE LOS TRATAMIENTOS EN EL CULTIVO DE HORTALIZAS

De la figura 28 se puede deducir que, en la comparación al 95 % de confianza, entre dos tratamientos, las medias del peso del fruto (g) del cultivo de rabanito son significativamente diferentes ya que ninguna comparación contiene al “cero”.

Figura 28

Diferencias de las medias para el peso del fruto del rabanito (kg) en los tratamientos



En la figura 29 se aprecia que el tratamiento 1 (T1) es el “mejor”, por tener el mayor peso, lo cual significa que el compost obtenido con microorganismos eficientes nativos es el que más aportó en el peso del fruto del rabanito.

De la figura 30 se puede afirmar que, en la comparación al 95 % de confianza, entre dos tratamientos, las medias del número de hojas del cultivo de lechuga entre el testigo y los tratamientos 1 y 2 son significativamente diferentes ya que ninguna comparación contiene al “cero”. Por otra parte, entre el tratamiento 1 y 2 estadísticamente no son significativamente diferentes puesto que el intervalo contiene al “cero”.

Figura 29

Intervalos de peso (kg) del fruto del rabanito en los tratamientos

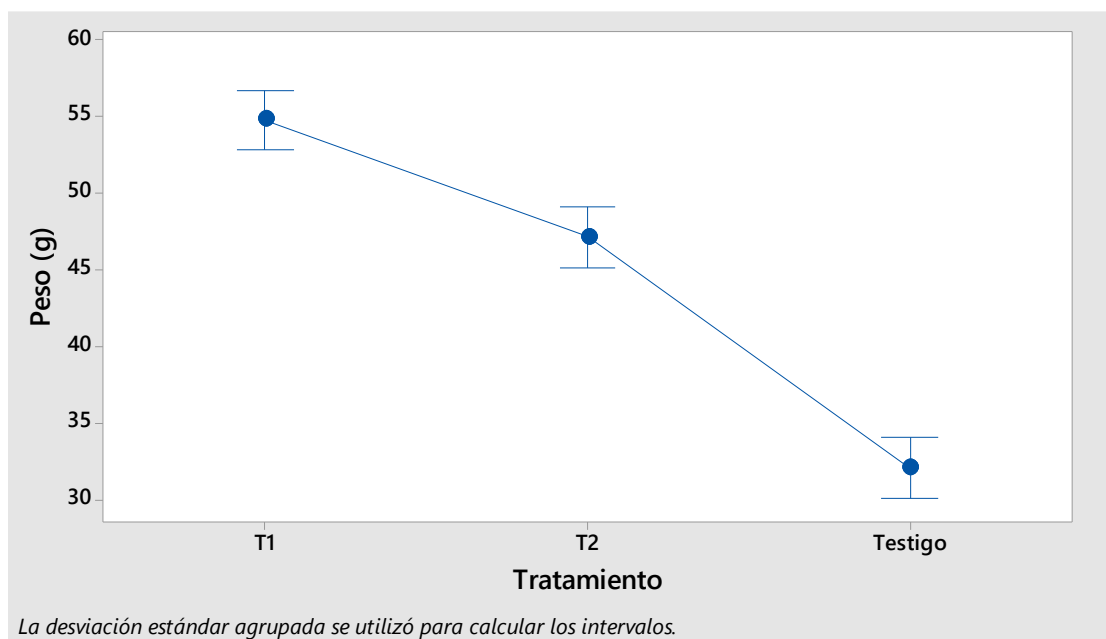
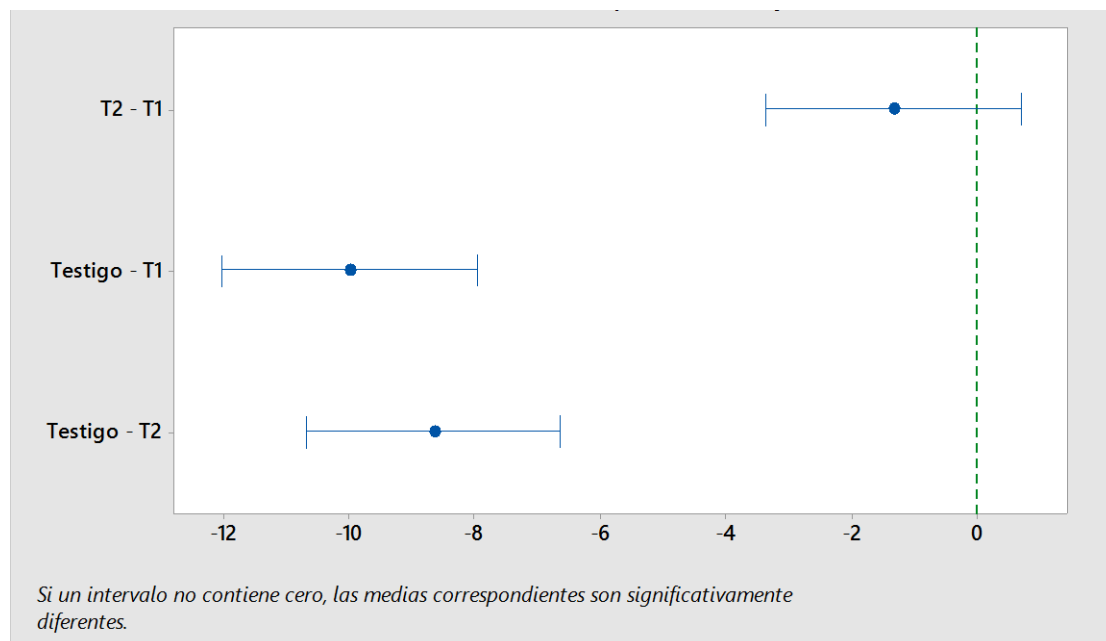


Figura 30

Diferencias de las medias para el número de hojas de la lechuga en los tratamientos

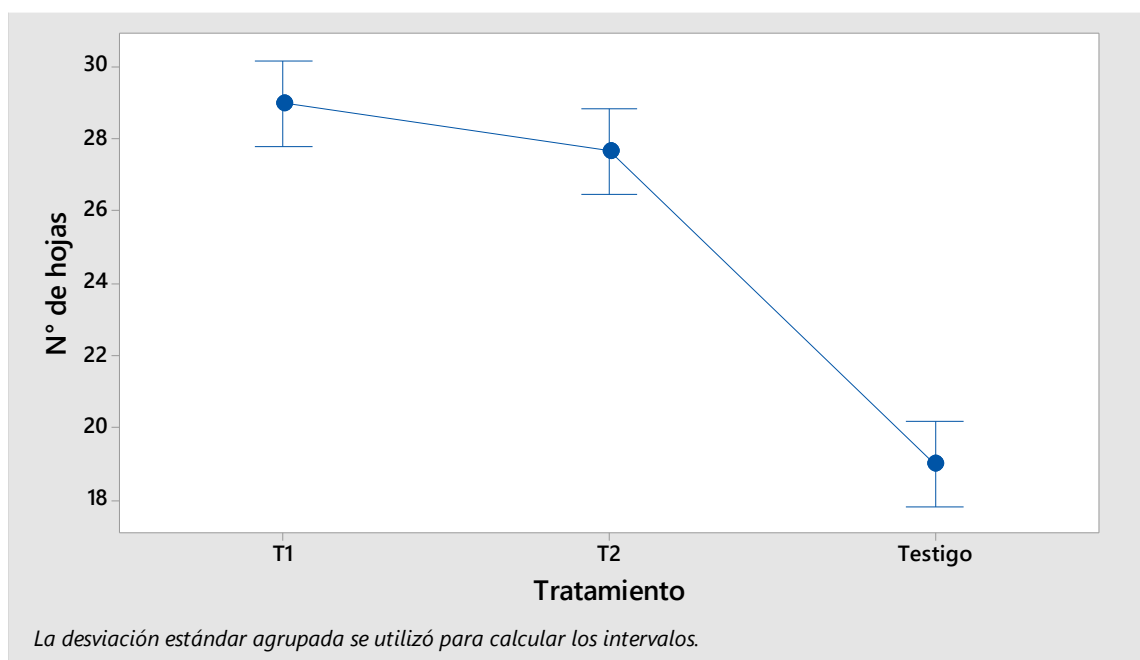


En la figura 31 se refleja que el tratamiento 1 (T1) es el “mejor”, por tener el mayor número

de hojas del cultivo de la lechuga, lo cual significa que el compost obtenido con microorganismos eficientes nativos es el que más aportó en el número de hojas de la lechuga. Sin embargo, estadísticamente tanto el tratamiento 1 (compost obtenido con microorganismos eficientes nativos) y tratamiento 2 (compost obtenido con microorganismos eficientes comercial) son los que obtuvieron mejores resultados.

Figura 31

Intervalos de número de hojas de la lechuga en los tratamientos



4.7. IMPLEMENTACIÓN DE BIOHUERTOS FAMILIARES

Considerando que el tratamiento 1 (compost obtenido con microorganismos eficientes nativos) resultó ser el más adecuado considerando adicionalmente la ventaja que la población podría capturarlos en campo y así reducir costos. En base a lo anterior, se procedió a realizar la implementación de biohuertos en 50 familias del distrito de Villa Kintiarina con diversos cultivos. Igualmente cabe mencionar que el tratamiento 2 (compost obtenido con microorganismos eficientes comerciales) tuvo buenos resultados tanto en el rendimiento de compost y tiempo de obtención, por lo que se considera una segunda alternativa.

En las visitas a las familias del distrito de Villa Kintiarina se desarrolló capacitaciones del

manejo de biohuertos y el procedimiento de captura de microorganismos nativos (anexo 5) y su preparación para su aplicación en el proceso de compostaje. En el anexo anexo 6 se encuentra el registro de las familias donde se implementaron los biohuertos.

Figura 32

Biohuerto en la comunidad de Lima Tambo



Figura 33

Biohuerto en la comunidad de Villa Kintiarina



CONCLUSIONES

- a. La implementación de biohuertos familiares a partir del aprovechamiento de residuos orgánicos en el distrito de Villa Kintiarina mediante el proceso de compostaje empleando microorganismos eficientes ha demostrado ser una estrategia sostenible y efectiva para promover la seguridad alimentaria. El compostaje de residuos orgánicos domiciliarios no solo ha reducido significativamente la cantidad de desechos que van a los vertederos, sino que también ha proporcionado un abono, mejorando la fertilidad del suelo y contribuyendo a la producción de alimentos saludables a nivel familiar.
- b. La generación per cápita (GPC) de residuos sólidos orgánicos producidos por las familias del distrito de Villa Kintiarina resultó 0,38 kg/hab/día; esta información es importante para poder implementar estrategias de gestión de residuos sólidos adecuadas y sostenibles en el distrito.
- c. Los parámetros controlados en el proceso de compostaje fueron el pH, humedad y temperatura. En los tratamientos respecto a la fase mesofílica, la temperatura llegó a valores cercanos a 40 °C, luego en la fase termofílica estuvo en un rango de 43 °C a 58,8 °C; en la fase mesofílica II o enfriamiento se dio el descenso de la temperatura hasta un 40,7 °C; la maduración se desarrolló hasta llegar a temperatura ambiente lo que significó que el compost está listo. En el caso del pH se obtuvo en general rango de 5 a 8,7; resaltamos que en la última fase (maduración) se tuvo pH en el rango de 7 a 8,2.
- d. En relación a determinar la eficiencia del compostaje aplicado al cultivo de hortalizas empleando microorganismos eficientes comerciales, microorganismos nativos y el testigo en el distrito de Villa Kintiarina, se concluye que el menor tiempo de obtención de compost lo mostró el tratamiento con microorganismos eficientes comerciales (29 días), seguido el tratamiento con aplicación de microorganismos eficientes nativos (31 días) y finalmente con el mayor tiempo obtenido fue el tratamiento “testigo” (39 días). Respecto al rendimiento se tuvo un 40,55 % para el tratamiento con microorganismos eficientes comerciales, un 39,74 % del compost con aplicación de microorganismos eficientes nativos y el tratamiento “testigo” en promedio arrojó un 31,28 %. Por otra parte, las características biométricas de los cultivos de rabanito y lechuga presentaron mejores resultados con la aplicación del compost obtenido con microorganismos eficientes nativos. En promedio los frutos del rabanito alcanzaron un peso de 54,71 g en el tratamiento 1, en el tratamiento 2 se obtuvo 47,10 g frente al testigo que registró 32,06 g. En base a los resultados obtenidos y el análisis estadístico se afirma que existen

diferencias significativas entre los tratamientos y considerando que las mejores características biométricas se obtuvieron con el tratamiento 1, es decir con la aplicación del compost obtenido mediante microorganismos eficientes nativos. En el caso del cultivo de la lechuga se tuvo 29 hojas en promedio en el tratamiento 1, 28 hojas en el tratamiento 2 y en el testigo se obtuvo 19 hojas en promedio. En base a los resultados obtenidos y el análisis estadístico se afirma que existen diferencias significativas entre los tratamientos 1, 2 con respecto al testigo, sin embargo, el efecto del tratamiento 1 y 2 en el cultivo de la lechuga estadísticamente no tienen diferencias significativas, pero en el este punto podríamos mencionar que la ventaja de emplear microorganismos eficientes nativos reduce el costo del proceso.

- e. Finalmente, la implementación de biohuertos familiares en el distrito de Villa Kintiarina, se desarrolló en 50 familias y mencionamos que esta estrategia puede contribuir a la seguridad alimentaria, la sostenibilidad ambiental y la reducción de residuos orgánicos, promoviendo la producción de alimentos saludables y sostenibles en el hogar. Además, la implementación de biohuertos familiares puede fomentar la educación ambiental y la participación comunitaria en la gestión de residuos sólidos y la producción de alimentos.

RECOMENDACIONES

- La Municipalidad Distrital de Villa Kintiarina promueva la implementación de biohuertos familiares, el cual contribuye a la seguridad alimentaria y a la reducción de residuos orgánicos.
- Se sugiere investigar sobre otras alternativas de aprovechamiento de residuos orgánicos domiciliarios.
- Realizar entrenamientos y concienciación sobre el uso beneficioso de los residuos orgánicos, la separación en la fuente, y difundir el método para la captura de microorganismos eficientes autóctonos, dado que tienen diversas aplicaciones para abordar cuestiones medioambientales, que incluyen el tratamiento de aguas residuales, la utilización en baños secos, el manejo de residuos sólidos orgánicos y su aplicación en vertederos de residuos sólidos urbanos.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguayo, C. (2015). *Determinación de la acumulación de los metales pesados plomo, cadmio y cromo en la planta Pistia stratiotes conocida como lechuga de agua [Tesis de grado, Universidad Icesi]*. Repositorio Institucional. Obtenido de https://repository.icesi.edu.co/biblioteca_digital/bitstream/10906/78790/1/TG01084.pdf
- Aguilar, L. G. (2021). *Efecto de microorganismos eficientes comerciales y microorganismos nativos provenientes de la chicha de jora en el proceso de compostaje [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.unsch.edu.pe/xmlui/handle/UNSCH/4494>
- Aguilar, M. A. (2020). *Aprovechamiento de los desechos orgánicos en la elaboración de compost mediante la implementación de un sistema mecánico amigable con el ambiente [Tesis de grado, Universidad Agraria del Ecuador]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/AGUILAR%20CAMBA%20MIGUEL%20ANGEL.pdf>
- Alcarraz, T. (2011). *Análisis Químico Instrumental*. Ayacucho: Universidad Nacional San Cristobal de Huamanga.
- Alvarez, J. M. (2013). *Manual de compostaje para agricultura Ecológica*. Consejería de agricultura y pesca. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/311789650_Manual_de_compostaje_para_Agricultura_Ecologica
- Alvarez, R., & Kuri-Morales, P. A. (2018). *Salud Pública y medicina preventiva* (Quinta ed.). Manual moderno.
- ANA. (2016). *Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos*. Ministerio de Agricultura y Riego. Obtenido de Estrategia Nacional para el Mejoramiento de la Calidad de los Recursos Hídricos: <https://repositorio.ana.gob.pe/bitstream/handle/20.500.12543/210/ANA0000026.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Angulo, J. C., & Lizonde, P. (2020). *Revisión bibliográfica del uso de los microorganismos eficientes en la obtención de compost orgánico [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]*. Repositorio Institucional. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/53159/Angulo_RJC-Lizonde_CPS-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ansorena, J., Batalla, E., & Merino, D. (2015). *Evaluación de la calidad y usos del compost como componente de sustratos, enmiendas y abonos orgánicos*. Diputación Foral de Gipuzkoa. Obtenido de <https://www.bibliotecahorticultura.com/publicaciones/uncategorized/evaluacion-de-la-calidad-y-usos-del-compost-como-componente-de-sustratos-enmiendas-y-abonos-organicos/>

- Aquino, P. (2017). *Calidad del agua en el Perú. Retos y aportes para una gestión en aguas residuales (Derecho, Ambiente y Recursos Naturales)* (Primera ed.). (A. y. Derecho, Ed.) Lima: Sonimágenes del Perú SCRL. Obtenido de <https://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2806>
- Arellano, J., & Guzman, J. (2011). *Ingeniería Ambiental* (Primera ed.). México: Alfaomega Grupo Editor S.A. de C.V.
- Arrigoni, J. P. (2016). *Optimización del proceso de compostaje de pequeña escala [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Córdoba]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/4634/Arrigoni%2C%20J.P.%20Optimizaci%C3%B3n%20del%20proceso%20de%20compostaje%20de%20peque%C3%B1a%20escala.pdf?sequence=1>
- Arteaga, G. (19 de Octubre de 2020). *Testsiteforme*. Obtenido de ¿Qué es el análisis de datos? Métodos, técnicas y herramientas: <https://www.testsiteforme.com/tecnica-de-procesamiento-y-analisis-de-datos/>
- Autoridad Nacional del Agua [ANA]. (2016). *Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*. Lima.
- Aveiga, E. C., Alcívar, R. M., Cañarte, F. H., & Vera, H. E. (2016). Uso de biopreparados en el compostaje de residuos orgánicos urbanos. *Espamciencia*, 7(2), 135-142. Obtenido de http://revistasespam.espam.edu.ec/index.php/Revista_ESPAMCIENCIA/article/view/122
- Baird, R. B., Eaton, A. D., & Rice, E. W. (2017). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (23 ed.). Washington D.C.: American Water Works Association.
- Beita-Sandí, W., & Barahona-Palomo, M. (2011). Físico-química de las aguas superficiales de la Cuenca del río Rincón, Península de Osa, Costa Rica. *UNED Research Journal*, 2(2), 157-179. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=515651982004>
- Bush, L. M. (2020). *Introducción a las bacterias gram negativas*. Florida Atlantic University. Obtenido de <https://www.msmanuals.com/es-pe/hogar/infecciones/infecciones-bacterianas-bacterias-gramnegativas/introducci%C3%B3n-a-las-bacterias-gram-negativas>
- Cabildo, M., Cornago, M., Escolástico, C., Esteban, S., Concepción, L., & Sanz, D. (2013). *Bases químicas del medio ambiente*. Madrid: UNED.
- Calsín, K. (2016). *Calidad física, química y bacteriológica de aguas subterráneas de consumo humano en el sector de Taparachi III de la ciudad de Juliaca, Puno - 2016*. Puno - Perú: Universidad Nacional del Altiplano.
- Campillo, N. (2011). *Universidad de Murcia*. Obtenido de Introducción al análisis volumétrico: <https://www.um.es/documents/4874468/11830096/tema-4.pdf/0ef11661-8d05-43e3-8edb-10b8bc21351b>
- Campos, C., Cárdenas, M., & Guerrero, A. (2008). Comportamiento de los indicadores de contaminación fecal en diferente tipo de aguas de la sabana de Bogotá (Colombia).

- Universitas Scientiarum*, 13(2), 103-108. Obtenido de
file:///C:/Users/Usuario/AppData/Local/Temp/adminpujojs,+Vol+13+(2)+p+103-108.pdf
- Cañas, J. S. (2010). *Determinación y evaluación de índices de contaminación (Icos) en cuerpos de agua*. Bogotá: Makro Construcciones LTDA.
- Carrasco, J. A. (2018). *Aprovechamiento de los residuos orgánicos domiciliarios en el cultivo de hortalizas en un biohuerto ubicado en el sector Mirador de Rumiyacu. Moyobamba, 2018 [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Martín]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/3654>
- Chavarro, A. G., & Gelvez, E. J. (2016). Caracterización de la calidad de las aguas de la quebrada Fucha utilizando los índices de contaminación ICO con respecto a la precipitación y usos del suelo. *Mutis*, 6(2), 19-31. Obtenido de <https://doi.org/10.21789/22561498.1148>
- Chavéz, J. (2013). *El análisis del pH, su importancia, interpretación en la calidad del agua*. SLA Asociado. Obtenido de <https://abccam.com.br/wp-content/uploads/2016/12/II-CURSO-DE-AGUAS-3-NATAL-2013-1.pdf>
- COFO. (2011). *Cofourense.com*. Obtenido de Interpretación de resultado de análisis de aguas de consumo humano :
https://www.cofourense.com/antigua/index.php?option=com_content&view=article&id=104%20:interpretacion-de-resultado-de-analisis-de-aguas-de
- Coluccio, E. (15 de Julio de 2021). *Temperatura*. Obtenido de Concepto.de:
<https://concepto.de/temperatura/>
- Condezo-Hoyos, L., Abderrahim, M., & Arribas, S. M. (2015). *Análisis colorimétrico de alta eficiencia y de bajo coste mediante visión por computador*. Bilbao: Comité Español de Automática de la IFAC. Obtenido de
<https://www.ehu.eus/documents/3444171/4484752/125.pdf>
- Contardi, L. T., & Errasti, A. (2012). *Evolución de la temperatura en pilas de compostaje de residuos agroforestales*. VII Congreso de Medio Ambiente/AUGM. Obtenido de
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/26668/Documento_completo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cordova, L. (2016). *Propuesta de mejora del proceso de compostaje de los residuos orgánicos, generados en la actividad minera, empleando microorganismos eficientes [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Agustín]*. Repositorio Institucional. Obtenido de
<https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d70acba5-e6e7-4482-8587-3cd4bf2b8608/content>
- Cotrina, V. R. (2019). *Efecto de abonos orgánicos en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo agrícola en Purupampa Panao – 2017 [Tesis de doctorado, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]*. Repositorio Institucional. Obtenido de
<https://repositorio.unheval.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13080/5399/TDr.MADS00026C85.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Cumaca, C., & Fernández, R. (2007). Los macroinvertebrados como Indicadores de calidad de las aguas. *Atención primaria*, 23(3), 480–488.
- Departamento de Asuntos Sociales y Económicos de la Naciones Unidas [ONU-DAES]. (22 de Octubre de 2014). *UN WATER*. Obtenido de Decenio Internacional para la Acción "El agua fuente de Vida": <https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
- DIACONÍA. (2017). *Guía práctica del biohuerto* (Segunda ed.). Asociación Evangélica Luterana de ayuda para el desarrollo comunal. doi:978-612-4624728
- Díaz, I., Quintero, H., Lozano, Y., Fonseca, L., & Valdes, D. (2017). Ríos Tejo y Chiquito: Evaluación de los ICO's dentro la estructura urbana de Ocaña, Norte De Santander. *INGENIO UFPSO*, 13, 213-221. doi:<https://doi.org/10.22463/2011642X.2150>
- Dirección General de Salud [DIGESA]. (2017). *Parámetros organolépticos y físicoquímico*. GESTA AGUA. Obtenido de http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO DE USO 1.pdf
- DISA. (2018). *Distribución, Servicios y Asesoría*. Obtenido de <https://disa.com.pe/promociones/>
- Echaiz, C. A. (2018). *Taller de tesis*. Lima: Instituto para la calidad de la educación. Obtenido de <https://www.usmp.edu.pe/iced/instituto/organizacion/contenido-web/de5-taller%20-tesis-I.pdf>
- Elcomercio. (10 de Diciembre de 2017). *Elcomercio.pe*. Obtenido de Ayacucho: inauguran relleno sanitario en Huamanga: <https://elcomercio.pe/peru/ayacucho/ayacucho-inauguran-relleno-sanitario-huamanga-noticia-480277-noticia/?ref=ecr>
- Escalona, M. Á. (2013). *Microorganismos efectivos: su extracción y uso*. Universidad Veracruzana.
- Etecé. (5 de Agosto de 2021). *Concepto.de*. (E. Equipo editorial, Editor) Obtenido de Investigación no experimental: <https://concepto.de/investigacion-no-experimental/>
- Fernández-Santisteban, M. T. (2017). Determinación de coliformes totales y fecales en aguas de uso tecnológico para las centrífugas. *ICIDCA*, 51(2), 70-73. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223154251011>
- Figueruelo, J., & Marino, M. (2004). *Química física del ambiente y de los procesos medioambientales*. España: REVERTE.
- Fundación Nacional de Salud [FUNASA]. (2013). *Manual práctico de análisis de agua* (Cuarta ed.). (C. d. Social, Ed.) Brasília: FUNASA. Obtenido de https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_practico_analisis_agua_4_ed.pdf
- García, C., & Pérez, D. (2023). Promoviendo estilos de vida sostenibles a través de biohuertos escolares. *Educación ambiental*, 15(3), 301-315.
- Gianoli, A., Hung, A., & Shiva, C. (Julio de 2019). Relación entre coliformes totales y termotolerantes con factores físicoquímicos del agua en seis playas de la bahía de

- Sechura-Piura 2016-2017. *Salud y Tecnología*, 6(2), 62-71.
doi:<https://doi.org/10.20453/stv.v6i2.3460>
- Gil, M. (2006). *Depuración de aguas residuales: modelización de procesos de lodos activos* (Primera ed.). España: Grafica/85 S.A.
- Giraldo, G. I. (1995). *Manual de análisis de aguas*. Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/50540/1/manualdeanalisisdeaguas.pdf>
- GLOBE. (2012). *Protocolo de conductividad eléctrica*. Obtenido de [http://www.globeargentina.org/guia_del_maestro_web/hidrologia/protconductivadelectrica.pdf](http://www.globeargentina.org/guia_del_maestro_web/hidrologia/protconductividadelectrica.pdf)
- Gómez, C. D., & López Moral, D. L. (2014). *Aprovechamiento de los residuos orgánicos putrescibles para la implementación de huertas comunitarias multifuncionales en altos de la estancia ubicado en la localidad de ciudad Bolívar- Bogotá [Trabajo de grado, Universidad Santo Tomás]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/375/2014carolgomez.pdf?sequence=5>
- Gómez, S., & Velosa, A. (9 de Noviembre de 2009). Cálculo de cargas e índices de contaminación en la cuenca principal del río Pamplonita. *Informe*. Bucaramanga, Colombia.
- González, G. R. (2012). *Microbiología del Agua. Conceptos y aplicaciones* (Primera ed.). Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- González, R. L., Núñez, D. B., Hernández, L., & Castro, A. (2015). Evaluation of the Effect of Efficient Microorganisms and Trichoderma Harzianum Application on the Production of Onion Plantlets (*Allium Cepa* L.). (E. d. L.), Ed.) *Evaluación del efecto de microorganismos eficientes y la aplicación de Trichoderma harzianum en la producción de plántulas de cebolla (Allium cepa L.)*. Centro Agrícola, 42(2), 25–32. Obtenido de <https://doaj.org/article/2616bd845c4d4af3a6a4faef9a69a28a>
- Gracia, J. J. (2012). *Efectos de los compost sobre las propiedades del suelo: evaluación comparativa de compost con separación en origen y sin separación en origen [Tesis de maestría, Universidad politécnica de Caratagena]*. Industriales etsii UPCT. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/60425637.pdf>
- Grandez, P. (9 de Enero de 2019). *Retos y oportunidades del compostaje en el Perú* . Obtenido de <https://www.actualidadambiental.pe/opinion-retos-y-oportunidades-del-compostaje-en-el-peru/>
- Grupo de Estudio Técnico Ambiental [GESTA AGUA]. (2017). *Parámetros Organolépticos y Físicoquímicos*. Lima: Dirección General de Salud .
- Hang, S., Castán, E., Negro, G., Daghero, A., E., B., Ringuelet, A., . . . Mazzarino, M. (2015). Compostaje de estiércol de feedlot con aserrín/viruta: características del proceso y del

- producto final. *Agriscientia*, 32(1), 55-65. Obtenido de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1668-298X2015000100005&script=sci_arttext
- Holzner, K. (2012). *Informe Técnico N° 018-2012-ANA-DGCRH/KH. Propuesta de modificación de los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua*. ANA.
- Huertas, J. A. (10 de Agosto de 2015). Propuesta para establecer un sistema de vigilancia de contaminantes ambientales en Colombia. *Biomédica. Revista del Instituto Nacional de Salud*, 35. doi:<https://doi.org/10.7705/biomedica.v35i0.2449>
- Huiman, A. (23 de Junio de 2023). *Situación actual de los residuos sólidos*. Obtenido de Elperuano.pe: <https://www.elperuano.pe/noticia/216136-situacion-actual-de-los-residuos-solidos>
- Ideas-para. (2018). *Ideaspara.club*. Obtenido de Ideas sencillas y originales para reciclar botellas de plástico y ayudar al medio ambiente: <https://ideaspara.club/reciclar/botellas-plastico/>
- IDESCP. (2016). *Proyecto: Creación del servicio de limpieza pública en todo el ámbito del distrito de Villa Kintiarina-La Convención-Cusco*. Municipalidad Distrital de Villa Kintiarina.
- INDECOPI. (2015). *Norma Técnica Peruano - NTP 900.058*. Lima.
- INEI [Instituto Nacional de Estadística e Informática]. (20 de Julio de 2017). *Población total proyectada y ubicación geográfica a nivel distrital*. Obtenido de Inei.gob.pe: https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1420/cuadros/cusco/cusco_8_3.xls
- INEI. (2017). *Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas*. Obtenido de <http://sige.inei.gob.pe/test/atlas/>
- Infoagro. (10 de Diciembre de 2013). *Conductividad y dureza del agua*. Obtenido de Infoagro.com: https://www.infoagro.com/instrumentos_medida/doc_conductividad_electrica.asp?k=53
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2018). *Estadísticas Ambientales*. Lima: INEI. Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/estadisticas-ambientales.pdf>
- Internacional Organization for Standardization [ISO]. (2012). *Water Quality Sampling. Part 3: Preservation and handling of water samples*. Ginebra, Suiza: International Standard ISO 5667-3 .
- Julián-Soto, F. (Junio de 2010). La dureza del agua como indicador básico de la presencia de incrustaciones en instalaciones domésticas sanitarias. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 11(2), 167-177. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-77432010000200004
- Khan Academy. (8 de Julio de 2015). *khanacademy.org*. Obtenido de Introducción a las propiedades del agua: <https://es.khanacademy.org/science/ap-biology/chemistry-of-life/structure-of-water-and-hydrogen-bonding/a/hydrogen-bonding-in-water>

- Khan Academy. (2015). *Khanacademy.org*. Obtenido de Introducción al análisis gravimétrico: <https://es.khanacademy.org/science/ap-chemistry/stoichiometry-and-molecular-composition-ap/limiting-reagent-stoichiometry-ap/a/gravimetric-analysis>
- Kowalkowski, T., Zbytniewski, R., Szpejna, J., & Buszewski, B. (2006). Application of chemometrics in river water classification. *Water Research*, 40(4), 744–752.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.watres.2005.11.042>
- La Vanguardia. (24 de Febrero de 2021). *Medio Ambiente: La historia de la humanidad contada a través de la basura*. Obtenido de <https://www.lavanguardia.com/historiayvida/20210220/6255806/historia-humanidad-contada-traves-basura.html>
- Laura, E. (2009). *Control de calidad de los alimentos*. Puno: U. N. Altiplano.
- Letterman, R. D. (2002). *Calidad y tratamineto del agua. Manual de suministros de agua comunitaria* (Quinta ed.). España: Mc Graw-Hill.
- Ley 27314. (2000). *Por la cual se promulgada la Ley General de Residuos Sólidos. 20 de julio del 2000*. Diario oficial El Peruano.
- Loayza, R. C., & Gallegos, R. O. (2020). Efecto del uso de tres tipos de aceleradores biológicos en el compostaje de residuos orgánicos de mercados, parques y jardines de Arequipa. *Ñawparisun*, 3(1), 23-36. Obtenido de <https://unaj.edu.pe/revista/index.php/vpin/article/view/124>
- López, C. S. (2012). *Protocolos de prácticas de Microbiología Ambiental*. Tingo María. Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva.
- López, L. A., & Cruz, F. A. (2019). *Calidad físico-química y bacteriológica de aguas superficiales, pozos artesianos y pozos rústicos del centro poblado de Zungarococha (Iquitos-Perú) [Tesis de grado, Universidad Nacional De La Amazonía Peruana]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/6758>
- Mackenzie, D., & Cornwell, D. (2012). *Introduction to Environmental Engineering* (Fifth ed.). McGraw-Hill Education.
- Maldonado, J. D. (2020). *Comparación de la calidad del compost resultante del proceso realizado por microorganismos eficientes comerciales y naturales en el distrito de Jepelacio, región San Martín [Tesis de grado; Universidad Católica Sedes Sapientiae]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/1026>
- Manacorda, A. M., Álvarez, A. S., Pezzullo, S. P., & Cuadros, D. P. (2014). *Manual práctico de microbiología - Tomo II: Microbiología Ambiental II* (Tercera ed.). Buenos Aires: Universidad Nacional del Comahue. Obtenido de <https://dokumen.tips/documents/manual-de-microbiologia-ambiental-ii-tomo-ii.html>
- Marín, R. (2010). *Características físicas, químicas y biológicas de las aguas*. Cordova: Empresa Municipal de Aguas de Córdoba S.A. (EMACSA).

- Masabni, J. G. (2017). *Compostaje*. Texas A&M AgriLife Extension Service. Obtenido de https://aggie-horticulture.tamu.edu/wp-content/uploads/2017/09/compostaje_069s.pdf
- Metcalf & Eddy, Inc. (2013). *Wastewater engineering, treatment and reuse recovery* (Quinta ed.). McGraw-Hill.
- Mezo, B. (2017). *Manual de Compostaje*. Amigos de la tierra. Obtenido de https://www.compostaenred.org/documentacion/Manuales/6Manual_Compostaje_AdT.pdf
- Microlab. (22 de Noviembre de 2016). *Análisis de alcalinidad total*. Obtenido de Microlabindustrial.com: <https://www.microlabindustrial.com/parametros/propiedades-agregadas/58/alcalinidad-total>
- Mihelcic, J., & Zimmerman, J. (2011). *Ingeniería Ambiental: fundamentos, sustentabilidad, diseño* (Primera ed.). México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V.
- MINAM. (2016). *Plan Nacional de Gestión Integral de Residuos Sólidos 2014-2016*. Dirección General de Gestión de Residuos Sólido. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/documentos/plan-nacional-gestion-integral-residuos-solidos-2016-2024>
- MINAM. (1 de Mayo de 2018). *En el Perú solo se recicla el 1.9% del total de residuos sólidos reaprovechables*. Obtenido de Sinia.minam.gob.pe: <https://sinia.minam.gob.pe/novedades/peru-solo-se-recicla-19-total-residuos-solidos-reaprovechables>
- MINAM. (2019). *Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales*. Ministerio del Ambiente. Obtenido de https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/523785/Gu%C3%ADa_para_la_caracterizaci%C3%B3n_rsm-29012020__1_.pdf?v=1581976231
- MINAM. (02 de Abril de 2020). *MinamPeru-photos*. Obtenido de Uso correcto del tachó de color marrón: <https://www.facebook.com/MinamPeru/photos/a.10152050802339973/10158267880519973/>
- MINAM. (2021). *Guía para implementar el programa de segregación en la fuente y recolección selectiva de residuos sólidos*. Ministerio del Ambiente. Obtenido de <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1977115/PROYECTO%20DE%20GUIA%20PARA%20IMPLEMENTAR%20EL%20PROGRAMA%20DE%20SEGREGACION%20EN%20LA%20FUENTE%20Y%20RECOLECCION%20SELECTIVA%20DE%20RESIDUOS%20SOLIDOS.pdf.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2011). *Compendio de la Legislación Ambiental Peruana, Marco Normativo General* (Primera ed., Vol. I). Lima, Perú: Ministerio del Ambiente - MINAM. Obtenido de <http://sinia.minam.gob.pe/documentos/compendio-legislacion-ambiental-peruana-vol-i-marco-normativo-general>

- MINSA . (2012). *Reglamento de la calidad de Agua para Consumo Humano*. D. S. N° 031- 2010-SA. Lima: Direccion General de Salud.
- Monge, M. A. (24 de Abril de 2017). *Interpretación de un análisis de agua para riego*. Obtenido de lagua.es: <https://www.iagua.es/blogs/miguel-angel-monge-redondo/interpretacion-analisis-agua-riego>
- Montalvo, J. F., García-Ramil, I. d., Almeida, M., Betanzos, A., & García, N. (Diciembre de 2014). Modelación de la eutroficación e índice de calidad del agua en algunas bahías del archipiélago Sabana Camagüey. *Tecnología Química*, 34(3), 307-323. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-61852014000300009
- Monte, I. (2016). *Agua, pH y equilibrio químico* (Primera ed.). México: Subsecretaría de Educación Media Superior [SEMS]. Obtenido de Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life: Phosphorus: <http://www.sems.gob.mx/work/models/sems/Resource/12235/5/images/agua-ph-ciencias.pdf>
- Montero, V., & Ramírez, Y. (2018). *Análisis de la variabilidad en la calidad del agua, a partir del uso de índices de contaminación (ICOs) como aporte al pomca de la cuenca del río Guayuriba [Tesis de grado, Universidad Santo Tomás]*. Repositorio Institucional, Colombia. Obtenido de <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/13688?show=full>
- Muntané, R. J. (Mayo de 2010). Introducción a la investigación básica. *RAPD ONLINE*, 33(3), 221-227. Obtenido de <https://www.sapd.es/revista/2010/33/3/03/pdf>
- Muñoz, H., Orozco, S., Vera, A., Suárez, J., García, E., Neria, M., & Jiménez, J. (2015). Relación entre oxígeno disuelto, precipitación pluvial y temperatura: río Zahuapan, Tlaxcala, México. *Tecnología y ciencias del agua*, 6(5), 59-74. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222015000500005&lng=es&nrm=iso. ISSN 2007-2422
- Murga, C. J. (2017). *Propuesta de gestión de residuos sólidos para Sacsamarca, Ayacucho [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]*. Repositorio institucional. Obtenido de https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/9124/Murga_Cotrina_Propuesta_gesti%C3%B3n_residuos.pdf?sequence=6
- Naciones Unidas. (2003). *Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo*. Ediciones UNESCO. Obtenido de <https://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf>
- Neira, M. A. (2010). *Dureza en aguas de consumo humano y uso industrial, impactos y medidas de mitigación [Tesis de grado, Universidad de Chile]*. Repositorio Institucional, Santiago de Chile. Obtenido de http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2006/neira_m/sources/neira_m.pdf
- Odum, E. P., & Barrett, G. W. (2006). *Fundamentos de Ecología* (Quinta ed.). Cengage learning.

- OEFA. (2013). *Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental*. Obtenido de La fiscalización ambiental en residuos sólidos: <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/60017>
- Orarpo. (5 de Noviembre de 2020). *El Observatorio con la comunidad*. Obtenido de Descubre qué es un vertimiento y cuales son sus caracterizaciones: <http://www.orarbo.gov.co/es/con-la-comunidad/noticias/descubre-que-es-un-vertimiento-y-cuales-son-sus-caracterizaciones>
- Paredes, J. (1 de Julio de 2011). *Usmp.edu.pe*. Obtenido de Importancia del agua: <https://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html>
- Perona, M. (16 de Febrero de 2016). *FVS: Tendencias en el tratamiento de residuos urbanos en Europa*. Obtenido de <https://www.vidasostenible.org/tendencias-en-el-tratamiento-de-residuos-urbanos-en-europa/>
- Pillco, K. (2020). *Evaluación del proceso de compostaje de residuos orgánicos, aplicando microorganismos eficaces [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano]*. Repositorio Institucional. Obtenido de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RNAP_c2906842278219ed574d9b5051153c52/Details
- Programa de las Naciones Unidas [PNUMA]. (2015). *Agua dulce*. PNUMA. Obtenido de <http://www.zaragoza.es/contenidos/medioambiente/onu//newsletter15/974-spa.pdf>
- Pütz, P. (2008). *Fosfato*. Berlin: HACH LANGE. Obtenido de www.hach-lange.es
- QuestionPro. (2020). *Questionpro*. Obtenido de Diseño de investigación. Elementos y características: <https://www.questionpro.com/blog/es/disenio-de-investigacion/>
- Quispe, Y. (2021). *Actividades antrópicas y calidad del agua en el rio Chumbao [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]*. Repositorio Institucional. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60930/Quispe_QY-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Ramírez, A., Restrepo, R., & Cardeñosa, M. (1999). Índices de Contaminación para Caracterización de Aguas Continentales y Vertimientos. Formulaciones. *Ciencia, Tecnología y Futuro*, 1(5), 89-99. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0122-53831999000100008
- Ramírez, A., Restrepo, R., & Viña-Vizcaíno, G. (1997). Cuatro índices de contaminación para caracterización de aguas continentales. formulaciones y aplicación. *CT&F-Ciencia, Tecnología y Futuro*, 1(3), 135-153. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/262521562_Cuatro_indices_de_contaminacion_para_caracterizacion_de_aguas_continentes_formulaciones_y_aplicacion
- Recavarren, E. (2017). *Índices de contaminación (icos) del agua residual generada en fabricación de vinos y piscos de la bodega Recavarren EIRL en la ciudad de Tingo Maria [Tesis de grado,*

Universidad Nacional Agraria de la Selva]. Repositorio Institucional. Obtenido de <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/2008>

Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. (2016). *Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales de la Autoridad Nacional del Agua*. Lima: ANA.

Restrepo, I. (2015). *Evaluación de la calidad del recurso hídrico del río Cabí a través de la formulación de un índice de contaminación asociado a la actividad minera aurífera [Tesis de posgrado, Universidad de Manizales]*. Repositorio Institucional. Obtenido de https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/bitstream/handle/20.500.12746/2438/Restrepo_Ivan_Rodrigo_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y

RETEMA. (2019). *Análisis de los datos publicados por Eurostat sobre generación de residuos en la Unión Europea*. Obtenido de <https://www.retema.es/noticia/analisis-de-los-datos-publicados-por-eurostat-sobre-generacion-de-residuos-en-la-unio-GgK9j#:~:text=De%20acuerdo%20con%20los%20datos,1%2C6%20%25%20del%20total.>

Rice, E. W., Baird, R. B., Eaton, A. D., & Clesceri, L. S. (2012). *Standard Methods for the examination of Water and Wastewater* (22ND edition ed.). Washington DC.: American Water Works Association.

Rimarachín, L. (2021). *El manejo de residuos sólidos municipales y el impacto ambiental en el distrito de Villa María del Triunfo – Lima [Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/9106/Rimarach%C3%ADn%20Cayatopa%2C%20Lizandro.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rivera, F., Warren, A., Ramirez, E., Decamp, O., Bonilla, P., & Galleos, A. (1995). Removal of pathogens from wastewaters by the root zone metered (RZM). *Water Science and technology*, 32, 211-218.

Rodríguez, D. (17 de Septiembre de 2020). *Lifeder.com*. Obtenido de Investigación básica: características, definición, ejemplos: <https://www.lifeder.com/investigacion-basica/>

Rojas, E. (12 de Noviembre de 2020). *Tesisymasters.cl*. Obtenido de ¿Qué es y para qué sirve un diseño de investigación?: <https://tesisymasters.cl/disenio-de-investigacion/>

Roldán, G., & Ramirez, J. (2008). *Fundamentos de Limnología neotropical* (Segunda ed.). Colombia: Universidad de Antioquia.

Roldán, G., & Ramírez, J. J. (2008). *Fundamentos de Limnología neotropical*. (Segunda ed.). Colombia: Universidad de Antioquia. Obtenido de <http://www.untumbes.edu.pe/vcs/biblioteca/document/varioslibros/0742.%20Fundamentos%20de%20limnolog%C3%ADa%20neotropical.pdf>

Roldán, P., & Ochoa, A. (2022). *Guía de recursos educativos para implementar un biohuerto*. Instituto Federal Suizo de la Ciencia y Tecnología del Agua. Obtenido de <https://www.cooperacionsuiza.pe/wp-content/uploads/2022/07/3.-Guia-Biohuertos.pdf>

- Román, P., Martínez, M. M., & Pantoja, A. (2015). *Manual del compostaje del agricultor. Experiencias en América Latina*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. doi:978-92-5-307844-8
- Romero, J. A. (2009). *Calidad del Agua* (Segunda ed.). Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- SACSA. (19 de Julio de 2016). *Importancia del fósforo por las plantas*. Obtenido de Gruposacsa.com: <https://www.gruposacsa.com.mx/importancia-del-fosforo-por-las-plantas/>
- Salazar, A., Vidal, J., & Vela, M. (2021). *Producción orgánica: Abonos orgánicos*. Instituto de Capacitación del Oriente (ICO). Obtenido de https://ico-bo.org/wp-content/uploads/2022/02/Abonos-organicos_ICO.pdf
- Santos, D. (2017). *Yachakushun huertantsikchaw: aprendamos en nuestro biohuerto*. Proyecto Tierra Sana y Soberana. Obtenido de <https://www.eclosio.org/wp-content/uploads/2019/01/Guia-METODOLOGICA-Biohuertos-VF.compressed-min.pdf>
- Secretaria del Medio Ambiente. (2014). *El recurso hídrico en Antioquia*. Gobernación de Antioquia.
- Sepúlveda, L. A., & Alvarado, J. A. (2013). *Manual de aprovechamiento de residuos orgánicos a través de sistemas de compostaje y lombricultura en el Valle de Aburrá*. Medellín: Asociación Colombiana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental - ACODAL. Obtenido de <https://www.metropol.gov.co/ambiental/residuos-solidos/Documents/cartillas/Manual%20de%20Aprovechamiento%20de%20Residuos%20Organicos.pdf>
- Severiche, C. A., Castillo, M. E., & Acevedo, R. L. (2013). *Manual de Métodos Analíticos para la Determinación de Parámetros*. Colombia: Eumed.NET. Obtenido de <https://www.eumed.net/libros-gratis/2013a/1326/1326.pdf>
- Severiche, Carlos A.; Barreto, Arnaldo J.; Acevedo, Rosa L. (2013). Efecto de las lluvias sobre la calidad del agua en la ciénaga grande de Santa Marta. *Avances investigación en ingeniería*, 10(1), 58–67. Obtenido de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/avances/article/view/2727>
- Sierra, C. A. (2011). *Calidad del agua: evaluación y diagnóstico* (Primera ed.). (L. D. López Escobar, Ed.) Bogotá: Digiprint Editores E.U. Obtenido de https://www.academia.edu/9511155/Calidad_del_agua_evaluaci%C3%B3n_y_diagn%C3%B3stico
- SINIA. (Diciembre de 2016). *Sistema Nacional de Información Ambiental*. Obtenido de Residuos y áreas verdes: <https://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/60017>
- SMART. (2012). *La conductividad eléctrica del agua de riego*. Fertilizer.
- Smith, A., & Jones, B. (2022). El impacto educativo y ambiental de la implementación de biohuertos en las escuelas. *Educación Sostenible*, 10(2), 45-58.

- SPDA. (2017). *Sociedad Peruana de Derecho Ambiental*. Recuperado el 22 de Marzo de 2017, de Aprobación e implementación de estándares de calidad ambiental del agua: http://legislacionambientalspda.org.pe/index.php?option=com_content&view=article&id=246&Itemid=3369
- Suaña, M. E. (2013). *Compostaje de residuos orgánicos y de lenteja de agua (Lemna SP.) con aplicación microorganismos eficaces [Tesis de posgrado, Universidad Nacional del Altiplano]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://repositorioslatinoamericanos.uchile.cl/handle/2250/3273819>
- TAAS. (2017). *Manual de abonos orgánicos*. Universidades Veracruzana. Obtenido de <https://www.uv.mx/television/files/2015/10/abonos-organicos-09.pdf>
- Tanya, M., & Leiva, M. (2019). Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro Agrícola*, 46(2), 93-103. Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852019000200093&lng=es&tlng=es
- Torres, F. J. (2009). *Desarrollo y aplicacion de un indice de calidad de agua para rios en Puerto Rico [Tesis de maestria, Universidad de Puerto Rico]*. Repositorio Institucional.
- Torres, J. A. (2008). *Análisis de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua del río Motagua en diez puntos de muestreo ubicados en su cauce principal [Tesis de grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]*. Repositorio Institucional. Obtenido de <https://digi.usac.edu.gt/bvirtual/informes/rapidos2008/INF-2008-033.pdf>
- Tortosa, G. (13 de Noviembre de 2013). *Compostando ciencia*. Obtenido de El pH durante el compostaje: <http://www.compostandociencia.com/2013/11/ph-en-el-compostaje-html/>
- UNA. (2016). *Guía práctica para el manejo de los residuos orgánicos utilizando composteras rotatorias y lombricompost*. Universidad Nacional Costa Rica. Obtenido de <https://documentos.una.ac.cr/bitstream/handle/unadocs/3818/Manual%20Composteras.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- UNC. (2015). *Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura*. Alcaldía Mayor de Bogotá. Universidad Nacional de Colombia. Obtenido de https://www.uaesp.gov.co/images/Guia-UAESP_SR.pdf
- UNESCO. (27 de Abril de 2016). *Abordar la escasez y la calidad del agua*. Obtenido de Unesco.org: <https://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia/escasez-calidad#:~:text=La%20escasez%20de%20agua%20es%20la%20condici%C3%B3n%20en%20la%20cual,en%20la%20calidad%20del%20recurso.>
- UNESCO. (2016). *Informe mundial sobre el desarrollo de los recursos hídricos de las naciones unidas “el agua y el empleo”*. Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP). Obtenido de Informe mundial sobre el desarrollo de los recursos hídricos de las

naciones unidas “el agua y el empleo”:
https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000244103_spa

Universidad Continental. (2 de Mayo de 2019). *¿Cómo se manejan los residuos sólidos en el Perú?* Obtenido de <https://blogposgrado.ucontinental.edu.pe/como-se-manejan-los-residuos-solidos-en-el-peru>

Universidad de Cornell. (15 de Setiembre de 2016). *Calcular la relación C/N para materiales*. (D. d. Suelos, Editor) Obtenido de Compost.css.: <https://compost.css.cornell.edu/calc/2.html>

Uribe, S. (2012). *Propuesta de proceso productivo para el aprovechamiento de residuos sólidos orgánicos a través de la elaboración de abono orgánico en isla Fuerte, Cartagena [Tesis de grado, Pontificia Universidad Javeriana]*. Repositorio institucional. Obtenido de <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/15067/UribePaezSebastian2012.pdf?sequence=3>

Valcarcel, L. R., Alberro, N. M., & Frías, D. (2009). El Índice de Calidad de Agua como herramienta para la gestión de los recursos hídricos. *Medio Ambiente y Desarrollo. Revista electrónica de la Agencia de Medio Ambiente*(16), 1–5.

Van, Y., Tin, C., Jaromír, J., Suan, L., & Roji, M. (2018). Evaluation of Effective Microorganisms on home scale organic waste composting [Evaluación de microorganismos efectivos en el compostaje de residuos orgánicos a escala doméstica]. *Journal of Environmental Management*, 216, 41-48. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479717303602?via%3Dihub>

Vara, A. A. (2015). *Desde la idea hasta la sustentación: 7 pasos para una tesis exitosa*. Eduvirtual.cuc. Obtenido de Aplicación básica de los métodos científicos. Diseño no experimental: https://eduvirtual.cuc.edu.co/moodle/pluginfile.php/612216/mod_resource/content/0/DISE%C3%91O%20DE%20INVESTIGACI%C3%93N.pdf

Vásquez, G. L., Herrera, L., Cantera, J. R., Galvis, A., Cardona, D. A., & Hurtado, I. C. (2012). Metodología para determinar niveles de Eutrofización en ecosistemas acuáticos. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencias Biológicas*, 24, 112-128. Obtenido de <https://revistaacsb.org/r/index.php/acsb/article/download/81/81>

Yanasupo, K. (2017). *Compostaje de proporciones de residuos de cosecha de maíz y estiércol de vacuno, con y sin microorganismos eficientes. Ayacucho 2017 [Tesis de grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga]*. Repositorio institucional. Obtenido de <http://repositorio.unsch.edu.pe/handle/UNSCH/3100?show=full>

Zorrilla, J. J. (2014). *Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios y su influencia socioeconómica en la población del Distrito de Bellavista, Callao 2013 – 2014 [Tesis de grado, Universidad César Vallejo]*. Repositorio institucional. Obtenido de https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/14346/Zorrilla_PJJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y

ANEXOS

Anexo 1 Panel fotográfico

Figura 34

Captura de microorganismos nativos



Figura 35

Visualización de los microorganismos nativos capturados



Figura 36

Medición de parámetros del proceso de compostaje



Figura 37

Medición de temperatura en la pila de compostaje



Figura 38

Registro de información de la medición de parámetros del proceso de compostaje



Figura 39

Uso de los equipos de medición de parámetros en el compostaje



Figura 40

Pilas de compostaje



Figura 41

Monitoreo de los cultivos implementados en el biohuerto familiar



Figura 42

Control fitosanitario de los cultivos



Figura 43

Selección de plántulas para trasplante



Figura 44

Limpieza y desmalezado de terreno para el biohuerto



Figura 45

Control del biohuerto implementado



Anexo 2 Determinación del tamaño de la muestra

Se aplicó la siguiente fórmula:

$$n = \frac{Z^2 \cdot N \cdot \sigma^2}{(N - 1) \cdot E^2 + Z^2 \cdot \sigma^2}$$

Donde:

n : N° de muestra de viviendas

N : N° total de viviendas proyectado al año 2022

Z : Nivel de confianza 95 % = 1,96

σ : Desviación estándar (0,25)

E : Error permisible (0,058 kg/hab/día)

Datos del distrito de Villa Kintiarina:

n = N° de muestra de viviendas

N = 682

Z = 1,96

σ = 0,25 kg/hab./día

E = 0,058 kg/hab/día

Nota. Para el cálculo del error “E” se toma el 10 % de la GPC promedio nacional

$$n = \frac{(1,96)^2 \cdot 682 \cdot (1,96)^2}{(682 - 1) \cdot (0,058)^2 + (1,96)^2 \cdot (1,96)^2}$$

$$n = 64,69 \text{ viviendas}$$

Se considera adicionar una muestra de contingencia del 20 %, siendo la muestra equivalente igual a 78 viviendas.

Anexo 3 Formato de generación per cápita de residuos orgánicos domiciliarios

[illegible]

Anexo 4 Ficha de registro de medición de parámetros del compostaje

N° de medición	Temperatura (°C)			Humedad (%)			pH		
	Testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Testigo	Tratamiento 1	Tratamiento 2

Anexo 5 Ficha procedimiento de captura de microorganismos nativos



- PROMUEVE LAS ACTIVIDADES FISIOLÓGICAS Y ESTIMULA EL DESARROLLO DE LAS PLANTAS.
- PERMITE UN MEJOR DESARROLLO DE LAS RAÍCES, HOJAS, FLORES Y FRUTOS.

Anexo 6 Padrón de familias con la implementación de biohuertos

PADRÓN DE FAMILIAS CON BIOHUERTOS GEORREFERENCIADAS

N°	APELLIDO Y NOMBRE	DNI	COMUNIDAD	UBICACIÓN GEOGRÁFICA		
				ESTE (18L)	NORTE	ALTITUD
1	LOPEZ CAPA, RAYLITA	71228911	MANITINKIARI	654 532	8 578 264	629,75
2	CASTILLO BAÑICO, LEONORA	47509265	MANITINKIARI	654 598	8 578 597	625,89
3	PEREZ CHONTA, AUDIA	80610221	MANITINKIARI	655 467	8 577 739	680,55
4	GUTIERREZ CALLE, KAY LEVI	23968530	BETHEL	658 358	8 578 535	1 435,00
5	VARGAS ROJAS, JUANA	28714853	BETHEL	656 341	8 577 155	689,00
6	BARRIENTOS QUISPE, NICANOR	41791660	BETHEL	656 103	8 577 280	677,00
7	HUAMAN SULCA, PATRICIO ALEJANDRO	48042152	BETHEL	658 307	8 578 840	1 337,00
8	SULCA TENORIO, GILMER	63392589	BETHEL	658 339	8 578 838	1 345,00
9	QUISPE GUILLEN, PABLO	25008182	MARAVILLAS	657 098	8 576 395	750,99
10	SULCA HUAMAN, HILDA	70049954	MARAVILLAS	657 165	8 576 521	795,00
11	VILLANO SOCA, RAQUEL	78374352	MARAVILLAS	657 164	8 576 519	794,00
12	CANDIA GUTIERREZ, REINA	41427074	MARAVILLAS	656 968	8 576 501	710,00
13	QUINTANILLA RUIZ, VICTORIA	48406981	KIRUCHAREATO	660 247	8 579 151	1 714,08
14	ALVARADO QUINTANILLA, JAIME	47826635	KIRUCHAREATO	660 247	8 579 151	1 714,08
15	BORDA TINEO, ALFREDO	44249012	PUEBLO LIBRE ALTA	658 159	8 576 562	1 056,00
16	ESPINO BORDA, EDWIN	45330826	PUEBLO LIBRE ALTA	658 663	8 578 763	1 550,08
17	HUAMAN YUCRA, CELESTINA	44300788	PUEBLO LIBRE BAJA	659 763	8 576 927	1 184,00
18	PALOMINO MANYAHUILLCA, LORENZO	23972839	PUEBLO LIBRE BAJA	659 227	8 576 696	1 097,99
19	GAMBOA LINARES, JUAN JORGE	24986689	PUEBLO LIBRE BAJA	659 771	8 576 563	1 072,98
20	PILLPE HUICAÑA, MELICION	23973863	PUEBLO LIBRE BAJA	658 997	8 576 267	1 033,98
21	CURO HUAMAN, JHOLYA BERSALINA	77143005	PUEBLO LIBRE BAJA	659 705	8 576 938	1 156,00
22	GOMEZ SALVADOR, VICTOR	24986656	MANKORIARI	659 244	8 575 841	834,08
23	VELASQUEZ SILVA, LUIS	45187822	MANKORIARI	659 104	8 574 693	700,19
24	VILLANO SOCA, SERAPIO	80102369	MANKORIARI	659 470	8 574 629	776,82

25	ROBLES PEREZ, GLADYS ROSA	46779327	MANKORIARI	658 614	8 575 075	660,52
26	ESCOBAR SICHA, ANGEL	28225589	MANKORIARI	658 544	2 574 987	668,61
27	ARRIOLA CORDOVA, DIONICIO	24986763	VILLA KINTIARINA	660 115	8 571 657	729,50
28	ARRIOLA DE LA CRUZ, HERMELINDA	42405276	VILLA KINTIARINA	660 108	8 571 662	730,17
29	BAUTISTA MAMANI, LUCRECIA	40751847	VILLA KINTIARINA	659 805	8 571 386	701,00
30	BORDA AGUILAR, DELIA	46054954	VILLA KINTIARINA	660 356	8 571 662	676,00
31	CANDIA GUTIERREZ, VICTORIA	28598126	VILLA KINTIARINA	660 108	8 571 662	730,00
32	CHIMAYCO CCENTE, CELIA	74558560	VILLA KINTIARINA	659 965	8 571 799	674,00
33	CHOCCE VALENCIA, ROXANA	76542981	VILLA KINTIARINA	660 047	8 571 413	723,00
34	CHUI RAMOS, EDUARDO	31482303	VILLA KINTIARINA	659 423	8 571 385	638,00
35	CHUI VERA, EDISON	71063775	VILLA KINTIARINA	659 929	8 571 388	637,00
36	CHUI VERA, MILAGROS KATY	72081512	VILLA KINTIARINA	659 676	8 571 418	640,00
37	CUBA TUTAYA, ARTEMIO	24986734	KINTIARINA ALTA	659 593	8 570 570	760,00
38	QUISPE GAVILAN, ROSA ADELINA	46896167	KINTIARINA ALTA	659 520	8 570 412	742,00
39	ALLCCA AGUILAR, CIRILA	24993049	KINTIARINA ALTA	659 471	8 570 342	740,00
40	MENDOZA CARDENAS, FREDY	60149514	MASUKIATO	660 757	8 571 239	1 511,12
41	MEDINA CARDENAS, JORGE	61689379	MASUKIATO	667 265	8 571 084	1 378,82
42	RAMIREZ PARIONA, AURELIO	62254701	MASUKIATO	667 275	8 571 080	1 379,46
43	TELLO HUAMAN, MELIZA	48649802	LIMATAMBO	661 628	8 566 946	693,31
44	PEREZ HUALLPA, YHOVANA	48141184	LIMATAMBO	667 720	8 569 927	1 273,96
45	SANCHEZ CANDIA, SERAFINA	40178907	LIMATAMBO	661 659	8 567 001	687,39
46	RAMIREZ HUANACO, EDUARDO	46692195	LIMATAMBO	661 650	8 566 918	710,34
47	OCHOA CORDOVA, CLEOFE	45147748	LIMATAMBO	661 881	8 567 288	742,32
48	ANCO ROJAS, FELICITAS	24986425	SAN JUAN DE LA FRONTERA	661 409	8 563 831	820,47
49	ROMERO GUILLEN, HONORATA	24986492	SAN JUAN DE LA FRONTERA	661 441	8 563 695	805,46
50	LOPEZ QUISPE, YURI WILLIAN	70687749	SAN JUAN DE LA FRONTERA	661 448	8 563 689	805,46

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD 023-2024-UNSCH-EPG/OGH

El que suscribe; responsable verificador de originalidad de trabajo de tesis de Posgrado en segunda instancia para la **Escuela de Posgrado – UNSCH**; en cumplimiento a la Resolución De Consejo Directivo N°109-2024-UNSCH-EPG/CD, Reglamento de Originalidad de trabajos de Investigación de la UNSCH, otorga lo siguiente:

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

AUTOR	Bach. Ruben Sanchez Romero
DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS	MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL
GRADO ACADÉMICO QUE OTORGA	MAESTRO
DENOMINACIÓN DEL GRADO ACADÉMICO	MAESTRO(A) EN INGENIERÍA AMBIENTAL
TÍTULO DE TESIS	RESIDUOS ORGÁNICOS E IMPLEMENTACIÓN DE BIOHUERTOS FAMILIARES EN EL DISTRITO DE VILLA KINTIARINA, LA CONVENCION, CUSCO
EVALUACIÓN DE ORIGINALIDAD	8% de similitud
N° DE TRABAJO	2467004674
FECHA	27 de setiembre de 2024

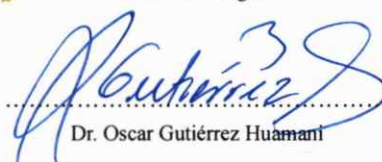
Por tanto, según los artículos 12, 13 y 17 del Reglamento de Originalidad de Trabajos de Investigación, es procedente otorgar la constancia de originalidad con depósito.

Se expide la presente constancia, a solicitud del interesado para los fines que crea conveniente.

27 de setiembre de 2024.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN
CRISTÓBAL DE HUAMANGA
Escuela de Posgrado



Dr. Oscar Gutiérrez Huamani

RESIDUOS ORGÁNICOS E IMPLEMENTACIÓN DE BIOHUERTOS FAMILIARES EN EL DISTRITO DE VILLA KINTIARINA, LA CONVENCION, CUSCO

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

9%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

2

repositorio.unsch.edu.pe

Fuente de Internet

1%

3

Submitted to Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga

Trabajo del estudiante

1%

4

repository.usta.edu.co

Fuente de Internet

1%

5

cia.uagraria.edu.ec

Fuente de Internet

1%

6

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

7

repositorio.ucss.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

8

1library.co

Fuente de Internet

<1%

9	tesis.pucp.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
10	Submitted to Universidad Privada del Norte	Trabajo del estudiante	<1 %
11	repositorio.uandina.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
12	Alarco, Renzo Vihelmo Ayal Peralta, Judy Ramirez Vargas, Jessica Rey Sanchez Villegas, Milner Isaac Taxa. "Desarrollo De Un Modelo De Negocio De Compostaje De Residuos Solidos Organicos Para La Comercializacion De Abono Organico.", Pontificia Universidad Catolica del Peru - CENTRUM Catolica (Peru), 2021	Publicación	<1 %
13	www.vidasostenible.org	Fuente de Internet	<1 %
14	repositorio.uap.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.upsc.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %
16	myslide.es	Fuente de Internet	<1 %
17	repositorio.ulc.edu.pe	Fuente de Internet	<1 %

18 www.retema.es <1 %
Fuente de Internet

19 tesis.ucsm.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

20 Frank Eduardo Sánchez-Romero, Andrés Enrique Recalde-Gracey. "Gestión de residuos sólidos municipales 2021-2023: Revisión sistemática", Gestio et Productio. Revista Electrónica de Ciencias Gerenciales, 2024 <1 %
Publicación

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 30 words

Excluir bibliografía

Activo



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR
EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO(A) EN INGENIERÍA AMBIENTAL
RESOLUCIÓN DIRECTORAL N° 000420-2024-UNSCH-EPG/D.**

Siendo las 04:00 p.m. del 8 de agosto de 2024 se reunieron en el auditorium de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga, el Jurado Examinador y Calificador de Tesis, presidido por el **Mg. Roaldo PINO ANAYA** Director de la Escuela de Posgrado, el **Mtro. Abel Nilo JUSCAMAYTA TOMASEVICH** Director de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, e integrado por los siguientes miembros: **Mtro. Edgar Gregorio ARONES MEDINA** y el **Mtro. Abraham Fernando TREJO ESPINOZA**; para la sustentación oral y pública de la tesis intitulada: **RESIDUOS ORGANICOS E IMPLEMENTACION DE BIOHUERTOS FAMILIARES EN EL DISTRITO DE VILLA KINTIARINA, LA CONVENCIÓN, CUSCO**. En la ciudad de Ayacucho del 2024 presentado por el **Bach. Ruben SANCHEZ ROMERO**. Teniendo como asesora a la **Mg. Leidy Diana MEDINA QUIQUIN**.

Acto seguido se procedió a la exposición de la tesis, con el fin de optar el Grado Académico de **MAESTRO(A) EN INGENIERÍA AMBIENTAL**. Formuladas las preguntas, éstas fueron absueltas por el graduando.

A continuación, el Jurado Examinador y Calificador de Tesis procedió a la votación, la que dio como resultado el siguiente calificativo: Quince (15).

CALIFICACION (x)

Aprobado(a) por Unanimidad.	☒
Aprobado(a) por Mayoría.	☐
Desaprobado(a) por Unanimidad.	☐
Desaprobado(a) por Mayoría.	☐

(x) Marcar con aspa.

Luego, el presidente del Jurado recomienda que la Escuela de Posgrado proponga que se le otorgue al **Bach. Ruben SANCHEZ ROMERO**, el Grado Académico de **MAESTRO(A) EN INGENIERÍA AMBIENTAL**. Siendo las 18:00 hrs. se levanta la sesión.

Se extiende el acta en la ciudad de Ayacucho, a las 18:15 hrs. del 8 de agosto de 2024.

Mg. Roaldo PINO ANAYA

Director(e) de la Escuela de Posgrado.

Mtro. Abel Nilo JUSCAMAYTA TOMASEVICH

Director de la UPG – FIQM.

Mtro. Edgar Gregorio ARONES MEDINA

Miembro.

Mtro. Abraham Fernando TREJO ESPINOZA

Miembro.

Dr. Marco Rolando ARONES JARA

Secretario Docente.

Observaciones: