

**UNIVERSIDAD DE HUANUCO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL**



**TESIS**

---

**“Comparación de la capacidad saprotrófica de los hongos trichoderma spp. y saccharomyces cerevisiae en la aceleración de la descomposición de residuos sólidos orgánicos Huánuco, 2023”**

---

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA  
AMBIENTAL**

**AUTORA: Ferrer Tolentino, Guadalupe Yessely**

**ASESOR: Gamez Penadillo, Joel**

**HUÁNUCO – PERÚ**

**2023**

# U

### TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

- Tesis ( X )
- Trabajo de Suficiencia Profesional ( )
- Trabajo de Investigación ( )
- Trabajo Académico ( )

**LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN:** Biotecnología y Nanotecnología

**AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)**

### CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

**Área:** Ingeniería, Tecnología

**Sub área:** Biotecnología ambiental

**Disciplina:** Biotecnología ambiental

# D

### DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

- Propio ( X )
- UDH ( )
- Fondos Concursables ( )

### DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 72816333

### DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 23018222

Grado/Título: Maestro en ciencias económicas, mención: proyectos de inversión

Código ORCID: 0000-0003-4228-565X

# H

### DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Cámara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Cajahuanca Torres, Raul	Maestro en gestión pública	22511841	0000-0002-5671-1907
3	Duran Nieva, Alejandro Rolando	Biologo-microbiologo	21257549	0000-0001-5596-0445



# UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

## Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

### ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO(A) AMBIENTAL

En la ciudad de Huánuco, siendo las 14:00 horas del día 12 del mes de diciembre del año 2023, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Presidente)
- Mg. Raúl Cajahuanca Torres (Secretario)
- Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 2930-2023-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD SAPROTRÓFICA DE LOS HONGOS *Trichoderma spp.* Y *Saccharomyces cerevisiae* EN LA ACELERACIÓN DE LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS HUÁNUCO, 2023"**, presentado por el (la) Bach. **FERRER TOLENTINO, GUADALUPE YESSELY**, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) **Aprobado**... Por **Unanimitad**... con el calificativo cuantitativo de **1.6**... y cualitativo de **Bueno**... (Art. 47)

Siendo las **15.15** horas del día **12**... del mes de **Diciembre**... del año **2023**..., los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.

Mg. Frank Erick Camara Llanos  
ORCID: 0000-0001-9180-7405  
Presidente

Mg. Raúl Cajahuanca Torres  
ORCID: 0000-0002-5671-1907  
Secretario

Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva  
ORCID: 0000-0001-5596-0445  
Vocal



---

## CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

Yo, JOEL GAMEZ PENADILLO, asesor del PA de INGENIERÍA AMBIENTAL y designado mediante documento: RESOLUCIÓN N° 2304- 2023-D-FI-UDH de la bachiller, FERRER TOLENTINO, GUADALUPE YESSELY, de la investigación intitulada “COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD SAPROTRÓFICA DE LOS HONGOS *Trichoderma* spp. Y *Saccharomyces cerevisiae* EN LA ACXELERACIÓN DE LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS HUÁNUCO, 2023”.

Puedo constatar que la misma tiene un índice de similitud del 18% verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Antiplagio Turnitin.

Por lo que concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio y cumple con las normas de la Universidad de Huánuco.

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

Huánuco, 10 de enero del 2024.

Atentamente,

---

MSc. Ing. Joel Gamez Penadillo

DNI N° 23018222

Código Orcid N° 0000-0003-4228-565X

---

# “COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD SAPROTRÓFICA DE LOS HONGOS *Trichoderma* spp. Y *Saccharomyces cerevisiae* EN LA ACELERACIÓN DE LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS HUÁNUCO, 2023”

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

<b>18%</b>	<b>18%</b>	%	%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

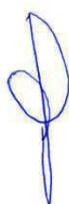
---

## FUENTES PRIMARIAS

---

<b>1</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.upla.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>investigacion.cloududh.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>distancia.udh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>repositorio.utn.edu.ec</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.unh.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>

---



Apellidos y Nombres: Gamez Penadillo, Joel  
DNI N° 23018222  
Código Orcid N° 0000-0003-4228-565X

## **DEDICATORIA**

A Dios, por encaminar mi destino a este punto de formación profesional.

A mi madre, Antonia Tolentino, por ser la roca de mi vida, y haber tomado un papel irremplazable en este proceso de formación académica. Mamá esto no sería posible de ninguna forma sin tu apoyo incondicional, sin tu amor y tu ejemplo de vida. Te amo.

A mí padre, Adrián Ferrer, porque en vida fue el mejor ejemplo de profesionalismo que pude tener. Este es el fruto de lo que sembraste en mi formación académica desde muy pequeña. Tu única preocupación antes de partir ya creció y estudió como siempre quisiste.

A mi compañero de vida, Vrigdam Daza, por el soporte, el amor y el ejemplo que me da. Me enseñaste el verdadero sentido de estar y permanecer, en cada pequeño momento, desde nuestra formación universitaria.

## **AGRADECIMIENTO**

A mis hermanos, por ser mi ejemplo a seguir en la vida académica y profesional.

A mi primo Darwin Cornelio, gracias por haberme brindado el espacio donde se ejecutó este proyecto.

A mi asesor, por su paciencia, apoyo y conocimientos en la ejecución de este proyecto.

A mis jurados, por darme las pautas a seguir, gracias a lo que este estudio se desarrolló de forma adecuada.

A mi alma máter, Universidad de Huánuco, por darme los conocimientos necesarios para formarme profesionalmente. Gracias casa de estudios que me albergaste en tus aulas durante 5 años.

A la Municipalidad Provincial de Huánuco, por brindarme la materia prima necesaria para el desarrollo de este estudio.

# ÍNDICE

DEDICATORIA .....	II
AGRADECIMIENTO .....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS .....	VII
RESUMEN .....	XIV
ABSTRACT .....	XIV
INTRODUCCIÓN .....	XVI
CAPÍTULO .....	18
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	18
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA .....	18
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	20
1.2.1. PROBLEMA GENERAL .....	20
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS .....	20
1.3. OBJETIVOS.....	20
1.3.1. OBJETIVO GENERAL .....	20
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	21
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN .....	21
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	22
CAPÍTULO II.....	23
MARCO TEÓRICO .....	23
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....	23
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES .....	23
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES .....	25
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	27
2.2. BASES TEÓRICAS .....	30
2.2.1. CAPACIDAD SAPROTRÓFICA .....	30
2.2.2. MICROORGANISMOS DE MONTAÑA .....	36
2.2.3. DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS.....	42
2.2.4. CLASIFICACIÓN Y SEGREGACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS .....	43

2.2.5. PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN .....	47
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES .....	52
2.3.1. MICROORGANISMOS EFICIENTES.....	52
2.3.2. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES .....	53
2.4. HIPÓTESIS.....	54
2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL .....	54
2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA.....	54
2.5. VARIABLES .....	55
2.5.1. VARIABLE DE CALIBRACIÓN.....	55
2.5.2. VARIABLE EVALUATIVA.....	55
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....	56
CAPÍTULO III .....	57
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....	57
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	57
3.1.1. ENFOQUE .....	57
3.1.2. ALCANCE O NIVEL .....	58
3.1.3. DISEÑO .....	58
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	62
3.2.1. POBLACIÓN .....	62
3.2.2. MUESTRA.....	62
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS....	62
3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS.....	62
3.3.2. INSTRUMENTOS.....	62
3.3.3. PROTOCOLO DE DESARROLLO DEL ESTUDIO .....	63
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN .....	63
CAPÍTULO IV.....	65
RESULTADOS.....	65
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS .....	65
4.1.1. CANTIDAD DE RESIDUOS ORGÁNICOS INICIAL .....	65
4.2. CANTIDAD DE HONGOS INICIAL .....	66
4.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS.110	
4.3.1. HIPÓTESIS GENERAL .....	110

4.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA.....	113
CAPÍTULO V.....	116
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	116
CONCLUSIONES .....	120
RECOMENDACIONES.....	121
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	122
ANEXOS.....	131

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Clasificación Taxonómica de <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .....	37
Tabla 2 Clasificación Taxonómica de <i>Trichoderma</i> spp.....	39
Tabla 3 Fases en el compostaje .....	44
Tabla 4 Intervalos de temperatura idóneos.....	48
Tabla 5 Parámetros de la relación Carbono/Nitrógeno .....	51
Tabla 6 Parámetros de pH óptimos .....	52
Tabla 7 Croquis experimental .....	61
Tabla 8 Datos Pre Test de la Unidad de Análisis.....	65
Tabla 9 Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 7).....	66
Tabla 10 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 7 del estudio .....	67
Tabla 11 Prueba de homogeneidad de varianzas para el parámetro Masa de la variable evaluativa en el día 7 del estudio .....	67
Tabla 12 Prueba ANOVA de un factor para el parámetro Masa de la variable evaluativa en el día 7 del estudio.....	68
Tabla 13 Prueba Kruskal-Wallis para el parámetro Volumen de la variable evaluativa en el día 7 del estudio.....	68
Tabla 14 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 7 del estudio.....	69
Tabla 15 Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de seguimiento en el día 7 del estudio.....	70
Tabla 16 Prueba ANOVA de un factor para los parámetros de seguimiento en el día 7 del estudio.....	70
Tabla 17 Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 14).....	71
Tabla 18 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 14 del estudio .....	73
Tabla 19 Prueba de homogeneidad de varianzas para el parámetro Masa de la variable evaluativa en el día 14 del estudio .....	73

Tabla 20 Prueba ANOVA de un factor para el parámetro Masa de la variable evaluativa en el día 14 del estudio.....	73
Tabla 21 Prueba Kruskal-Wallis para el parámetro Volumen de la variable evaluativa en el día 14 del estudio.....	74
Tabla 22 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 14 del estudio.....	74
Tabla 23 Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de la variable evaluativa en el día 14 del estudio .....	74
Tabla 24 Prueba ANOVA de un factor para el parámetro de seguimiento Lixiviados en el día 14 del estudio .....	75
Tabla 25 Prueba Kruskal-Wallis para los parámetros de seguimiento Temperatura, Ph y Humedad en el día 14 del estudio.....	75
Tabla 26 Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 21).....	76
Tabla 27 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 21 del estudio .....	78
Tabla 28 Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de la variable evaluativa en el día 21 del estudio .....	78
Tabla 29 Prueba ANOVA de un factor para los parámetros de la variable evaluativa en el día 21 del estudio.....	79
Tabla 30 Prueba Post Hoc de Tukey para el parámetro volumen de la variable evaluativa en el día 21 .....	79
Tabla 31 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 21 del estudio.....	80
Tabla 32 Prueba de homogeneidad de varianzas para el parámetro de seguimiento Humedad en el día 21 del estudio .....	81
Tabla 33 Prueba ANOVA de un factor para el parámetro de seguimiento Humedad en el día 21 del estudio .....	81
Tabla 34 Prueba Kruskal-Wallis para los parámetros de seguimiento Temperatura, Ph y Lixiviados en el día 21 del estudio.....	81

Tabla 35 Diferencia de medias para el parámetro de seguimiento Ph en el día 21 del estudio.....	81
Tabla 36 Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 28).....	82
Tabla 37 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 28 del estudio .....	83
Tabla 38 Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de la variable evaluativa en el día 28 del estudio .....	83
Tabla 39 Prueba ANOVA de un factor para los parámetros de la variable evaluativa en el día 28 del estudio.....	83
Tabla 40 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 28 del estudio.....	84
Tabla 41 Prueba de homogeneidad de varianzas para el parámetro de seguimiento Ph en el día 28 del estudio .....	84
Tabla 42 Prueba ANOVA de un factor para el parámetro de seguimiento Ph en el día 28 del estudio.....	84
Tabla 43 Prueba Kruskal-Wallis para los parámetros de seguimiento Temperatura y Humedad en el día 28 del estudio .....	85
Tabla 44 Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 35).....	85
Tabla 45 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 35 del estudio .....	86
Tabla 46 Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de la variable evaluativa en el día 35 del estudio .....	86
Tabla 47 Prueba ANOVA de un factor para los parámetros de la variable evaluativa en el día 35 del estudio.....	86
Tabla 48 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 35 del estudio.....	87
Tabla 49 Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de seguimiento Ph y Humedad en el día 35 del estudio .....	87
Tabla 50 Prueba ANOVA de un factor para los parámetros de seguimiento Ph y Humedad en el día 35 del estudio.....	87

Tabla 51 Prueba Kruskal-Wallis para el parámetro de seguimiento Temperatura en el día 35 del estudio .....	88
Tabla 52 Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 42).....	88
Tabla 53 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 42 del estudio .....	89
Tabla 54 Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de la variable evaluativa en el día 42 del estudio .....	89
Tabla 55 Prueba ANOVA de un factor para los parámetros de la variable evaluativa en el día 42 del estudio.....	89
Tabla 56 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 42 del estudio.....	90
Tabla 57 Prueba de homogeneidad de varianzas para el parámetro de seguimiento Humedad en el día 42 del estudio .....	90
Tabla 58 Prueba ANOVA de un factor para el parámetro de seguimiento Humedad en el día 42 del estudio .....	90
Tabla 59 Prueba Kruskal-Wallis para los parámetros de seguimiento Temperatura y Ph en el día 42 del estudio .....	91
Tabla 60 Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 49).....	91
Tabla 61 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 49 del estudio .....	92
Tabla 62 Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de la variable evaluativa en el día 49 del estudio .....	92
Tabla 63 Prueba ANOVA de un factor para los parámetros de la variable evaluativa en el día 49 del estudio.....	92
Tabla 64 Prueba Post Hoc de Tukey para el parámetro volumen de la variable evaluativa en el día 49 .....	93
Tabla 65 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 49 del estudio.....	93
Tabla 66 Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de seguimiento Ph y Humedad en el día 49 del estudio .....	93

Tabla 67 Prueba ANOVA de un factor para los parámetros de seguimiento Ph y Humedad en el día 49 del estudio.....	94
Tabla 68 Prueba Kruskal-Wallis para el parámetro de seguimiento Temperatura en el día 49 del estudio .....	94
Tabla 69 Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 56).....	95
Tabla 70 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 56 del estudio .....	96
Tabla 71 Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de la variable evaluativa en el día 56 del estudio .....	96
Tabla 72 Prueba ANOVA de un factor para los parámetros de la variable evaluativa en el día 56 del estudio.....	96
Tabla 73 Prueba Post Hoc de Tukey para el parámetro volumen de la variable evaluativa en el día 56 .....	97
Tabla 74 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 56 del estudio.....	97
Tabla 75 Prueba de homogeneidad de varianzas para el parámetro de seguimiento Humedad en el día 56 del estudio .....	97
Tabla 76 Prueba ANOVA de un factor para el parámetro de seguimiento Humedad en el día 56 del estudio .....	98
Tabla 77 Prueba Kruskal-Wallis para los parámetros de seguimiento Temperatura y Ph en el día 56 del estudio .....	98
Tabla 78 Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 63).....	98
Tabla 79 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 63 del estudio .....	99
Tabla 80 Prueba de homogeneidad de varianzas para el parámetro Masa de la variable evaluativa en el día 63 del estudio .....	100
Tabla 81 Prueba ANOVA de un factor para el parámetro Masa de la variable evaluativa en el día 63 del estudio.....	100
Tabla 82 Prueba Kruskal-Wallis para el parámetro Volumen de la variable evaluativa en el día 63 del estudio.....	100

Tabla 83 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 63 del estudio.....	101
Tabla 84 Prueba Kruskal-Wallis para los parámetros de seguimiento en el día 63 del estudio.....	101
Tabla 85 Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 70).....	102
Tabla 86 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 70 del estudio .....	103
Tabla 87 Prueba de homogeneidad de varianzas para el parámetro Masa de la variable evaluativa en el día 70 del estudio .....	103
Tabla 88 Prueba ANOVA de un factor para el parámetro Masa de la variable evaluativa en el día 70 del estudio.....	104
Tabla 89 Prueba Kruskal-Wallis para el parámetro Volumen de la variable evaluativa en el día 70 del estudio.....	104
Tabla 90 Diferencia de medias para el parámetro Volumen de la variable evaluativa en el día 70 del estudio.....	104
Tabla 91 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 70 del estudio.....	105
Tabla 92 Prueba de homogeneidad de varianzas para el parámetro de seguimiento Humedad en el día 70 del estudio .....	105
Tabla 93 Prueba ANOVA de un factor para el parámetro de seguimiento Humedad en el día 70 del estudio .....	105
Tabla 94 Prueba Post Hoc de Tukey para el parámetro de seguimiento Humedad en el día 70.....	106
Tabla 95 Prueba Kruskal-Wallis para los parámetros de seguimiento Temperatura y Ph en el día 70 del estudio .....	106
Tabla 96 Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 77).....	106
Tabla 97 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 77 del estudio .....	107
Tabla 98 Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de la variable evaluativa en el día 77 del estudio .....	108

Tabla 99 Prueba ANOVA de un factor para los parámetros de la variable evaluativa en el día 77 del estudio.....	108
Tabla 100 Prueba Post Hoc de Tukey para el parámetro volumen de la variable evaluativa en el día 77 .....	108
Tabla 101 Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 77 del estudio.....	109
Tabla 102 Prueba Kruskal-Wallis para los parámetros de seguimiento en el día 77 del estudio.....	109
Tabla 103 Consolidado de masa y volumen descompuesto .....	111

## RESUMEN

El presente estudio titulado “COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD SAPROTRÓFICA DE LOS HONGOS *Trichoderma* spp. Y *Saccharomyces cerevisiae* EN LA ACELERACIÓN DE LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS HUÁNUCO, 2023”, tiene como **objetivo** general comparar la capacidad saprotrófica de los hongos *Trichoderma* spp y *Saccharomyces cerevisiae* en la aceleración de la descomposición de los residuos sólidos orgánicos, Huánuco 2023. Es un estudio prospectivo, analítico, longitudinal, con intervención, cuantitativo y aplicativo. En la **metodología**, se cuenta con un grupo control (t1) y dos grupos experimentales que serán comparados, el hongo *Saccharomyces cerevisiae* (t2) y el hongo *Trichoderma* spp. (t3). Se construyó el croquis experimental con 18 recipientes de medidas 45.3cm x 34.8cm x 26cm. Las aplicaciones fueron tres, de 0.56l por unidad de análisis de 14 kg según el escalamiento. La administración de los tratamientos y los volteos fueron semanales, así como la toma de datos de la variable evaluativa (masa y volumen descompuestos) y de los parámetros de seguimiento (Temperatura, Ph, Humedad y Lixiviados). El estudio culminó a los 77 días. En los **resultados** se halló que las masas descompuestas hasta el día 77 del estudio por los dos grupos experimentales y el grupo control no tienen una diferencia significativa, a diferencia de los volúmenes que sí son diferentes. Específicamente la diferencia se encuentra en el par *Trichoderma* spp-*Saccharomyces cerevisiae*, con una media de volumen descompuesto para *Saccharomyces cerevisiae* de 0.92 ft<sup>3</sup> y de 1.06 ft<sup>3</sup> para *Trichoderma* spp. Se **concluye** que la capacidad saprotrófica de los hongos *Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae* es diferente respecto al volumen descompuesto hasta el día 77 del estudio.

**Palabras clave:** Comparación, capacidad, hongos, aceleración, descomposición, residuos.

## ABSTRACT

The present study titled "COMPARISON OF THE SAPROTROPHIC CAPACITY OF THE FUNGI *Trichoderma spp.* AND *Saccharomyces cerevisiae* IN THE ACCELERATION OF THE DECOMPOSITION OF ORGANIC SOLID WASTE HUÁNUCO, 2023", has the general **objective** of comparing the saprotrophic capacity of the fungi *Trichoderma spp.* and *Saccharomyces cerevisiae* in the acceleration of the decomposition of organic solid waste, Huánuco 2023. It is a prospective, analytical, longitudinal, intervention, quantitative and application study. In the **methodology**, there is a control group (t1) and two experimental groups that will be compared, the fungus *Saccharomyces cerevisiae* (t2) and the fungus *Trichoderma spp.* (s3). The experimental sketch was built with 18 containers measuring 45.3cm x 34.8cm x 26cm. There were three applications, of 0.56l per 14 kg analysis unit according to the scale. The administration of the treatments and the turnings were weekly, as well as the data collection of the evaluative variable (mass and volume decomposed) and the monitoring parameters (Temperature, Ph, Humidity and Leachate). The study ended after 77 days. The **results** found that the masses decomposed until day 77 of the study by the two experimental groups and the control group do not have a significant difference, unlike the volumes that are different. Specifically, the difference is found in the *Trichoderma spp.*-*Saccharomyces cerevisiae* pair, with an average decomposed volume for *Saccharomyces cerevisiae* of 0.92 ft<sup>3</sup> and 1.06 ft<sup>3</sup> for *Trichoderma spp.* It is **concluded** that the saprotrophic capacity of the fungi *Trichoderma spp.* and *Saccharomyces cerevisiae* is different with respect to the decomposed volume until day 77 of the study.

**Keywords:** Comparison, capacity, fungi, acceleration, decomposition, waste.

## INTRODUCCIÓN

Entre los diversos problemas ambientales que aquejan a nuestro planeta en la actualidad, se encuentra la elevada generación de residuos sólidos, debido a la sobrepoblación y a la mala gestión de los mismos. De manera más puntual, los residuos sólidos orgánicos, son los desechos de mayor producción. Si bien al tratarse de materia orgánica su valorización es más accesible, eso no garantiza su tratamiento de forma total. Las municipalidades muchas veces no cuentan con los recursos, ni herramientas para brindar una adecuada valorización y posterior disposición final a estos residuos, esto provoca que estos desechos junto a los desechos inorgánicos terminen en botaderos, imposibilitando su valorización, lo que desencadena en contaminación de suelos, aire y agua.

El compostaje es una técnica que municipalidades vienen aplicando para la valorización de residuos sólidos orgánicos, práctica que se puede emplear incluso en nuestros hogares, para de esta manera aportar al desarrollo sostenible.

Debido a lo mencionado en líneas anteriores, se busca acelerar la descomposición de los residuos sólidos orgánicos, optimizando el proceso de compostaje, esto adicionando microorganismos eficientes, capaces de agilizar el proceso mediante el metabolismo que desarrollan.

*Saccharomyces cerevisiae*, es una levadura que cuenta con una infinidad de aplicaciones en diversos campos, y uno de ellos corresponde a la descomposición, al ser un hongo, se alimenta de materia orgánica y produce a partir de sus excretas, abono orgánico.

De la misma manera *Trichoderma* spp. es un hongo con aplicación en el campo agronómico en el control de plagas, sin embargo, también posee la misma característica que la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, la capacidad saprotrófica.

Esta investigación tuvo por objetivo general comparar la capacidad saprotrófica de los hongos *Trichoderma* spp y *Saccharomyces cerevisiae*.

En las conclusiones se encontraron diferencias respecto al volumen descompuesto de residuos sólidos orgánicos hasta el día 77 del estudio por ambas unidades de tratamiento.

# CAPÍTULO

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El suelo es un recurso renovable de mucha relevancia para mantener la vida en el planeta, podríamos definirlo como un sostén de la mayoría de actividades que realiza el hombre y que permite su subsistencia, estas actividades pueden ser, por ejemplo, la agricultura, sin la cual las sociedades no podrían sobresalir.

El suelo puede ser visto también como una masa gigantesca inerte pero viva a la vez, ya que en su interior ocurren diversos procesos edáficos y geológicos que permiten su transformación constante, es por ello que este recurso no es estático en el tiempo, al contrario, es un recurso que tiende al cambio constante, producto de ello son las diversas clasificaciones de suelos que existen en todo el planeta, las cuales para llegar a formarse tomaron millones de años expuestos a ciertos factores ambientales.

El cuidado del suelo es de importancia innegable, ya que, si bien es un recurso renovable, la demanda de destrucción a la que se encuentra sometida sobrepasa su capacidad de renovación, tal es el caso de otros recursos también. La erosión, la contaminación por residuos sólidos, la deforestación, el crecimiento demográfico, las malas prácticas en la agricultura, la ganadería extensiva, entre otros; muchos de estos de origen antropogénico, son actividades que impactan negativamente el recurso.

En el mundo entero es de alta preocupación la producción de residuos por la humanidad, que día a día aumenta junto con el crecimiento poblacional, muchos de estos al ser de difícil descomposición, tienen como destino final las aguas de los mares, o suelos, donde contaminan y causan perjuicios a flora y fauna.

Según un informe del Banco Mundial realizado en el año 2018, si es que no se adoptaran medidas de urgencia en cuanto a la producción de residuos

sólidos, para el año 2050, este crecerá un 70% respecto a la generación del 2018 a nivel mundial.

Según Pon (2019) un 50% de la composición de los residuos sólidos a nivel mundial, son residuos sólidos orgánicos, refiere que los residuos son un reto mundial, ya que aproximadamente en todo el planeta dos mil millones de individuos no cuentan con servicios de recolección de residuos, otros tres mil millones de individuos carecen de instalaciones de disposición final que sean adecuadas y finalmente la mayor parte de países en vías de desarrollo padecen de infraestructuras legales y de gestiones suficientes.

El Perú es uno de estos países, con gestión ambiental claramente deficiente, en nuestro país existen 52 rellenos sanitarios en 19 de las 25 regiones, y botaderos donde día a día se disponen residuos que contribuyen a la contaminación de suelos, como a la propagación de enfermedades.

Por otro lado, la cultura ambiental adecuada es aún carente, gran parte de la población realiza prácticas poco responsables con el ambiente.

La segregación es una práctica que la gestión peruana en materia ambiental, viene inculcando a sus ciudadanos, para lograr valorizar adecuadamente los residuos sólidos, y así poder brindar una disposición final eficiente.

En mayor porcentaje los residuos sólidos son orgánicos, la inexistencia de la segregación durante muchos años, ha logrado que los rellenos sanitarios tengan menos años de vida útil y que los botaderos se vean atiborrados de masas de residuos completamente inservibles, sin ninguna oportunidad a ser reaprovechados y aún peor convirtiéndose en focos infecciosos.

Una de las propuestas de valorización de residuos sólidos empleada por Municipalidades en nuestro país es el compostaje, proceso de generación de abono natural en el cual, se reaprovecha la materia orgánica de desechos productos de las actividades de los ciudadanos, pasando por diferentes etapas de descomposición, los residuos sólidos orgánicos son entregados a plantas de valorización en las que se procede a la elaboración del compost.

En Huánuco existe una producción de más de 100 t de rr.ss al día, de los cuáles, como ya se explicó líneas arriba, la mayoría son residuos sólidos orgánicos, debido a esta alta demanda no existe una valorización al 100% de estos desechos, ya que las plantas composteras no tienen la capacidad suficiente para albergar estas cantidades, es por ello que es de vital importancia agilizar el proceso de descomposición de estos residuos, ya que de no hacerlo, se seguiría desaprovechando gran parte de la generación de los residuos sólidos orgánicos, yendo a parar al botadero controlado de Chilipampa, donde juntamente a los residuos sólidos inorgánicos pierden totalmente la oportunidad a valorización, y siguen contribuyendo a la destrucción de suelos, como a la propagación de enfermedades.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL**

¿Existe diferencia en la capacidad saprotrófica de los hongos *Trichoderma* spp y *Saccharomyces cerevisiae* en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

¿Cuál es el progreso semanal de la capacidad saprotrófica de los hongos *Trichoderma* spp y *Saccharomyces cerevisiae* en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos?

¿Cuáles serán las medias de los parámetros de seguimiento de la capacidad saprotrófica de los hongos con *Trichoderma* spp y *Saccharomyces cerevisiae* en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos?

## **1.3. OBJETIVOS**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Comparar la capacidad saprotrófica de los hongos *Trichoderma* spp y *Saccharomyces cerevisiae* en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Comparar el progreso semanal de la capacidad saprotrófica de los hongos *Trichoderma spp* y *Saccharomyces cerevisiae* en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos.

Comparar las medias de los parámetros de seguimiento de los tratamientos con *Trichoderma spp* y *Saccharomyces cerevisiae* en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos.

### **1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

El presente trabajo de investigación nace de la preocupación por la problemática de generación excesiva de residuos sólidos, los cuales mediante este proyecto de investigación pueden ser descompuestos en menor tiempo y así tener la oportunidad de valorizar una mayor cantidad de la que se valoriza actualmente en la ciudad de Huánuco.

Se considera importante el desarrollo de la investigación, ya que se proponen dos alternativas de posible solución, que podrán ser analizadas posteriormente, y empleadas según convenga, de la misma manera, el presente trabajo es un antecedente local sobre el hongo *Trichoderma spp*.

Como microorganismo eficiente, del cual existen pocos antecedentes a nivel nacional y local como acelerador del proceso de descomposición de residuos sólidos orgánicos.

La discusión de resultados con ambas variables de calibración será de gran relevancia para posteriores estudios de investigación.

### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN**

El trabajo de investigación tuvo un alcance reducido de aplicación, basándose solamente en el distrito de Huánuco del departamento de Huánuco, ya que no se contó con accesibilidad a la planta de valorización del distrito de Amarilis y en el caso del distrito de Pillco Marca no cuenta con una planta de valorización de residuos sólidos orgánicos, además de que si se

quisiera realizar en los tres distritos se perdería la disponibilidad de tiempo, y posiblemente el seguimiento al tratamiento sería inadecuado, de quererse realizar se necesitaría de personal, y en este caso no se cuenta con este recurso

Otra limitación es que la generación de residuos es netamente de ámbito urbano y no rural.

## **1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN**

El desarrollo del trabajo de investigación fue viable, ya que se tuvo acceso a los residuos sólidos orgánicos recolectados por la Municipalidad distrital de Huánuco, que sirvieron como muestra para la posterior evaluación con las dos variables de calibración. Así mismo ambos hongos, fueron fácilmente recolectados e inoculados, se contó con los recursos económicos necesarios para la obtención de materiales para el proceso de inoculación de ambos microorganismos eficientes, también la disponibilidad de tiempo para realizar el seguimiento en ambos casos.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Guzmán (2021) en su tesis: Bioprospección de cepas de hongos y bacterias productoras de enzimas que aceleren la descomposición de residuos agropecuarios en el compostaje. Tuvo por **objetivo** la identificación y caracterización de bacterias y hongos aislados del suelo, como inóculos potenciales para compostaje en la obtención de abono orgánico.

En la **metodología** Los aislados fúngicos y bacterianos se sembraron y se aplicaron. En el proceso de compostaje se construyeron dos camas (con inóculo y sin inóculo) conformadas con 43,12 kg, 21,56 kg de cáscara de maní y de gallinaza; la pila con inóculo recibió 500 g de un consorcio de cuatro cepas de *Trichoderma longibrachiatum* y una de *Trichoderma reesei*.

El estudio duró 150 días, en el cual se monitoreó, humedad, conductividad eléctrica, pH, temperatura. Se analizaron indicadores microbianos; Salmonella, coliformes totales y fecales, concentración de nutrientes e índice de germinación en semillas de rábano. Los **resultados** obtenidos en el tratamiento inoculado con las cepas de *Trichoderma* muestran que la temperatura del compost aumentó a 55°C, la conductividad eléctrica fue de 1,04 mS cm<sup>-1</sup>, pH 7,41. Las concentraciones de N, P, K, Mg, y S, como % en el compost fueron 1,12, 0,83, 0,70, 0,47, y 0,18 respectivamente.

El índice de germinación presentó un porcentaje final de 93,5. Se **concluye** que el consorcio fúngico conformado por cepas de *Trichoderma* evaluado en proceso de compostaje puede utilizarse para reducir los patógenos presentes en la mezcla de residuos.

Andradre y Avellán (2020) en su tesis: Inoculación de un consorcio microbiano autóctono encapsulado con capacidad celulolítica para la producción de compost de calidad en Manabí-Ecuador, tuvo como **objetivo** obtener compost de calidad a partir de residuos agropecuarios inoculado con microorganismos autóctonos encapsulados. En la **metodología** constó de dos fases: laboratorio y campo. En laboratorio se realizó la activación y multiplicación de los hongos *T. longibrachiatum* y las bacterias *B. licheniformis* y *B. subtilis*; se realizó la viabilidad y pureza del encapsulado, con 4, 5, 6 g de agente activo a los 30, 60, 90 y 120 días. En la otra fase se formaron 4 camas de composta que contenían igual proporción 2/1 de residuos agrícolas (200 Kg de cáscara de maní y 100 Kg de estiércol de gallina), según los valores de C/N; se inoculó: T1 (200 g), T2 (400 g), T3 (600 g) y grupo control (sin inóculo). Al inicio la humedad fue de 55% de los residuos agrícolas, se voltearon las camas cada ocho días, y se evaluaron las condiciones ambientales, físicos/químicos los primeros 15 días, luego cada 15 días; finalmente se analizaron la macronutrientes y micronutrientes, C/N, fitotoxicidad y materia orgánica. En los **resultados** se determinó que la concentración que mantuvo la mayor viabilidad y pureza de los microorganismos es de 6 g para las bacterias y 4 g para el hongo. Se **concluye** que el compost de mejor calidad según las normas establecidas es T1 (200 g de cápsulas de consorcio microbiano), ya que cumple con la mayor cantidad de parámetros.

Lara (2018) en su tesis: Evaluación del comportamiento de los microorganismos eficientes para acelerar la transformación de los desechos sólidos orgánicos originados en el mercado San Alfonso-Riobamba, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador, tuvo por **objetivo** entender el actuar de los microorganismos benéficos en el aceleramiento de la biodegradación en la técnica de obtención del compost. En la **metodología** Se adaptó un terreno específico con el fin de construir doce pilas de composta de un m<sup>3</sup>, las cuales se repartieron en tres para el grupo control, tres para el primer tratamiento, tres para el segundo tratamiento y tres para el tercer tratamiento.

Con el fin de conocer la capacidad potenciadora de los microorganismos benéficos, se dispusieron concentraciones distintas de los microorganismos para cada tratamiento, para el primer tratamiento 60 mililitros, para el segundo tratamiento 120 mililitros y para el tercer tratamiento 180 mililitros. Después se hizo un seguimiento diario de la temperatura, el pH y la humedad para garantizar un ambiente idóneo para una adecuada fermentación orgánica. En los **resultados** ya que se llegó a una fase estable de temperatura, muy cerca a temperaturas cotidianas, se dio por concluido el procedimiento de realización de composta, se siguió al análisis del producto obtenido, del cual se obtuvo valor de relación carbono/nitrógeno de 17.77, a causa de la merma de C por la oxidación y emisiones de dióxido de carbono. Por tanto, se **concluyó** que se obtuvo mejores resultados en el segundo y tercer tratamiento con concentraciones de microorganismos benéficos de 120 mililitros y 180 mililitros respectivamente, se asume que la concentración idónea de EM se encuentra en este rango obtenido.

### 2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Angulo y Lizonde (2020), en su tesis: Revisión bibliográfica del uso de los microorganismos eficientes en la obtención de compost orgánico, Universidad César Vallejo, tuvieron por **objetivo** observar cómo influyen los microorganismos benéficos en la calidad y tiempo de obtención de composta orgánica; en la **metodología** el estudio se llevó a cabo formando una agrupación de datos conforme al nivel influyente por parte de los microorganismos benéficos durante la fase de termofilia en el proceso añadido de estudios coordinados a las consecuencias de los mismos en la composta en etapa madura. Teniendo como **resultados** que un poco más del 70 % de los estudios, convienen en que, ante la presencia de microorganismos benéficos, el proceso de obtención de composta se acelera, no obstante, en la etapa de la termofilia se incrementan los días, a causa de la alta biodegradación de materia orgánica por la incrementación de la población de microbios.

La temperatura es imprescindible durante el proceso, que logró un elevado intervalo entre 49°C y 66°C en no más de 29 días, discrepando de los experimentos donde no se inocularon microorganismos. En otro punto, más del 50 % de los estudios convienen que la calidad de la composta es mayor con la acción de microorganismos benéficos. Se **concluyó** que los microorganismos benéficos influyen en el tiempo de biodegradación para obtener composta orgánica, esto por sus propiedades de descomposición y aceleración en el procedimiento, así mismo la fase de termofilia se alcanza con más velocidad, a causa de las altas temperaturas comparadas a procesos sin inoculación de EM, esta etapa desinfecta la composta por 3 días seguidos. También se aumenta la calidad de composta, en valores de relación carbono/nitrógeno, material orgánico, pH y humedad.

Vargas (2019) en su tesis: Aplicación de microorganismos eficientes para mejorar la descomposición de residuos sólidos orgánicos en el centro compostero de Granja Porcón – Cajamarca, Universidad César Vallejo, tuvo como **objetivo** Preparar un cultivo biológico de microorganismos benéficos con material orgánico de la jurisdicción como broza de quinales, alisos o pinos, lactosuero, harina molida de avena, quinua y trigo, levadura, agua destilada y melaza, en la **metodología** se utilizaron un dúo de procedimientos para lograrlo, la producción de microorganismos eficientes madre y la activación de microorganismos benéficos en un medio líquido, que fue dispuesto a la composta en una concentración de dos litros de microorganismos activados en veinte litro de agua destilada; la proceso para obtención de la composta se comenzó preparando y limpiando la zona para armar la cama de composta habitual y la cama de composta con inoculación de microorganismos benéficos, con medidas de 2.5 metros x 1.8 metros x 1.2 (largo, ancho y altura).

Se gestionó una masa de una tonelada para las dos camas, conformada de material orgánico de diversas procedencias y agua, en todas las etapas del proceso se realizó el seguimiento de temperatura, pH u humedad, cada siete días, como **resultado** se obtuvieron duraciones de 139 y 97 días para los procesos sin tratamiento y con tratamiento

respectivamente. Otros datos obtenidos son de composta con tratamiento y composta sin tratamiento para pH fue 7.1 y 6.2, conductancia eléctrica: 28.8 mhos:cm y 21.6 mhos:cm, material orgánico: 48.3% y 46.3%, N: 1.6% y 1.3%, P: 1.7% y 1.5%, K: 1.2% y 1.1%, Ca 2.2% y 2.3%, Mg: 9.6% y 0.5%, material seco: 89.3% y 85.1%, humedad: 35.2% y 35%, ceniza: 15% y 12.3%, C: 17.4% y 15.9% y relación carbono/nitrógeno: 18.3% y 15.7% respectivamente; probando que la composta con intervención microbiana fue mejor en calidad que la composta sin tratamiento. Se **concluyó** que los tiempos en ambos tratamientos difieren en cuarenta y dos días, haciendo acreedor al tratamiento con intervención de poseer mayor eficiencia respecto al tiempo, ya que el mismo se redujo porcentualmente en 30.2%.

Ludeña (2019), en su tesis: Efecto de los microorganismos eficaces en la descomposición de los desechos sólidos orgánicos más estiércol de ganado vacuno en el distrito de José Gálvez, Universidad Nacional de Cajamarca, tuvo por **objetivo** precisar el impacto microbiano de los organismos benéficos en la biodegradación de material orgánico que incluye desechos y estiércol en el relleno sanitario de la Cd. José Galvez-Celendrín. En la **metodología** se ideó una técnica de 4 tratamientos y 4 repeticiones de forma aleatoria, las dosis son específicas para tratamiento uno por uno. En los **resultados** para el tratamiento control se obtuvo tiempo de proceso de 135 d, para el segundo tratamiento 80 d, para el tercer tratamiento 70 d y para el cuarto tratamiento 60 d. Se **concluyó** que la actividad microbiana actuó de forma drástica en el parámetro tiempo de biodegradación.

### **2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES**

Huaraca (2020), en su tesis: Diferentes protocolos de obtención y activación de microorganismos eficientes de montaña sobre las características fisicoquímicas de abonos orgánicos, Universidad Nacional Agraria de la Selva, tuvo por **objetivo** valorar un par de técnicas para obtener y activar microorganismos benéficos de bosque o montaña respecto a las propiedades físicas y químicas de abono natural, en la

**metodología** la preparación de abono natural fue realizada por la técnica de compostaje, usando actividad microbiana de bosque o montaña, dichos microorganismos fueron capturados del Bosque Reservado BRUNAS, este procedimiento duró veintiocho días, Se valuó un primer tratamiento denominado “tradicional” y un segundo tratamiento denominado “innovador”, con cuatro reiteraciones en ambos y masa muestral de doscientos cincuenta kilogramos. Los **resultados** Indicaron que los parámetros evaluados: material orgánico y mineral, concentración de macro minerales y micro minerales, temperatura, humedad, tamaño de fragmento, productividad, no tuvieron diferencia significativa del día uno al día veintiocho ya que el valor de p fue mayor a 5%, no obstante, sí hubo diferencia significativa para el pH en el día veintiocho, ya que el p valor fue menor al 5%, con un pH de 7.5 para el tratamiento tradicional y 8.1 en el protocolo innovador. Se **concluyó** que los dos protocolos para obtener y activar microorganismos benéficos de bosque o montaña son similares respecto a propiedades químicas productivas y físicas.

García (2018) en su tesis: Eficiencia del *Saccharomyces cerevisiae* en la producción de abono orgánico a partir de residuos de flores del cementerio jardín de la esperanza, en el distrito de Amarilis, Huánuco abril – junio 2018, Universidad de Huánuco, tuvo por **objetivo** precisar la efectividad de *Saccharomyces c.* en las propiedades físicas, duración de biodegradación del material orgánico y los nutrientes contenidos en abonos producidos en base de residuos florales, y su viabilidad económicamente, socialmente, técnicamente y ambientalmente.

Se aplicó la **metodología** de experimento verdadero y un diseño al azar, las unidades de tratamiento no fueron del mismo número por tratamiento, ya que se imposibilitó tener las mismas cantidades, Se realizaron dos tratamientos, el primer tratamiento se repitió en cinco oportunidades y el segundo tratamiento se repitió en 2 oportunidades (grupo control), en ambos tratamientos se demandaron ciento cincuenta kilogramos de residuos florales. Los **resultados** muestran por medio del análisis de datos estadísticamente, a través del ANOVA, que *Saccharomyces c.* influyó de forma clara en el procedimiento de

biodegradación de material orgánico, se observaron diferencias significativas en las propiedades físicas; pH, humedad y temperatura, obtenidos en el seguimiento del proceso respecto al grupo control donde no se adicionó actividad microbiana. Se **concluyó** que la levadura *Saccharomyces c.* influyó en las propiedades físicas: pH, temperatura y humedad, debido a la actividad metabólica de los microbios en los residuos florales, difiriendo los datos del grupo control influyó en la biodegradación de material orgánico, apresurando el procedimiento, datos que se manifestó en la duración de obtención del abono, se alcanzaron los sesenta días de duración; no obstante esto también ocurría con el grupo control por la actividad microbiana naturales de los suelos, que también influyen en la aceleración del proceso. Hubo una diferencia insignificante de días entre ambos tratamientos.

Modesto (2023) en su tesis: Efecto del compost y microorganismos eficaces en la recuperación de suelos agrícolas degradados en el Distrito de Molino – Provincia de Pachitea – Departamento de Huánuco 2022, tuvo por **objetivo** demostrar el efecto de los microorganismos eficientes y el compostaje en suelos desgradados por la agricultura , en el distrito de Molino, Pachitea, Huánuco, 2022, la **metodología** que se usó fue de enfoque, alcance y diseño, cuantitativo, explicativo y experimental respectivamente.

El diseño de bloques usado completamente al azar fue cuatro, correspondientes a cuatro tratamientos (testigo, compost, compost + EM, EM) y cuatro repeticiones de cada tratamiento, aplicación del tratamiento, cada 20 días. Los **resultados** en las propiedades físicas, hubo diferencia significativa en textura con el t3 (compost con EM) cambiando de arcilloso a franco arcilloso, en la propiedad química el ph se modificó con el t1 (compost) de 4.6 a 5.4 y con el t3 de 4.6 a 5.3 (compost con EM. Se **concluye** que el t1 y t3 modifican de forma significativa las propiedades físicas y químicas de los suelos degradados por agricultura en el distrito de Molino, Pachitea, Huánuco, 2022.

## **2.2. BASES TEÓRICAS**

### **2.2.1. CAPACIDAD SAPROTRÓFICA**

#### **2.2.1.1. GENERALIDADES**

Raffino (2020), sustenta que son llamados organismos vivos que descomponen a todos aquellos seres que practican la heterotrofia, de quienes significa el soporte de su existencia, el material orgánico que se encuentre en proceso de descomposición, estos seres descomponedores cooperan en la reducción de este material a niveles minúsculos en composición, que puedan ser aprovechados.

Estos organismos ocupan el nivel más bajo de la cadena alimentaria o trófica, proveyendo de energía y nutrientes a los seres autótrofos. Hay tres categorías principales de organismos vivos descomponedores.

Guzmán (2017), nos dice que la función de los microorganismos detritívoros es, fundamentalmente, sustraer los residuos de flora y fauna inactiva o muerta y aplicar el proceso de descomposición hasta liberar CO<sub>2</sub> como finalidad de la ruta metabólica de respiración celular; de esta manera, el carbono vuelve a la capa atmosférica, donde a través de la fotosíntesis será sometido a fijación.

Componen la parte final de la cadena alimentaria o trófica y son llamados “los basureros”, ya que su función es usar el total de material orgánico que genera los demás niveles de la cadena alimentaria y devolver los nutrientes a la superficie o a las aguas oceánicas, aquí estos nutrientes serán nuevamente utilizados por los organismos del primer nivel o autótrofos, de esta manera se origina el comienzo de un nuevo ciclo de la cadena trófica.

Los organismos caprófagos, se sostienen de fragmentos de excremento, ellos pueden ser ubicados en casi la totalidad de

dyecciones. Los seres herbívoros se alimentan de volúmenes considerables de pasto. Cierta parte de este atraviesa el sistema digestivo, ciertamente no asimilada por completo.

También, el excremento compone diferentes caldos digestivos, grasas, vitaminas, sales minerales, carbohidratos, meollos albunoideas y otros componentes que encierran agentes físicos como albúminas bacterianas.

Se ponen en promedio de 20 a 25 huevos de esta especie. Mayormente son dos generaciones, ya que ponen los huevos dos veces por año, no obstante, este fenómeno puede cambiar o puede ser irregular, ya que el número de generaciones anuales, es un determinado espacio, puedes ser influenciado por factores como el clima y la duración del crecimiento. Este es el argumento de Stebnicka (2001, citado en Crespo, 2013).

Dentro de los parásitos que realizan la descomposición sobresalen dos tipos de escarabajos, necrófagos y caprífagos. Los primeros, depositan sus huevos encima de cadáveres, precisamente después del fenecimiento, de estos huevos nacen larvas que se desarrollan a costa del cuerpo muerto, apresurando su descomposición.

Estos organismos favorecen a la limpieza de un hábitat, que no se propaguen muchos efluentes y gases contaminantes que no son buenos para el ambiente. (Gaudry, 2013, citado en Alvarado y Osorio, 2020).

#### **2.2.1.2. HONGO**

El reino Fungi, es el reino que clasifica a los hongos, ya que estos no suponen ser ni animales ni plantas. El hombre suele imaginar a un hongo como el típico hongo que lleva un sombrero en la parte superior, como el *Agaricus bisporus* “champiñón”, sin embargo, esta forma es solo una de tantas que pueden ser halladas en el reino Fungi.

La variedad de la morfología de estos seres es muy extensa, pueden ser vistos en formas planas: *Trametes versicolor*, *Pycnoporus sanguineus*. En formas de copas: *Cookeina colensoi*, *Ascobolus scatigenus*, también en forma de estrellas: *Geastrum saccatum*. (Kuhar *et al.*, 2013).

Por otra parte, Navarro (2013), sostiene que el término Hongo, es un término general que engloba a levaduras y a mohos. Estos se encuentran en el suelo, vegetales, el aire y en el agua de forma extensa, mayormente son saprofitos y en su minoría componen patógenos, que se aprovechan de animales y plantas; por este motivo, los patógenos, se ven afectados todos los niveles de la cadena trófica, empezando por protozoos e insectos y terminando en mamíferos.

Depende del lugar donde se desarrollen pueden ser antropofílicos, zoofílicos y geofílicos, ya sea que se encuentren en el ser humano, en animales domésticos o en el suelo respectivamente. Los hongos pueden ser considerados organismos vegetales de nivel inferior, ya que no poseen clorofila, lo que los convierte en seres heterótrofos.

### **2.2.1.3. FUNCIÓN AMBIENTAL**

Para Steciow (2012), los hongos suponen organismos cuyas células poseen un núcleo definido y también poseen capacidad saprotrófica, ya que se sustentan de material orgánico en descomposición: residuos animales y vegetales, deshechos, productos que puedan sintetizarse y todo tipo de elementos solubles que se encuentren en el ambiente.

Los hongos demandan elementos carbonados que ofrezcan energía producto de la actividad de otros organismos, realizan el proceso de descomposición de forma eficiente desarrollando un rol significativo en los ciclos biogeoquímicos, asociados con otros organismos (protozoos, actinomicetes y bacterias).

Todas las especies de hongos practican la descomposición de determinados compuestos, entre estos se encuentran, la celulosa, la quitina, la queratina, la lignina, las proteínas, los hidrocarburos, entre otros).

A parte de los hongos, se requiere de más actividad microbiana para desarrollar el procedimiento de descomposición en su totalidad, ya sea de organismos como protozoos, bacterias y otros, esta se da secuencialmente teniendo en cuenta las destrezas nutricionales que poseen.

El reino Fungi supone un elemento de mucha importancia en la organización y actividad de un ecosistema, esto debido a las funciones que cumplen, ya sean de tipo fisiológico o de tipo ecológico, también pueden desarrollar funciones de integradores y mediadores que aportan al crecimiento del reino vegetal, específicamente a las especies arbóreas.

Dentro de las funciones más importantes que realizan los hongos, encontramos la intervención en los ciclos biogeoquímicos y la transferencia de nutrientes, participación en la organización de la actividad fotosintética, a partir del acrecentamiento de las hifas, regulan la composición de suelos y su propiedad permeable; además algunos vertebrados como mamíferos y otros invertebrados se alimentan de hongos, también se comportan con hábitat de organismos invertebrados, hongos y algas.

Desarrollan actividades para crear o alterar nichos ecológicos, mayormente de invertebrados; forman relaciones mutuales con vegetales, hormigas y cierto número de especies de algas, este es el argumento de Herrera y Ulloa (1990, citados en Capello, et al. 2014)

#### **2.2.1.4. MICROORGANISMOS EFICIENTES**

Los organismos eficientes consisten en una mezcla de microorganismos benéficos naturales presentada por el Prof. Teruo

Higay en la Universidad japonesa de Ryukus. Tiene múltiples aplicaciones, en la agricultura (promociona el desarrollo de plantas y suprime la aparición de enfermedades), en la ganadería (Reduce enfermedades digestivas de los rumiantes, en las actividades avícolas (disminuyendo plagas de mosquitos y la aparición de olores indeseables) y en el medio ambiente (contribuye en la recuperación de aguas y la descomposición en los lugares de última gestión o tratamiento de residuos sólidos. También tiene aplicaciones domésticas como el control de plagas y malos olores. Actualmente se encuentra estudiando su capacidad antioxidante en el cuerpo humano. (Banco Interamericano de Desarrollo - Convenio Fondo Especial de Japón, 2009). Para el Banco Interamericano de Desarrollo en convenio con el Fondo Especial de Japón (2009) los microorganismos eficientes poseen muchas aplicaciones enfocadas en buscar soluciones a problemas ambientales como tratamiento de aguas en PTAR, uso en pozos sépticos, aceleración de la descomposición de residuos sólidos orgánicos previa disposición final en rellenos sanitarios.

#### **2.2.1.5. BACTERIAS FOTOTRÓPICAS**

Según la Guía de Tecnología de Efficient Microorganisms, las bacterias fototrópicas son un conjunto de microorganismos autosuficientes o autónomos. Tienen la capacidad de sintetizar materia importante de fluidos de raíces, material orgánico o gases perjudiciales, utilizando el suelo y la luz del sol como fuente energética. Esta materia importante compone azúcar, sustancias bioactivas, aminoácidos y ácidos nucleicos. Estos microorganismos desarrollan metabolitos, los cuales las plantas pueden absorber de forma directa, además funcionan como base para atraer el aumento poblacional de microorganismos beneficiosos para el suelo. Una aplicación de estas bacterias, es el incremento de micorrizas arbuscular-vesicular en la rizósfera gracias a la oferta de aminoácidos que son originados por actividad fototrópica de estas bacterias.

### **2.2.1.6. BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS**

Las bacterias ácido-lácticas producen ácidos lácticos principalmente de carbohidratos, originados por bacterias fototrópicas y otros hongos (levaduras). Desde hace miles de años estos microorganismos tienen aplicación en la elaboración de diversos alimentos, como el yogurt, el queso, entre otros.

Otra de sus aplicaciones es la capacidad de descomposición que posee de compuestos como la celulosa y la lignina, a través de la fermentación, deshaciéndose de consecuencias indeseables que ocasiona el material orgánico no descompuesto; también se comporta como un supresor de microorganismos perjudiciales, lo cual lo cataloga como un fuerte esterilizante. Estas bacterias tienen una función anti patógena, eliminan enfermedades, o hasta organismos como el fusarium, identificados en los campos de cultivo con actividad continua, estos debilitan a los vegetales, dejándolos indefensos ante la aparición de enfermedades y plagas. (Guía de la Tecnología de EM)

### **2.2.1.7. ACTINOMICETOS**

Los actinomicetos son bacterias que se caracterizan por formar filamentos ramificados y tener reproducción asexual a partir de esporas asexuales. Conforman un grupo extenso de bacterias aeróbicas y mesófilas, gram psitivas, poseen elevadas concentraciones de G-C en su material genético, entre un 51% y un 78%. Su distribución ecosistémica es bastante extensa, tienen un papel en la descomposición de material orgánico de la superficie, sin embargo, también se hallan en ecosistemas acuáticos, oceánicos y continentales (Castrillón, et al., 2020).

### **2.2.1.8. LEVADURAS**

Las levaduras constituyen hongos conformados por una sola célula (unicelulares), su desarrollo es el resultado principalmente de

procesos de fisión o gemación. Estos no crean sus periodos sexuales en el interior ni sobre un organismo fructífero. Las levaduras conforman más de cien géneros que abarcan a su vez aproximadamente 700 especies (Gutiérrez, 2018).

## **2.2.2. MICROORGANISMOS DE MONTAÑA**

Los microorganismos de montaña engloban aproximadamente diez géneros, con una media de ochenta especies, los principales grupos identificados dentro de estos son: levaduras, bacterias ácido lácticas, bacterias fotosintéticas y actinomicetos. También tienen una función descomponedora de material orgánico y ponen a disposición los nutrientes existentes en el suelo, tienen características anti patogénicas, inhibiendo el crecimiento de organismos perjudiciales en el suelo. En los vegetales ayudan en el desarrollo de todos sus ciclos, tienen capacidad de degradar químicos, como herbicidas, fungicidas o plaguicidas, mejorando la calidad de la superficie. (Tencio, 2015).

### **2.2.2.1. RECOLECCIÓN Y REPRODUCCIÓN DE MICROORGANISMOS BENÉFICOS DEL BOSQUE O MONTAÑA**

El Ministerio de Agricultura y Ganadería, El Salvador, sostiene que es importante que los microorganismos de montaña sean capturados del mismo suelo donde serán aplicados, o de lugares cercanos a su utilización, esto para asegurar una mayor eficiencia de la aplicación, de esta manera se previenen posibles recortes de microorganismos (muerte) ya que estas especies se encuentran familiarizadas con la humedad, el material orgánico y la temperatura.

El procedimiento de la recolección de los microorganismos de montaña, consiste en separar hojas sueltas de la superficie del suelo, para posteriormente tomar la hojarasca que alberga estos microorganismos, en seguida deben ser dispuestos en bolsas oscuras, para finalmente proceder a reproducirlos en medio sólido y consecuentemente en líquido.

- **Saccharomyces cerevisiae**

**Tabla 1**

*Clasificación Taxonómica de Saccharomyces cerevisiae*

<b>Taxonomía</b>	
<b>Reino:</b>	Fungi
<b>División:</b>	Ascomycota
<b>Clase:</b>	Saccharomycetes
<b>Orden:</b>	Saccharomycetales
<b>Familia:</b>	Saccharomycetaceae
<b>Género:</b>	Saccharomyces
<b>Especie:</b>	S. cerevisiae

**Nota:** Se muestra la clasificación taxonómica del hongo *Saccharomyces cerevisiae*

*Saccharomyces cerevisiae*, se encuentra dentro de las principales (SCP) fuentes proteicas conformadas por una sola célula. Los hongos, específicamente las levaduras son los microorganismos fundamentales usados como fuente proteica, esta levadura es conocida también como la obtención proteica de la masa biológica microbiana.

La levadura *Saccharomyces cerevisiae* es el hongo de mayor uso a través del tiempo por el hombre, desde tiempos vetustos tuvo un papel importante en la producción de varios productos alimenticios, como el pan, el queso o en bebidas como el vino y el yogurt. (Suárez, *et al.*, 2013).

El material orgánico residual se compone principalmente de polisacáridos, de la subdivisión de los carbohidratos, por ejemplo, de lignina, celulosa, hemicelulosa, sacarosa u otros compuestos que sean alimento de dicha levadura, el proceso de reducción de polisacáridos se realiza a través de enzimas producidas por *Saccharomyces cerevisiae*, finalmente se obtiene glucosa de la reducción, componente que es la fuente irremplazable de energía para el mismo.

A causa de, se sostiene que la cantidad de *Saccharomyces cerevisiae* y el tiempo de descomposición de residuos orgánicos

tienen una relación inversa, a mayor concentración del microorganismo, menor será el tiempo del proceso, debido a la demanda de sustrato que necesita una mayor cantidad de los mismos.

Estos microorganismos tienen una formación primaria, se componen de una sola célula y su principal fuente de alimentación es la sacarosa, tienen reproducción no sexual rápida, son capaces de modificar el entorno donde se encuentren y demandan de agua para el proceso de biotransformación, sintetizando componentes de elevado valor adicional en la materia orgánica. (Rivera, *et al.*, 2020).

Para obtener el crecimiento microbiano de *Saccharomyces cerevisiae*, se debe realizar un procedimiento de infestación de la levadura en cápsulas de Petri, con agar nutritivo. Una vez se empieza a dar la infestación en la placa, se deben transponer la levadura en crecimiento a un matraz contenida de agua con azúcar que ha sido conseguido a través de la hidrólisis.

Para reproducir el microorganismo, se debe disponer la levadura en un contenedor para fermentar, este debe estar contenido de melaza, una vez fermentado el microorganismo, este quintuplicará su masa inicial. Mientras se da esta metodología, se debe proveer más oxígeno, ya que la levadura así lo demanda, no obstante, se convertiría en un proceso anaeróbico.

En estas condiciones *Saccharomyces cerevisiae*, ya no se reproduce, si no que sintetiza el azúcar a alcoholes. (Hernández, 2003, citado en Escorcía, *et al.*, 2012).

- **Trichoderma spp**

**Tabla 2**

*Clasificación Taxonómica de Trichoderma spp*

<b>Taxonomía</b>	
<b>Dominio:</b>	Eukaryota
<b>Reino:</b>	Fungi
<b>División:</b>	Ascomycota
<b>Subdivisión:</b>	Pezizomycotina
<b>Clase:</b>	Sordariomycetes
<b>Orden:</b>	Hypocreales
<b>Familia:</b>	Hypocreaceae
<b>Género:</b>	Trichoderma

**Nota:** Se muestra la clasificación taxonómica del hongo Trichoderma spp.

El hongo Trichoderma, es un organismo variable con su metabolismo, tiene la capacidad de sostenerse de una extensa variedad de vegetales, incluso de oligosacáridos (sacarosa, rafinosa), y polisacáridos (almidón, celulosa, pectina, entre otros). Sus especies prevalecen en ambientes de suelo, tiene pocas exigencias nutricionales, y el intervalo de temperatura que soportan van desde los 25°C a los 30 °C, idóneos para su desarrollo (Sandle, 2014, citado en Hernández, *et al.*, 2019). Mayormente, muchas de las especies de Trichoderma, favorecen el desarrollo de los vegetales, ya que interactúan directamente con la rizófera del suelo, interviniendo en las raíces de las plantas a través de la generación de giberelina y auxina; además por medio de los ácidos orgánicos que producen como cítrico, fumárico y glucónico. Estos últimos son capaces de reducir el potencial de hidrógeno de la superficie y favorecer la disolución de elementos como el Mg, Fe, Mn y  $PO_4^{3-}$ , quienes son indispensables para el proceso de metabolización en plantas. (Torres, *et al.*, 2015; Sharma *et al.*, 2017, citados en Hernández, *et al.*, 2019). Otra virtud de este microorganismo es que se comporta como un controlador biológico de patógenos, siendo una de los más resaltantes en los suelos agrícolas, De cada 100 fungicidas biológicos del mercado, 60 de ellos están compuestos de este microorganismo. Trichoderma es considerado plaguicida, fertilizante, incitador del desarrollo de las los vegetales, de la

disolución de nutrientes y descomponedor de material orgánico. Este es el argumento de Vinale et al., Charoenrak y Chamswarnng, (2008,2016; citados en Hernández, *et al.*, 2019).

Covacevich y Consolo (2014) señalan que muchas investigaciones avalan que *Trichoderma* interactúa principalmente a unos diez a veinte centímetros de la superficie del suelo. Para poder realizar el muestreo del microorganismo, la humedad debe ser idónea para que la columna cilíndrica se desprenda con facilidad del captador.

En el caso de que haya mucha humedad, el suelo podría quedarse junto al captador; si hay poca humedad este no podrá ingresar al suelo. Se plantea la opción de saturar el suelo con agua, dos litros en cada transecto que se ha elegido para la obtención de la muestra, dejar que el suelo absorba el agua y finalmente realizar la extracción sin mayor problema.

#### **2.2.2.2. APLICACIÓN BIOTECNOLÓGICA**

La aplicación del hongo *Trichoderma* como parasitador de otros hongos, fue sustentada en 1932 por Weindling, su aplicación como controlador de plagas se dio desde 1970, a causa de estudios en la agricultura (ornamental y hortaliza). Sin embargo, los estudios para su aplicación en la producción en la agricultura son reducidos y poco organizados.

El *Trichoderma* tiene aplicación industrial biotecnológica, ya que son capaces de generar diferentes metabolitos, y pueden adaptarse a distintos sustratos y medios. Las investigaciones de la aplicación de *Trichoderma*, a través de la elección de colonias, para el control biológico de enfermedades y vectores, no tienen el proceso profundo que requiere para dar solución es este problema. Este escenario tiene efecto en la validez y la durabilidad de colonias elegidas en los medios de producción. (Martínez, *et al.*, 2013).

Rincón (2013), afirma que recientemente se ha descubierto que *Trichoderma* tiene la facultad de suscitar el desarrollo de los vegetales, y de formar colonias en la raíz de estos vegetales, con la finalidad de inducir el sistema inmunitario. Debido a estas características, se da su aplicación extensa como agente biocontrolador de otros hongos patógenos con amplia incidencia en los cultivos. La comercialización de *Trichoderma* es muy amplia para diferentes productos, a base de diversas cepas del mismo. Las investigaciones de este hongo, sus propiedades y el funcionamiento de estas propiedades, puede originar la aparición de una generación de segundo orden de cepas, que tengan propiedades mejores a las de la primera generación. Otras aplicaciones en la biotecnología de este hongo, son a causa de que se comportan como productores eficientes de celulosa y otros componentes que realizan la hidrólisis enzimática de un elevado valor.

#### **2.2.2.3. PREPARACIÓN DE MICROORGANISMOS EFICIENTES**

Moya (2012) señala que, para obtener EM, se debe realizar una composición de uno a dos de leche y melaza en litros, añadirse cien gramos de una especie de hongo (levadura), se debe dormir la composición durante diez a quince días, en un contenedor debidamente cubierta y asegurada, esto con la finalidad de liberar cualquier gas y evitar la introducción de cualquier vector. Otros expertos incentivan a añadir una porción de suelo orgánico, preferiblemente suelo virgen o de bosque, en un colador dentro de la composición con el fin de elevar la eficiencia de los microorganismos. Finalmente, después de esperar el número de días indicado se debe filtrar para su posterior uso.

La Guía de Tecnología de Efficient Microorganisms indica que en el caso de EM de venta se cuenta con una variedad de presentaciones (Efficient microorganisms; básico, original, concentrado, solución madre, entre otros) son distintas denominaciones para el propio, no obstante se encuentra

unificando la idea para llamarlo solo Efficient microorganisms-1. Este producto tiene presentación líquida y agrupa microorganismos de diferentes especies, su estado original es inactivo o latente, para su preservación en el tiempo, a causa de, se debe realizar un procedimiento de activación antes de ser utilizado. Los microorganismos eficientes activados están compuestos de Efficient microorganisms-1, melaza y agua destilada en porcentajes de 5, 5 y 90. La fermentación tarda de 7 a 14 días. Para contrastar la activación se debe monitorear el olor y el pH, el primero debe ser agrio dulce y el segundo debe ser 3.5 o menor.

## **2.2.3. DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS**

### **2.2.3.1. RESIDUOS SÓLIDOS**

Según el INEI (2019) se denomina residuo sólido a aquellos componentes o subcomponentes en estado de materia sólido o semi sólido de los cuales su acreedor tiene o debe deshacerse guiado por la política y las normas con el objetivo de no poner en riesgo el estado ambiental del medio ni el estado de la salud de las personas.

Para poder gestionar estos elementos se debe visionar un tratamiento completo y sustentable, a través de la integración coordinada de la normativa, actividades y técnicas, dirigido estrictamente por las normas políticamente infaltables, guardando coherencia con lo económica y técnicamente posible para lograr el objetivo.

Por otra parte, la ONU (Organización de las Naciones Unidas) para el Desarrollo Industrial, ONUDI, en el 2007 evoca la definición de residuo como una totalidad generada a partir del desarrollo de cualquier actividad del hombre u otros seres bióticos, convirtiéndose en una concentración irregular, que casi siempre, es complicado volver a reinsertar en los ciclos biogeoquímicos. (Citado en Bustos, 2009).

Para Ibáñez y Corroccoli (2002) el hombre ha creado un inmenso sistema de mercado basado en producir y consumir para

colmar sus precariedades. Para producir se demanda de materia prima y energía, estos no son utilizados en su totalidad. El resto de la totalidad demandada y lo que realmente es utilizado se llama residuo.

#### **2.2.4. CLASIFICACIÓN Y SEGREGACIÓN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS**

El MINAM (2016), Perú, sostiene que la clasificación de residuos, debe darse en concordancia al tratamiento al que serán sometidos (residuo peligroso-residuo no peligroso) y relacionado con las autoridades responsables de gestionarlos (residuo municipal-residuo no municipal). El D.L N° 1278, en su reglamento puede categorizar a los residuos por su procedencia o demás características, en caso sea preciso.

También los responsables de la generación de residuos de tipo no municipal, están dictaminados a disponer sus residuos antes seleccionados a empresas operadoras de residuos sólidos, que cuenten con la autorización necesaria, de la misma forma los responsables de la generación de residuos de tipo municipal están dictaminados a disponer sus residuos antes seleccionados a EPS autorizadas o a la respectiva municipalidad a cargo de la gestión.

##### **2.2.4.1. RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS**

Considerados como materia proveniente de residuos de la materia viva, sea de origen vegetal o animal, partes no consumibles de los frutos, sobras de productos alimenticios, entre otros. Estos desechos son objeto de descomposición por parte de las propiedades naturales de organismos bióticos como bacterias, anélidos y hongos, sobre todo. (Santoyo, s.f.).

##### **2.2.4.2. VALORIZACIÓN**

En el territorio peruano, los residuos de origen orgánico manifiestan un porcentaje mayor a la mitad de los residuos generados en total, los cuales pueden a través de distintos procedimientos convertirse en sub productos o materia prima. Con

la finalidad de dar una nueva utilidad a dichos residuos municipales después de su transformación, se deben tomar medidas con este fin y con el fin de sensibilizar, capacitar, registrar, empadronar a los generadores, así como realizar el recojo de residuos preseleccionados, preparación de un documento informativo sobre la reconversión de residuos municipales de origen orgánico; para asegurar una dirección idónea en el marco ambiental (MINAM, 2019).

### 2.2.4.3. COMPOSTAJE

Consiste en un método en el cual el material orgánico se somete a un ambiente específico en el que los microorganismos benéficos descomponen dicho material para obtener compost con características provechosas para el suelo. El compostaje tiene consecuencias de gran provecho en la conformación de la superficie, a causa de su apariencia grumosa, forma montones de tierra y permite el aireamiento, también lo mantiene húmedo.

En la preservación del recurso suelo, consiste en un insumo NO artificial, sin agroquímicos ni enfermedades. Este abono suele tener características anti patógenas, contra bacterias y hongos en suelos agrícolas, en pro del desarrollo de las plantas, nutre a los vegetales, y es una técnica bastante económica, debido al alcance del método, que puede ser realizado fácilmente. (Ministerio de Medio Ambiente y medio rural y marino (MARM, España, s.f.).

**Tabla 3**  
*Fases en el compostaje*

<b>F. Mesófila</b>	<b>F. Termófila</b>	<b>F. Descenso de temperatura.</b>	<b>Maduración</b>
Temperatura ambiente hasta 40 °C	40 a 70°C o más	Descenso de la temperatura hasta 40-45°C	18 a 22°C
Hongos mesofílicos y termotolerantes. Bacterias mesofílicas. pH 5 – 5.5	Bacterias Actinomicetos s Hongos pH 8 - 9	Bacterias Hongos Invertebrados pH 8.5	Bacterias Actinomicetos hongos pH 7 - 8

**Nota:** Etapas durante la descomposición en el compostaje, presencia de organismos en las diferentes etapas y acidez o alcalinidad.

Para Guerrero y Monsalve (2006), la obtención de compost es la actividad en un ambiente con características específicas y una duración idónea ocasionado por el hombre que interviene en la descomposición de material orgánico, que se da de forma inevitable en la naturaleza. También lo definen como un procedimiento de oxidación biológica controlada, que presenta actividad de una extensa variedad de organismos; demanda mantenimiento húmedo específico como material orgánico diverso, de la misma forma las salidas de este proceso son, material mineral, dióxido de carbono y agua y el producto principal, un abono natural estable, sin toxinas, listo para aplicación en suelos agrícolas sin efectos secundarios.

#### **2.2.4.4. BIOCHAR**

El biocarbón es producido mediante la descomposición a elevadas temperaturas de material orgánico, dicho proceso se somete a bajas concentraciones de oxigenación. La temperatura en el proceso debe ser inferior a los setecientos grados; el producto es de aplicación en la agricultura, característica que lo diferencia del carbón para fines energéticos y de adsorción. La iniciativa internacional sobre el biocarbón, en el año 2012 definió al biocarbón en su “Definición de productos estandarizados y directrices de prueba de productos para biocarbón que se utiliza en el suelo” como materia, producto de procesos térmicos y químicos de material orgánico sometidos a condiciones de oxigenación baja (Escalante, *et al.*, 2016).

Al respecto Olmo (2016) sostiene que el biocarbón es un componente enriquecido en carbono, producto de la degradación térmica y química de material orgánico en un intervalo de temperaturas que va desde los trescientos hasta los setecientos grados y sin oxigenación. El procedimiento de no proveer de oxigenación a un medio se denomina pirólisis, consiste en la fijación del carbono contenido en el material orgánico en un método más resiliente a la síntesis de origen químico y biológico de esta forma el carbono que llega al suelo no se descompone y no hay emisiones

atmosféricas de carbono como sí las hay en los procesos de descomposición aerobios. Las propiedades del biocarbón le dan la capacidad de mejorar los aspectos físicos y químicos de la superficie y aumentan el rendimiento de la actividad agrícola, además aporta en la captura de carbono, lo que lo hace un insumo para hacerle frente a los problemas ambientales.

#### **2.2.4.5. LOMBRICULTURA**

El proceso de descomposición a partir de lombrices es un método agrícola, donde se crían estos organismos en estado cautivo, la principal finalidad es producir humus, que es un fertilizante y enriquecedor de suelos totalmente de origen natural. Este método de descomposición es ecológicamente viable y recomendado debido al reciclaje de material orgánico para el desarrollo de las lombrices (estiércol, restos vegetales, entre otros), tiene aplicación biotecnológica por los procesos químicos, biológicos y microbiológicos que suscitan en las diversas etapas de alimentación que provoca la fermentación. (Somarriba y Guzmán, 2004)

#### **2.2.4.6. BIOGÁS**

Se denomina a este término como el producto de procesos de descomposición de material orgánico realizado en determinados elementos o ambientes de origen natural. Este proceso desarrollado por las propiedades de organismos que realizan la metanogénesis, y otras especificaciones, el proceso fermentativo se lleva a cabo en medios anaerobios.

La composición del biogás, está distribuido entre metano y carbono principalmente, con concentraciones de intervalos desde un poco menos de la mitad hasta un poco más de la mitad, en menos proporción contiene gases como ácido sulfhídrico, oxígeno, nitrógeno e hidrógeno atmosférico (Servicios manufactureros, alcoholes industriales, Guatemala, s.f.).

#### **2.2.4.7. ABONOS ORGÁNICOS**

El abono de origen orgánico tiene gran relevancia en las actividades agrícolas ya que aportan al rendimiento de suelos agrícolas en la producción de los productos, actúa como promotor de la mejora de los factores físicos, químicos y biológicos.

Asimismo, se comporta como una agente nutricional de vegetales, incrementando la capacidad productiva de la superficie. El abono orgánico además aumenta el crecimiento de la radícula de los vegetales, aportando al sostén de estos, impartiendo la existencia de cultivos sanos induciendo de forma positiva al comportamiento fisiológico de las plantas (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2014).

#### **2.2.5. PARÁMETROS DE CARACTERIZACIÓN**

##### **2.2.5.1. TEMPERATURA**

Cuando se coloca la materia orgánica en camas de compostaje, o en un biodigestor, si las especificaciones del proceso son idóneas, se da inicio a la fermentación a través de las actividades de los microorganismos. En el punto de partida las temperaturas de todo el conglomerado es el mismo, según el desarrollo de los organismos se van incrementando los niveles. Un buen indicador de que el proceso de compostaje es idóneo gracias a la fermentación por obra de los microorganismos es la subida de temperaturas en total de la cama, es por esto que este factor es un indicador irremplazable del proceso fermentativo en una pila.

Los cambios de temperatura tienen mayor incidencia en la actividad de los microorganismos que los cambios de otro factor como la acidez, la humedad o la relación carbono/nitrógeno (Bueno, et al., s.f.).

Durante cada etapa del método de biodegradación, participan una variedad de microorganismos, quienes tienen demandas

diferentes de temperaturas. En la etapa de desarrollo o latencia de 15°C a 45°C, en la etapa termofílica de 45°C a 70°C, en la etapa madurativa, temperatura menor a 40°C (MARM, España, s.f.).

**Tabla 4**  
*Intervalos de temperatura idóneos*

Temperatura (°C)	Causas asociadas		Soluciones
Temperaturas bajas (Temperatura ambiente Menor a 35°C)	Escasez de humedad.	Las causas de las temperaturas bajas pueden ser varias, por ejemplo, la insuficiencia de humedad, que reduce la actividad microbiana y por ende las temperaturas disminuyen.	Añadir agua a la materia orgánica o en su defecto materia orgánica húmeda como frutas y verdura.
	Materia Reducida	Insuficiencia de la materia o formas de pila erróneas que no permiten el alcance de temperaturas adecuadas.	Aumentar la masa de materia orgánica en la pila.
	Insuficiencia de N o relación carbón/nitrógeno o bajo	La masa cuenta con elevada relación carbono: nitrógeno, por ende, los microbios no cuentan con oferta necesaria de nitrógeno para producir proteínas y enzimas; lo que reduce la actividad. La cama de compostaje tarda en elevar la temperatura 7 días o más.	Sumar materia con elevadas concentraciones de N, excretas.
Temperaturas elevadas (Temperatura ambiente Mayor a 70°C)	Humedad y aereación escasos.	La elevación de temperaturas impide la biodegradación. La actividad metabólica sigue su curso, pero de manera limitada, lo que no permite la activación de bacterias mesofílicas y trunca la culminación de la descomposición.	Añadir materia orgánica con elevada concentración de C de biodegradación pausada (vegetal seco) Seguimiento de la humedad en cada volteo, porcentaje de 55% a 60%.

**Nota:** Se muestran rangos de temperatura y sus posibles soluciones

### 2.2.5.2. HUMEDAD

Como se sabe el proceso de la elaboración de una composta es un procedimiento de biodegradación del material orgánico, los

microorganismos demandan de H<sub>2</sub>O para poder desarrollar sus actividades metabólicas.

La relevancia del porcentaje de humedad idónea fue demostrada mediante un experimento donde se analizó la variabilidad del contenido de oxígeno que se consume por una cantidad preliminar en la composta, en el biodigestor sellado sometido a una misma temperatura en relación a la humedad.

Una adecuada humidificación para la actividad de los microorganismos es desde 50% hasta 70%, las actividades disminuyen demasiado cuando el porcentaje está bajo 30; sobre el 70 el H<sub>2</sub>O reemplaza el oxígeno en las porosidades, lo que ocasiona un proceso anaerobio y un ralentizamiento de la biodegradación. (Bueno, *et al.*, s.f.).

Desde otro punto de vista el Ministerio de Medio Ambiente y Medio rural y marino (MARM), España señala que la humedad es necesaria, porque es demandada por las actividades de los organismos, esto debido a que el H<sub>2</sub>O es su fuente de supervivencia de alimentación y desplazamiento.

En el procedimiento de la elaboración de compostas no se debe llegar a humedades exageradas para no caer en el proceso anaerobio y tampoco no deben ser demasiado bajas ya que eso produce un aminoramiento de las actividades.

Este autor sostiene que la idoneidad de la humedad se encuentra en concentraciones desde el 40 % hasta 60%, condicionado por la distribución de materia orgánica y su morfología.

### **2.2.5.3. TAMAÑO DE PARTÍCULA**

Es un factor importante que aporta a la eficiencia de la degradación biológica, debido a que, a más cantidad de espacio propenso a la descomposición por los organismos en unidades de masas, mayor rapidez y totalidad habrá en la respuesta.

Debido a esto, el corte de la materia coopera en la eficiencia de la actividad de los organismos y disminuye la duración de la realización de la composta. En un antecedente con materia agraria e industrial se sostuvo que el tiempo de duración del proceso disminuyó a la mitad cuando la materia se molía.

No obstante, si los tamaños diminutos facilitan las actividades de los organismos, esto disminuye la porosidad de la masa e incrementa el rozamiento. (Haug, 1993, citado en Bueno, *et al.*, s.f.). Por otra parte, Tortosa (2018), señala que en el procedimiento la proporción de los fragmentos y la uniformización de la masa en un inicio son requerimientos necesarios para dar inicio rápido al procedimiento y que se eleven las temperaturas de las pilas.

De esta manera, mientras más diminuto sea el fragmento, más superficie aprovechable existirá para los microbios que biodegradan. También es importante realizar una mezcla correcta del material orgánico si estos son de diversas procedencias, así como una proporción adecuada se trata de masas mayores. Con esta finalidad se demanda el uso de máquinas específicas.

#### **2.2.5.4. COLOR**

Sogama sostiene que una composta que se ha desarrollado adecuadamente es de un tono oscuro del cual su composición original es imperceptible. (s.f.). Según el MARM, España, las muestras de compost en distintas fases de maduración muestran diferentes intensidades de marrón, mientras más oscura se muestre, se podrá asumir una etapa madurativa más elevada.

#### **2.2.5.5. RELACIÓN C/N**

La proporción Carbono: Nitrógeno cambia de acuerdo a la materia inicial, este valor es obtenido de la división de la concentración porcentual de carbono entre la concentración porcentual de nitrógeno de los componentes de la composta. Esta

proporción se altera durante las fases del procedimiento, tratándose de una disminución constante, de 35/1 a 15/1. (Román, *et al.*, 2013).

**Tabla 5**  
*Parámetros de la relación Carbono/Nitrógeno*

<b>C:N</b>		<b>Razón asociada</b>	<b>Solución</b>
Mayor a 35/1	Demasía de carbono	Predominancia de materia enriquecida con carbono. Descomposición fría y lenta a causa de esto.	Suministrar materia enriquecida con nitrógeno para alcanzar una relación carbono/nitrógeno idóneo.
<b>15/1 – 35/1 Rango idóneo</b>			
Menor a 15/1	Demasía de nitrógeno	Predominancia de materia enriquecida con nitrógeno. Descomposición caliente de forma excesiva, generación de hedor por la liberación de amoníaco (NH <sub>3</sub> )	Suministrar materia enriquecida con carbono. (vegetal seco)

**Nota:** Se muestran los rangos aceptables e inaceptables de la relación C/N.

#### **2.2.5.6. GRADO DE ACIDEZ O ALCALINIDAD**

El potencial de hidrógeno contribuye directamente en el proceso de la composta ya que influye en la actividad metabólica de los microorganismos. En la etapa de la mesofilia al inicio se observan disminuciones de pH a causa de la actividad de organismos en material orgánico de mayor fragilidad, lo cual genera la emanación de ácido orgánico. De cierto modo, la disminución del pH puede ser más intensa en ambientes anaerobios, ya que se generarán mayores cantidades de ácidos carboxílicos.

En la siguiente etapa se genera el incremento del pH, haciendo un medio alcalino, esto por la disminución de ácidos carboxílicos y la producción de amoníaco de la síntesis de proteínas.

En la última etapa el pH suele neutralizarse, a causa de la conformación de sustancias húmicas. (Sánchez, Monedero, 2001, citados en Bueno, *et al.*, s.f.).

**Tabla 6**  
*Parámetros de pH óptimos*

<b>pH</b>	<b>Causas asociadas</b>	<b>Solución</b>
Menor : 4.5	Demasía de ácidos carboxílicos u orgánicos. La materia vegetal de procedencia de cocinas o fruta, generan demasiados ácidos carboxílicos que vuelven el medio ácido,	Suministrar materia enriquecida con nitrógeno para alcanzar una relación carbono/nitrógeno idóneo.
<b>4.5 – 8.5 Rango idóneo</b>		
Mayo r a 8.5	Demasía de nitrógeno. Altas concentraciones de N en la materia inicial, con escasa proporción C/N, además de elevada temperatura y humedad, se genera NH <sub>3</sub> alcalino.	Suministrar materia enriquecida con carbono. (vegetal seco)

**Nota:** Se muestran los rangos de Ph.

## 2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

### 2.3.1. MICROORGANISMOS EFICIENTES

Tecnología cuyo principio fundamental es la inoculación de organismos beneficiosos para aportar en la mejora de las características de la superficie, eliminar pudrición (incluso patógenos), aumentar la eficiencia de la demanda de material orgánico por los vegetales, así como su descomposición. (Higa, 1982, citado en Guía de la Tecnología EM, s.f.)

#### 2.3.1.1. BIODEGRADACIÓN

La degradación biológica es la síntesis por procesos químicos de la materia por acción de bacterias y otros microorganismos. La definición se usa normalmente relacionado con la ciencia ecológica, el manejo de desechos, la medicina biológica y el ambiente, actualmente es relacionado con insumos ambientalmente amigables que tienen la capacidad de biodegradarse en el medio natural. (BIOPOLCOM CHILE, 2019).

### **2.3.1.2. COMPOSTAJE**

La realización de compostas conforma una técnica de baja demanda monetaria, mediante el cual se transforman deshechos y materia orgánica en insumos estabilizados de forma biológica, que tienen aplicaciones remediadoras o fertilizantes, también como concentraciones benéficas para suelos agrícolas, aminorando los impactos ambientales negativos y permitiendo el beneficio de las propiedades que tienen. (Tortosa, 2008).

### **2.3.2. GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES**

Es una agrupación de técnicas operáticas que se caracterizan por brindar a los deshechos o residuos en un determinado lugar la mejor disposición general, basado en el enfoque sanitario y ambiental, y en sus propiedades (masa, volumen, origen), posibles tratamientos y métodos recuperativos y valorativos, rigiéndose a partir de las políticas burócratas de este sector. (Escobar, 2019).

#### **2.3.2.1. REINO FUNGI**

Es la clasificación en la que encontramos a mohos, setas y levaduras. Los mencionados del reino fungi tienen células con núcleo definido, y a pesar de su parecido visual con los vegetales, se diferencian de estos por diversas características y propiedades. (Enciclopedia Online, 2019)

#### **2.3.2.2. ORGANISMOS AUTÓTROFOS**

Son conocidos como organismos independientes, con la capacidad de obtener sus propios compuestos de desarrollo, usando como fuente el material inorgánico y energía como la luz del sol. (Uriarte, 2020).

#### **2.3.2.3. ORGANISMOS HETERÓTROFOS**

Son conocidos como organismos dependientes incapaces de desarrollar su fuente de alimentación, dependen de otros organismos para lograr sobrevivir. (Uriarte, 2020).

#### **2.3.2.4. VALORIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS**

Proceso de sustitución de un material por otro material residual para obedecer a sus funciones. (SMV, 2018).

#### **2.3.2.5. ABONO ORGÁNICO**

Son todos aquellos abonos obtenidos con excretas de ganado vacuno, residuos de origen animal, vegetal, tanto urbano como rural. (Glosario de Agricultura Orgánica de la FAO, 2009)

### **2.4. HIPÓTESIS**

#### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

Hi: Existe diferencia en la capacidad saprotrófica de los hongos *Trichoderma spp* y *Saccharomyces cerevisiae* en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos.

Ho: No existe diferencia en la capacidad saprotrófica de los hongos *Trichoderma spp* y *Saccharomyces cerevisiae* en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos.

#### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA**

Hi1: El progreso semanal de la capacidad saprotrófica de los hongos *Trichoderma spp* y *Saccharomyces cerevisiae* en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos es diferente.

Ho1: El progreso semanal de la capacidad saprotrófica de los hongos *Trichoderma spp* y *Saccharomyces cerevisiae* en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos no es diferente.

Hi2: Las medias de los parámetros de seguimiento de los tratamientos con *Trichoderma spp* y *Saccharomyces cerevisiae* en la descomposición de los residuos orgánicos son diferentes.

Ho2: Las medias de los parámetros de seguimiento de los tratamientos con tratamientos con *Trichoderma spp* y *Saccharomyces*

cerevisiae en la descomposición de los residuos orgánicos no son diferentes.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. VARIABLE DE CALIBRACIÓN**

Actividad saprotrófica.

### **2.5.2. VARIABLE EVALUATIVA**

Descomposición de residuos sólidos orgánicos.

## 2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

<b>Variable de calibración</b>	<b>Indicador</b>	<b>Valor final</b>	<b>Tipo de variable</b>
Capacidad saprotrófica	Especie de hongo	Trichoderma sp. Sacharomyces cerviceae	Nominal dicotómica
<b>Variable evaluativa</b>	<b>Indicador</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Tipo de variable</b>
Descomposición de residuos sólidos orgánicos	<b>Parámetros físicos:</b>		
	Masa descompuesta	Peso (Kg)	Numérica continua
	Volumen descompuesto	Volumen (ft3)	Numérica continua
<b>Variable de caracterización</b>	<b>Indicador</b>	<b>Unidad de medida.</b>	<b>Tipo de variable</b>
	<b>Parámetros de seguimiento (Factores)</b>		
Parámetros del proceso	-Temperatura	Grados Centígrados (°C)	Numérica continua
	-Humedad	Porcentaje (%)	Numérica continua
	-Ph	Escala de acidez	Numérica continua
	-Lixiviados	Milímetros	Numérica continua

## CAPÍTULO III

### METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para Supo y Zacarías (2020), la tipología de una investigación, puede depender de cuatro criterios diferentes; la planificación de las mediciones, el número de variables analíticas, el número de mediciones de la variable de estudio y la intervención del investigador.

Este trabajo de investigación, según el primer criterio mencionado fue del tipo prospectivo, los datos fueron primarios, ya que el investigador realizó un trabajo de recolección de información para el desarrollo del estudio.

En el segundo criterio se catalogó el trabajo como una investigación de tipo analítico, ya que se identificaron dos variables, una de ellas evaluativa y otra de calibración, en el tercer criterio, se consideró el trabajo de investigación como longitudinal, a causa de que en el desarrollo se realizó más de una medición de la variable evaluativa, ya que se contó con dos indicadores en la variable de calibración.

Por último, en el cuarto criterio, el autor intervino en la investigación, ya que su labor fue mayor a la de solo observar, más bien buscó dar solución a un problema puntual.

##### 3.1.1. ENFOQUE

El tipo de enfoque está dividido en cuantitativo, cualitativo y mixto, estas tres alternativas son opciones que los autores pueden elegir para enfrentarse a problemas de investigación.

En la actualidad estos tres tipos son los más aceptados para realizar un trabajo de investigación y para generar conocimiento. (Hernández, *et al.*, 2014).

La presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo ya que se usaron herramientas estadísticas, se midieron fenómenos, y se realizó

una prueba de hipótesis. El proceso para demostrar la hipótesis alterna fue deductivo, secuencial, probatorio y analizó una realidad objetiva, finalmente se generaron los resultados. Los procedimientos fueron precisos y se podrán replicar y predecir. (Hernández, *et al.*, 2014).

### **3.1.2. ALCANCE O NIVEL**

Según Supo y Zacarías (2020), los niveles que puede tener una investigación cuantitativa, son: exploratorio, descriptivo, relacional, explicativo, predictivo y aplicativo.

Por otra parte, Hernández (et al.), sostiene que los niveles de investigación cuantitativa son: exploratorio, descriptivo, correlacional y explicativo.

Para esta investigación, se consideró la primera clasificación, por lo tanto, el estudio fue de nivel aplicado, ya que se buscó comparar las eficiencias de la variable de calibración sobre la variable evaluativa.

### **3.1.3. DISEÑO**

Para Supo y Zacarías (2020), el diseño de la investigación científica, se divide en tres; pre experimento, cuasi experimento y experimento verdadero. En el pre experimento, el o los grupos experimentales solo se someten a observación por parte del investigador, en el cuasi experimento, el investigador hace una intervención en el grupo experimental, que es único, y realiza dos observaciones, una pre intervención y otra post intervención.

En el experimento verdadero se cuenta con más de un grupo experimental, a los cuales se somete a dos o más observaciones cada uno, antes y después de la intervención.

Esta tesis fue de diseño de experimento verdadero, ya que se contó con dos grupos experimentales y un grupo control, los cuales fueron observados antes y después de intervenir en ellos.

Gt1: O1 ----- O2, O3, O4, O5, O6, O7, O8, O9, O10, O11, O12

Gt2: O1 ----- t2-----O2-t2- O3-t2-O4-t2-O5, O6, O7, O8, O9, O10, O11, O12

Gt3: O1 ----- t3-----O2-t3- O3-t3-O4-t3-O5, O6, O7, O8, O9, O10, O11, O12

**Gt1:** Grupo control (t1r1, t1r2, t1r3, t1r4, t1r5)

**O1:** Observación de la unidad de análisis sin tratamiento (Día 1)

**O2:** Observación de la unidad de análisis sin tratamiento (Día 7)

**O3:** Observación de la unidad de análisis sin tratamiento (Día 14)

**O4:** Observación de la unidad de análisis sin tratamiento (Día 21)

**O5:** Observación de la unidad de análisis sin tratamiento (Día 28)

**O6:** Observación de la unidad de análisis sin tratamiento (Día 35)

**O7:** Observación de la unidad de análisis sin tratamiento (Día 42)

**O8:** Observación de la unidad de análisis sin tratamiento (Día 49)

**O9:** Observación de la unidad de análisis sin tratamiento (Día 56)

**O10:** Observación de la unidad de análisis sin tratamiento (Día 63)

**O11:** Observación de la unidad de análisis sin tratamiento (Día 70)

**O12:** Observación de la unidad de análisis sin tratamiento (Día 77)

**Gt2:** Grupo experimental 2, unidad de tratamiento con *Saccharomyces cerevisiae* (t2r1, t2r2, t2r3, t2r4, t2r5)

**O1:** Observación pre tratamiento con el hongo *Saccharomyces cerevisiae*.

**t2:** Tratamiento con el hongo *Saccharomyces cerevisiae*, (0.56 l por administración)

**O2:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t2. (Día 7)

**O3:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t2. (Día 14)

**O4:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t2. (Día 21)

**O5:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t2. (Día 28)

**O6:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t2. (Día 35)

**O7:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t2. (Día 42)

**O8:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t2. (Día 49)

**O9:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t2. Día 56)

**O10:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t2. Día 63)

**O11:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t2. (Día 70)

**O12:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t2. (Día 77)

**Gt3:** Grupo experimental 3, unidad de tratamiento con *Trichoderma* spp. (t3r1, t3r2, t3r3, t3r4, t3r5)

**O1:** Observación pre tratamiento con el hongo *Trichoderma* spp

**T3:** Tratamiento con el hongo *Trichoderma* spp, (0.56 l por administración)

**O2:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t3. (Día 7)

**O3:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t3. (Día 14)

**O4:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t3. (Día 21)

- O5:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t3. (Día 28)
- O6:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t3. (Día 35)
- O7:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t3. (Día 42)
- O8:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t3. (Día 49)
- O9:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t3. Día 56)
- O10:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t3. Día 63)
- O11:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t3. (Día 70)
- O12:** Observación post tratamiento de la unidad de análisis con t3. (Día 77)

Finalmente se realiza la aleatorización de tratamiento y repeticiones, asignando códigos a los tratamientos, t1=Testigo Absoluto (RO sin tratamiento), t2= *Saccharomyces cerevisiae* y t3= *Trichoderma* spp. y 5 repeticiones r1, r2, r3, r4 y r5. Como resultado de las operaciones se obtiene el siguiente croquis.

**Tabla 7**  
*Croquis experimental*

t2r1	t3r5	t1r4
t3r2	t1r2	t1r1
t2r5	t2r3	t2r2
t3r3	t1r3	t1r5
t2r4	t3r1	t3r4

## **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

### **3.2.1. POBLACIÓN**

La población del presente trabajo de investigación fueron todos los residuos sólidos orgánicos generados en el distrito de Huánuco en la ciudad de Huánuco. Se desconoce la cantidad exacta generada de estos residuos por día. Ubicación Geográfica: Longitud sur: 9.903665S, Latitud oeste: 76.22163666666666W y altitud: 1919.4 m.s.n.m. El estudio se realizó en la circunscripción temporal de junio a septiembre del 2023.

### **3.2.2. MUESTRA**

La muestra determinada para el presente estudio fue de 500 kg, sin embargo, se ha realizado el escalamiento de la unidad de análisis, con el fin de realizar el estudio de forma controlada.

Se ha calculado de acuerdo con el diseño de muestreo por aceptación para el proceso de la investigación y se adjunta en el anexo 08.

## **3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

### **3.3.1. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS**

#### **3.3.1.1. TÉCNICA**

La técnica que se utilizó fue la observación.

### **3.3.2. INSTRUMENTOS**

Los instrumentos que se utilizaron en la investigación se establecen de la siguiente manera.

1. Ficha de seguimiento de la Unidad de tratamiento.
2. Ficha de seguimiento de la Unidad de Análisis.

Se adjunta los instrumentos dentro de la hoja de anexos

### **3.3.3. PROTOCOLO DE DESARROLLO DEL ESTUDIO**

*Sacharomyces cerevisiae*: La cepa fue activada con melaza (2 litros) y leche (3 litros) posteriormente se mezcló con agua destilada 15 litros. La solución madre consta de 20 litros. Cada litro, se mezcla con 19 litros de agua para su posterior aplicación.

*Trichoderma spp.*: La cepa fue reproducida en arroz, y posteriormente se mezcló con agua destilada (20 litros) esta es la solución madre, cada litro, se mezcla con 19 litros de agua para su posterior aplicación.

Se usó de referencia para la dosis, la ficha técnica de EM – Compost. 20 litros de solución activa o madre para 10 tn de residuos sólidos orgánicos, que es igual a 400 litros de solución secundaria por 10 tn de residuos. Para el escalamiento, se necesitará una dosis de 0.56 l por aplicación para 14 kg de rr.oo.

Se adquirieron 18 bandejas de medidas: 45.3cmx34.8cmx26cm. 6 bandejas serán usadas para el grupo control, 6 para el grupo *Saccharomyces cerevisiae* y 6 para el grupo *Trichoderma spp.* Todas las bandejas cuentan con agujeros para eliminación de lixiviados. La aplicación se realizó en 3 oportunidades, con espacios de 7 días entre aplicación, y volteos semanales.

### **3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN**

El presente estudio utilizó la Estadística para el procesamiento y análisis de la información que se obtuvo de su aplicación, esto ya que la investigación fue de enfoque cuantitativo, para tal fin, los datos fueron analizados en el software estadístico IBM SPSS.

Este programa permitió analizar la información y llegar a una conclusión respecto a la hipótesis planteada mediante diferentes pruebas estadísticas,

según el comportamiento de los datos, ya que ese es el objeto principal del proyecto de investigación.

# CAPÍTULO IV

## RESULTADOS

### 4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

#### 4.1.1. CANTIDAD DE RESIDUOS ORGÁNICOS INICIAL

Corresponde a los datos iniciales de la muestra, que consta con dos grupos experimentales y un grupo control. Una masa total de 252 kg de residuos sólidos orgánicos dividida en 18 unidades de análisis como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 8**  
*Datos Pre Test de la Unidad de Análisis*

CODIGO	T°	Ph	Masa (kg)	volumen (ft3)	Humedad (%)
t1: Sin tratamiento					
t2: Saccharomyces cerevisiae.					
t3: Trichoderma spp.					
Reemplazo t1	24	5.4	14	1.17	85
t1r4	23	5.4	14	1.34	86
t1r2	24	5.3	14	1.31	90
t1r1	23	4.8	14	1.17	88
t1r3	24	5	14	1.35	91
t1r5	24	5.2	14	1.21	89
Reemplazo t2	23	4.8	14	1.14	87
t2r1	24	4.7	14	1.22	90
t2r5	24	5.3	14	1.20	87
t2r3	22	5.3	14	1.11	90
t2r2	23	4.8	14	1.26	92
t2r4	23	4.8	14	1.27	92
Reemplazo t3	23	5.2	14	1.31	85
t3r5	24	5.3	14	1.14	89
t3r2	23	4.9	14	1.25	92
t3r3	24	4.9	14	1.36	93
t3r1	23	5.3	14	1.34	94
t3r4	23	5.4	14	1.28	93

**Nota:** Se muestran los datos iniciales de la unidad de análisis. Este mismo día se administró la primera dosis de tratamiento de 0.56 l por unidad experimental.

#### 4.1.2. CANTIDAD DE HONGOS INICIAL

Corresponde a dos soluciones madre de hongos *Trichoderma spp* y *Saccharomyces cerevisiae*, cada una de volumen de 20 litros, que servirá para la preparación de soluciones secundarias (la proporción de la solución madre y agua destilada en la solución secundaria es de 1 a 19 en litros). Posteriormente se aplicará 0.56 l en cada unidad experimental.

#### ➤ RESULTADO DÍA 7

Correspondiente a los resultados de la primera semana del estudio, la masa y el volumen corresponden a la disminución respecto a los datos iniciales de residuos sólidos orgánicos.

**Tabla 9**

*Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 7)*

<b>CODIGO</b>	T°	Ph	Masa (kg)	Volumen (ft3)	Humedad (%)	Lixiviados (ml)
t1: Sin tratamiento						
t2: <i>Saccharomyces cerevisiae</i> .						
t3: <i>Trichoderma spp.</i>						
Reemplazo t1	23	5.1	2.935	0.139	85	250
t1r4	23	5.3	3.065	0.139	85	175
t1r2	22	5.1	3.255	0.167	90	100
t1r1	23	4.9	2.58	0.167	88	115
t1r3	22	5	3.47	0.128	90	350
t1r5	23	5.1	2.77	0.100	86	100
Reemplazo t2	24	4.8	3.575	0.084	84	400
t2r1	23	4.9	3.425	0.195	92	250
t2r5	23	5	2.945	0.084	84	100
t2r3	23	5.2	3.135	0.084	86	260
t2r2	24	4.9	2.785	0.122	92	100
t2r4	23	4.8	2.97	0.128	89	250
Reemplazo t3	23	4.7	3.28	0.167	90	250
t3r5	24	5.1	2.86	0.139	89	325
t3r2	24	4.9	2.765	0.167	86	300
t3r3	23	4.7	3.635	0.167	94	180
t3r1	24	4.7	3.595	0.167	92	400
t3r4	24	5.1	3.31	0.139	95	180

**Nota:** Se administró unidad de tratamiento después de la recolección de datos.

➤ **PROGRESO DE LA CAPACIDAD SAPROTRÓFICA (DÍA 7)**

La capacidad saprotrófica está relacionada con la cantidad descompuesta por los microorganismos, se procede a analizar los datos de los parámetros de la variable evaluativa, masa y volumen descompuesta en la primera semana. A continuación, se observa la prueba de normalidad.

**Tabla 10**

*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 7 del estudio*

	Masa		Volumen	
	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	0.99	6.00	0.44
Saccharomyces cerevisiae.	6	0.60	6.00	0.06
Trichoderma spp	6	0.35	6.00	<b>0.00</b>

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla solo los datos del parámetro Masa de la variable evaluativa tienen normalidad, se procede a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas. Los datos del parámetro volumen serán analizados con la prueba estadística Kruskal-Wallis.

**Tabla 11**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para el parámetro Masa de la variable evaluativa en el día 7 del estudio*

Estadístico de Levene	Masa		
	gl1	gl2	p
	2	15	0.89

**Nota:** Se muestra la prueba de Homogeneidad de varianzas.

El parámetro Masa de la variable evaluativa ha superado la prueba de homogeneidad de varianzas, se procede a aplicar el estadístico de prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 12**

*Prueba ANOVA de un factor para el parámetro Masa de la variable evaluativa en el día 7 del estudio*

Masa	
F	p
0.72	0.50

**Nota:** Se muestra el p-valor para ANOVA de un factor

**Tabla 13**

*Prueba Kruskal-Wallis para el parámetro Volumen de la variable evaluativa en el día 7 del estudio*

Volumen	
Estadístico Kruskal-Wallis	
gl	p
2	0.07

**Nota:** Se muestra el p-valor para Kruskal-Wallis

➤ **PARÁMETROS DE SEGUIMIENTO (DÍA 7)**

Para analizar los datos obtenidos de los parámetros de seguimiento del estudio, primero se someterán a la prueba de normalidad, con el uso del estadístico Shapiro Wilk.

**Tabla 14**

*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 7 del estudio*

	Temperatura		Ph		Humedad		Lixiviados	
	gl	p	gl	p	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	0.44	6.00	0.14	6.00	0.13	6.00	0.16
Saccharomyces cerevisiae.	6	0.88	6.00	0.20	6.00	0.16	6.00	0.26
Trichoderma spp	6	0.18	6.00	0.09	6.00	0.89	6.00	0.59

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla todos los datos de los parámetros de seguimiento tienen distribución normal, se procede a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas.

**Tabla 15**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de seguimiento en el día 7 del estudio*

Estadístico de Levene	Temperatura			Ph			Humedad			Lixiviados		
	gl1	gl2	p	gl1	gl2	p	gl1	gl2	p	gl1	gl2	p
	2	15	0.798	2	15	0.29	2	15	0.32	2	15	0.89

**Nota:** Se muestra la prueba de Homogeneidad de varianzas.

Los datos de los parámetros de seguimiento han superado la prueba de homogeneidad de varianzas, se procede a aplicar el estadístico de prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 16**

*Prueba ANOVA de un factor para los parámetros de seguimiento en el día 7 del estudio*

Temperatura		Ph		Humedad		Lixiviados	
F	p	F	p	F	p	F	p
0.33	0.71	2.80	0.09	2.3	0.1	1.2	0.3
9	8	6	2	4	3	2	2

**Nota:** Se muestra el p-valor para ANOVA de un factor.

➤ **RESULTADO DÍA 14**

Correspondiente a los resultados de la segunda semana del estudio, la masa y el volumen corresponden a la disminución respecto a los datos iniciales de residuos sólidos orgánicos.

**Tabla 17**  
*Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 14)*

<b>CODIGO</b>								
t1:	Sin	tratamiento	T°	Ph	Masa (kg)	Volumen (ft3)	Humedad (%)	Lixiviados (ml)
t2:	Saccharomyces cerevisiae.							
t3:	Trichoderma spp.							
	Reemplazo t1		21	6.5	4.95	0.306	77	35
	t1r4		20	5.2	4.44	0.278	66	50
	t1r2		20	5.2	4.74	0.306	66	46
	t1r1		20	6.8	3.795	0.251	66	38
	t1r3		21	6.5	5.01	0.267	85	50
	t1r5		20	6.9	3.87	0.239	78	54
	Reemplazo t2		21	5.6	5.585	0.251	78	50
	t2r1		20	5.6	4.965	0.390	84	55
	t2r5		20	5.9	4.2	0.251	79	42
	t2r3		22	6.9	4.81	0.251	71	56
	t2r2		21	5.8	4.355	0.228	78	45

t2r4	21	5.1	4.725	0.267	75	40
Reemplazo t3	20	5.8	5.015	0.334	75	40
t3r5	21	5.7	4.23	0.251	8	45
t3r2	20	6.4	3.715	0.306	78	55
t3r3	21	6.7	5.285	0.362	73	55
t3r1	21	6.1	5.01	0.362	76	45
t3r4	21	6.5	4.185	0.306	73	39

**Nota:** Se administró unidad de tratamiento después de la recolección de datos.

➤ **PROGRESO DE LA CAPACIDAD SAPROTRÓFICA (DÍA 14)**

La capacidad saprotrófica está relacionada con la cantidad descompuesta por los microorganismos, se procede a analizar los datos de los parámetros de la variable evaluativa, masa y volumen descompuesta hasta la segunda semana. A continuación, se observa la prueba de normalidad.

**Tabla 18**  
*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 14 del estudio*

	Masa		Volumen	
	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	0.24	6	0.459
Saccharomyces cerevisiae.	6	0.74	6	<b>0.004</b>
Trichoderma spp	6	0.41	6	0.389

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla solo los datos del parámetro Masa de la variable evaluativa tienen normalidad, se procede a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas. Los datos del parámetro volumen serán analizados con la prueba estadística Kruskal-Wallis.

**Tabla 19**  
*Prueba de homogeneidad de varianzas para el parámetro Masa de la variable evaluativa en el día 14 del estudio*

Estadístico de Levene	Masa		
	gl1	gl2	p
	2	15	0.480

**Nota:** Se muestra la prueba de Homogeneidad de varianzas.

El parámetro Masa de la variable evaluativa ha superado la prueba de homogeneidad de varianzas, se procede a aplicar el estadístico de prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 20**  
*Prueba ANOVA de un factor para el parámetro Masa de la variable evaluativa en el día 14 del estudio*

Masa	
F	p
0.48	0.63

**Nota:** Se muestra el p-valor para ANOVA de un factor

**Tabla 21**

*Prueba Kruskal-Wallis para el parámetro Volumen de la variable evaluativa en el día 14 del estudio*

Volumen	
Estadístico Kruskal-Wallis	
gl	p
2	0.123

**Nota:** Se muestra el p-valor para Kruskal-Wallis

### ➤ PARÁMETROS DE SEGUIMIENTO (DÍA 14)

Para analizar los datos obtenidos de los parámetros de seguimiento del estudio, primero se someterán a la prueba de normalidad, con el uso del estadístico Shapiro Wilk.

**Tabla 22**

*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 14 del estudio*

	Temperatura		Ph		Humedad		Lixiviados	
	gl	p	gl	p	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	<b>0.001</b>	6	<b>0.043</b>	6	0.099	6	0.43
Saccharomyces cerevisiae.	6	0.212	6	0.301	6	0.831	6	0.47
Trichoderma spp	6	<b>0.001</b>	6	0.638	6	<b>0.000</b>	6	0.16

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla solo los datos del parámetro de seguimiento Lixiviados tienen normalidad, se procede a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas. Los otros parámetros serán analizados con la prueba estadística Kruskal-Wallis.

**Tabla 23**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de la variable evaluativa en el día 14 del estudio*

Estadístico de Levene	Lixiviados		
	gl1	gl2	p
	2	15	0.98

**Nota:** Se muestra la prueba de Homogeneidad de varianzas.

El parámetro de seguimiento Lixiviados ha superado la prueba de homogeneidad de varianzas, se procede a aplicar el estadístico de prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 24**

*Prueba ANOVA de un factor para el parámetro de seguimiento Lixiviados en el día 14 del estudio*

Lixiviados	
F	p
0.19	0.83

**Nota:** Se muestra el p-valor para ANOVA de un factor

**Tabla 25**

*Prueba Kruskal-Wallis para los parámetros de seguimiento Temperatura, Ph y Humedad en el día 14 del estudio*

Temperatura		Ph		Humedad	
Estadístico Kruskal-Wallis		Estadístico Kruskal-Wallis		Estadístico Kruskal-Wallis	
gl	p	gl	p	gl	p
2	0.373	2	0.471	2	0.284

**Nota:** Se muestra los p-valor para Kruskal-Wallis

➤ **RESULTADO DÍA 21**

Correspondiente a los resultados de la tercera semana del estudio, la masa y el volumen corresponden a la disminución respecto a los datos iniciales de residuos sólidos orgánicos.

**Tabla 26**  
*Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 21)*

<b>CODIGO</b>						
t1: Sin tratamiento	T°	Ph	Masa (kg)	Volumen (ft3)	Humedad (%)	Lixiviados (ml)
t2: Saccharomyces cerevisiae.						
t3: Trichoderma spp.						
Reemplazo t1	24	6.3	6.445	0.445	77	7
t1r4	24	6.8	5.675	0.362	82	7
t1r2	25	6.5	5.955	0.445	79	4
t1r1	24	6.6	5.035	0.390	77	4
t1r3	25	6.6	6.6	0.379	84	5
t1r5	24	6.6	5.15	0.379	76	4
Reemplazo t2	23	6.5	6.77	0.390	87	10
t2r1	23	6.5	5.88	0.557	75	7
t2r5	24	6.7	5.33	0.390	69	5
t2r3	24	5.4	6.1	0.362	81	7
t2r2	24	6.5	5.95	0.479	81	5

t2r4	25	6.9	6.1	0.406	46	8
Reemplazo t3	24	5.7	6.23	0.585	82	10
t3r5	23	5.6	5.44	0.445	84	6
t3r2	24	6.3	4.82	0.418	75	6
t3r3	25	5.8	6.415	0.529	82	6
t3r1	24	5.9	6.5	0.557	70	10
t3r4	24	6.5	5.445	0.445	72	7

**Nota:** Se administró unidad de tratamiento después de la recolección de datos.

➤ **PROGRESO DE LA CAPACIDAD SAPROTRÓFICA (DÍA 21)**

La capacidad saprotrófica está relacionada con la cantidad descompuesta por los microorganismos, se procede a analizar los datos de los parámetros de la variable evaluativa, masa y volumen descompuesta hasta la tercera semana. A continuación, se observa la prueba de normalidad.

**Tabla 27**  
*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 21 del estudio*

	Masa		Volumen	
	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	0.540	6	0.084
Saccharomyces cerevisiae.	6	0.589	6	0.178
Trichoderma spp	6	0.333	6	0.331

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla todos los parámetros de la variable evaluativa tienen normalidad, se procede a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas.

**Tabla 28**  
*Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de la variable evaluativa en el día 21 del estudio*

Estadístico de Levene	Masa			Volumen		
	gl1	gl2	p	gl1	gl2	p
	2	15	0.263	2	15	0.108

**Nota:** Se muestra la prueba de Homogeneidad de varianzas.

Los parámetros de la variable evaluativa han superado la prueba de homogeneidad de varianzas, se procede a aplicar el estadístico de prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 29**

*Prueba ANOVA de un factor para los parámetros de la variable evaluativa en el día 21 del estudio*

Masa		Volumen	
F	p	F	p
0.249	0.783	3.815	0.046

**Nota:** Se muestra el p-valor para ANOVA de un factor

A continuación, se muestran las diferencias por pares de datos del parámetro volumen de la variable evaluativa.

**Tabla 30**

*Prueba Post Hoc de Tukey para el parámetro volumen de la variable evaluativa en el día 21*

Diferencia de medias (Volumen)	p
Trichoderma spp-Saccharomyces cerevisiae	0.189
Trichoderma spp-Sin Tratamiento	0.041
Saccharomyces cerevisiae-Sin Tratamiento	0.674

**Nota:** Se muestra el p-valor para Tukey.

➤ **PARÁMETROS DE SEGUIMIENTO (DÍA 21)**

Para analizar los datos obtenidos de los parámetros de seguimiento del estudio, primero se someterán a la prueba de normalidad, con el uso del estadístico Shapiro Wilk.

**Tabla 31**

*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 21 del estudio*

	Temperatura		Ph		Humedad		Lixiviados	
	gl	p	gl	p	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	0.001	6	0.480	6	0.315	6	0.022
Saccharomyces cerevisiae.	6	0.212	6	0.026	6	0.168	6	0.466
Trichoderma spp	6	0.101	6	0.387	6	0.268	6	0.014

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla solo los datos del parámetro de seguimiento Humedad tienen normalidad, se procede a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas. Los otros parámetros serán analizados con la prueba estadística Kruskal-Wallis.

**Tabla 32**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para el parámetro de seguimiento Humedad en el día 21 del estudio*

Estadístico de Levene	Humedad		
	gl1	gl2	p
	2	15	0.07

**Nota:** Se muestra la prueba de Homogeneidad de varianzas.

El parámetro de seguimiento Humedad ha superado la prueba de homogeneidad de varianzas, se procede a aplicar el estadístico de prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 33**

*Prueba ANOVA de un factor para el parámetro de seguimiento Humedad en el día 21 del estudio*

Humedad	
F	p
0.67	0.53

**Nota:** Se muestra el p-valor para ANOVA de un factor

**Tabla 34**

*Prueba Kruskal-Wallis para los parámetros de seguimiento Temperatura, Ph y Lixiviados en el día 21 del estudio*

Temperatura		Ph		Lixiviados	
Estadístico Kruskal-Wallis		Estadístico Kruskal-Wallis		Estadístico Kruskal-Wallis	
gl	p	gl	p	gl	p
2	0.396	2	0.036	2	0.108

**Nota:** Se muestra los p-valor para Kruskal-Wallis

A continuación, se muestran las diferencias por pares de datos del parámetro de seguimiento Ph.

**Tabla 35**

*Diferencia de medias para el parámetro de seguimiento Ph en el día 21 del estudio*

Diferencia de medias (Ph)	p
Trichoderma spp-Saccharomyces cerevisiae	0.176
Trichoderma spp-Sin Tratamiento	0.041
Saccharomyces cerevisiae-Sin Tratamiento	1.000

**Nota:** Se muestran los p-valor con corrección Bonferroni

➤ **RESULTADO DÍA 28**

Correspondiente a los resultados de la cuarta semana del estudio, la masa y el volumen corresponden a la disminución respecto a los datos iniciales de residuos sólidos orgánicos.

**Tabla 36**  
*Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 28)*

<b>CODIGO</b>						
t1:	Sin	T°	Ph	Masa	Volumen	Humedad
tratamiento				(kg)	(ft3)	(%)
t2:						
Saccharomyces						
cerevisiae.						
t3: Trichoderma						
spp.						
Reemplazo t1		17	6.5	7.715	0.612	75
t1r4		17	6.7	6.935	0.612	79
t1r2		17	5.5	7.13	0.612	71
t1r1		17	6.1	6.365	0.557	71
t1r3		18	7.3	7.75	0.601	68
t1r5		18	7.1	6.23	0.546	79
Reemplazo t2		16	6.6	7.92	0.529	63
t2r1		17	6.2	7.05	0.724	78
t2r5		17	6	6.515	0.585	78
t2r3		16	7.1	7.39	0.529	77
t2r2		17	6.8	6.875	0.618	81
t2r4		20	5.9	7.175	0.573	83
Reemplazo t3		17	7.1	7.25	0.724	80
t3r5		17	6.3	6.395	0.612	80
t3r2		16	6.6	6.025	0.557	77
t3r3		18	6.7	7.67	0.668	76
t3r1		19	6.9	7.775	0.696	77
t3r4		19	6.6	6.67	0.585	72

**Nota:** No se administró unidad de tratamiento después de la recolección de datos.

## ➤ PROGRESO DE LA CAPACIDAD SAPROTRÓFICA (DÍA 28)

La capacidad saprotrófica está relacionada con la cantidad descompuesta por los microorganismos, se procede a analizar los datos de los parámetros de la variable evaluativa, masa y volumen descompuesta hasta la cuarta semana. A continuación, se observa la prueba de normalidad.

**Tabla 37**

*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 28 del estudio*

	Masa		Volumen	
	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	0.394	6	0.077
Saccharomyces cerevisiae.	6	0.969	6	0.2
Trichoderma spp	6	0.584	6	0.2

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla todos los parámetros de la variable evaluativa tienen normalidad, se procede a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas.

**Tabla 38**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de la variable evaluativa en el día 28 del estudio*

Estadístico de Levene	Masa			Volumen		
	gl1	gl2	p	gl1	gl2	p
	2	15	0.334	2	15	0.218

**Nota:** Se muestra la prueba de Homogeneidad de varianzas.

Los parámetros de la variable evaluativa han superado la prueba de homogeneidad de varianzas, se procede a aplicar el estadístico de prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 39**

*Prueba ANOVA de un factor para los parámetros de la variable evaluativa en el día 28 del estudio*

Masa		Volumen	
F	p	F	p
0.149	0.863	1.352	0.289

**Nota:** Se muestra el p-valor para ANOVA de un factor

## ➤ PARÁMETROS DE SEGUIMIENTO (DÍA 28)

Para analizar los datos obtenidos de los parámetros de seguimiento del estudio, primero se someterán a la prueba de normalidad, con el uso del estadístico Shapiro Wilk.

**Tabla 40**

*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 28 del estudio*

	Temperatura		Ph		Humedad	
	gl	p	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	0.001	6	0.866	6	0.330
Saccharomyces cerevisiae.	6	0.020	6	0.649	6	0.042
Trichoderma spp	6	0.415	6	0.899	6	0.332

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla solo los datos del parámetro de seguimiento Ph tienen normalidad, se procede a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas. Los otros parámetros serán analizados con la prueba estadística Kruskal-Wallis.

**Tabla 41**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para el parámetro de seguimiento Ph en el día 28 del estudio*

Estadístico de Levene	Ph		
	gl1	gl2	p
	2	15	0.159

**Nota:** Se muestra la prueba de Homogeneidad de varianzas.

El parámetro de seguimiento Ph ha superado la prueba de homogeneidad de varianzas, se procede a aplicar el estadístico de prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 42**

*Prueba ANOVA de un factor para el parámetro de seguimiento Ph en el día 28 del estudio*

Ph	
F	p
0.441	0.652

**Nota:** Se muestra el p-valor para ANOVA de un factor

**Tabla 43**

*Prueba Kruskal-Wallis para los parámetros de seguimiento Temperatura y Humedad en el día 28 del estudio*

Temperatura		Humedad	
Estadístico Kruskal-Wallis		Estadístico Kruskal-Wallis	
gl	p	gl	p
2	0.52	2	0.344

**Nota:** Se muestra los p-valor para Kruskal-Wallis

### ➤ RESULTADO DÍA 35

Correspondiente a los resultados de la quinta semana del estudio, la masa y el volumen corresponden a la disminución respecto a los datos iniciales de residuos sólidos orgánicos.

**Tabla 44**

*Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 35)*

CODIGO					
t1: Sin tratamiento t2: Saccharomyces cerevisiae. t3: Trichoderma spp.	T°	Ph	Masa (kg)	Volumen (ft3)	Humedad (%)
Reemplazo t1	23	7.2	7.705	0.696	69
t1r4	24	7	6.78	0.779	76
t1r2	24	6.7	7.075	0.752	73
t1r1	23	7.3	6.34	0.668	78
t1r3	26	7.3	7.84	0.740	68
t1r5	23	6.6	5.92	0.685	79
Reemplazo t2	26	7.8	7.69	0.612	68
t2r1	23	6.1	6.575	0.835	77
t2r5	23	6.9	5.945	0.668	75
t2r3	23	6.3	6.625	0.640	82
t2r2	23	7.2	6.21	0.757	70
t2r4	23	6.3	6.62	0.685	75
Reemplazo t3	24	7.2	6.92	0.863	74
t3r5	24	5.9	6.16	0.724	80
t3r2	25	6.6	5.48	0.668	78
t3r3	25	5.4	7	0.807	77
t3r1	23	7.8	7.095	0.807	72
t3r4	22	6.8	5.92	0.696	83

**Nota:** No se administró unidad de tratamiento después de la recolección de datos.

## ➤ PROGRESO DE LA CAPACIDAD SAPROTRÓFICA (DÍA 35)

La capacidad saprotrófica está relacionada con la cantidad descompuesta por los microorganismos, se procede a analizar los datos de los parámetros de la variable evaluativa, masa y volumen descompuesta hasta la quinta semana. A continuación, se observa la prueba de normalidad.

**Tabla 45**

*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 35 del estudio*

	Masa		Volumen	
	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	0.753	6	0.653
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	6	0.235	6	0.550
<i>Trichoderma</i> spp	6	0.292	6	0.570

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla todos los parámetros de la variable evaluativa tienen normalidad, se procede a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas.

**Tabla 46**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de la variable evaluativa en el día 35 del estudio*

Estadístico de Levene	Masa			Volumen		
	gl1	gl2	p	gl1	gl2	p
	2	15	0.487	2	15	0.230

**Nota:** Se muestra la prueba de Homogeneidad de varianzas.

Los parámetros de la variable evaluativa han superado la prueba de homogeneidad de varianzas, se procede a aplicar el estadístico de prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 47**

*Prueba ANOVA de un factor para los parámetros de la variable evaluativa en el día 35 del estudio*

Masa		Volumen	
F	p	F	p
0.893	0.430	1.209	0.326

**Nota:** Se muestra el p-valor para ANOVA de un factor.

## ➤ PARÁMETROS DE SEGUIMIENTO (DÍA 35)

Para analizar los datos obtenidos de los parámetros de seguimiento del estudio, primero se someterán a la prueba de normalidad, con el uso del estadístico Shapiro Wilk.

**Tabla 48**

*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 35 del estudio*

	Temperatura		Ph		Humedad	
	gl	p	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	0.033	6	0.204	6	0.441
Saccharomyces cerevisiae.	6	<b>0.000</b>	6	0.426	6	0.807
Trichoderma spp	6	0.421	6	0.970	6	0.978

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla los datos del parámetro de seguimiento Ph y Humedad tienen normalidad, se procede a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas. Los datos del parámetro de seguimiento Temperatura serán analizados con la prueba estadística Kruskal-Wallis.

**Tabla 49**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de seguimiento Ph y Humedad en el día 35 del estudio*

Estadístico	de	Ph			Humedad		
		gl1	gl2	p	gl1	gl2	p
Levene		2	15	0.151	2	15	0.823

**Nota:** Se muestra la prueba de Homogeneidad de varianzas.

Los parámetros de seguimiento Ph y Humedad han superado la prueba de homogeneidad de varianzas, se procede a aplicar el estadístico de prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 50**

*Prueba ANOVA de un factor para los parámetros de seguimiento Ph y Humedad en el día 35 del estudio*

Ph		Humedad	
F	p	F	p
0.575	0.575	0.997	0.392

**Nota:** Se muestra los p-valor para ANOVA de un factor

**Tabla 51**

*Prueba Kruskal-Wallis para el parámetro de seguimiento Temperatura en el día 35 del estudio*

Temperatura	
Estadístico Kruskal-Wallis	
gl	p
2	0.626

**Nota:** Se muestra el p-valor para Kruskal-Wallis

## ➤ RESULTADO DÍA 42

Correspondiente a los resultados de la sexta semana del estudio, la masa y el volumen corresponden a la disminución respecto a los datos iniciales de residuos sólidos orgánicos.

**Tabla 52**

*Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 42)*

CODIGO					
t1: Sin tratamiento t2: Saccharomyces cerevisiae. t3: Trichoderma spp.	T°	Ph	Masa (kg)	Volumen (ft3)	Humedad (%)
Reemplazo t1	22	6.6	7.45	0.835	65
t1r4	22	5	6.83	1.058	75
t1r2	23	5.9	6.845	0.863	62
t1r1	23	6.9	6.78	0.891	68
t1r3	23	6.4	7.69	0.907	64
t1r5	23	6.3	6.14	0.907	66
Reemplazo t2	21	6.3	7.705	0.863	65
t2r1	22	6.6	6.915	0.919	60
t2r5	22	6.6	6.355	0.891	63
t2r3	22	5.6	6.395	0.752	66
t2r2	22	6.5	5.985	0.952	68
t2r4	25	6.3	6.365	0.824	72
Reemplazo t3	22	6.1	7.105	1.030	62
t3r5	21	6.3	6.15	0.863	66
t3r2	22	6.3	5.84	0.974	64
t3r3	22	7.2	6.785	1.030	71
t3r1	23	7.1	6.9	1.002	70
t3r4	24	6.5	5.68	0.946	70

**Nota:** No se administró unidad de tratamiento después de la recolección de datos.

## ➤ PROGRESO DE LA CAPACIDAD SAPROTRÓFICA (DÍA 42)

La capacidad saprotrófica está relacionada con la cantidad descompuesta por los microorganismos, se procede a analizar los datos de los parámetros de la variable evaluativa, masa y volumen descompuesta hasta la sexta semana. A continuación, se observa la prueba de normalidad.

**Tabla 53**

*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 42 del estudio*

	Masa		Volumen	
	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	0.602	6	0.092
<i>Saccharomyces cerevisiae</i> .	6	0.205	6	0.907
<i>Trichoderma</i> spp	6	0.381	6	0.277

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla todos los parámetros de la variable evaluativa tienen normalidad, se procede a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas.

**Tabla 54**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de la variable evaluativa en el día 42 del estudio*

Estadístico de Levene	Masa			Volumen		
	gl1	gl2	p	gl1	gl2	p
	2	15	0.805	2	15	0.960

**Nota:** Se muestra la prueba de Homogeneidad de varianzas.

Los parámetros de la variable evaluativa han superado la prueba de homogeneidad de varianzas, se procede a aplicar el estadístico de prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 55**

*Prueba ANOVA de un factor para los parámetros de la variable evaluativa en el día 42 del estudio*

Masa		Volumen	
F	p	F	p
1.325	0.295	3.478	0.057

**Nota:** Se muestra el p-valor para ANOVA de un factor.

## ➤ PARÁMETROS DE SEGUIMIENTO (DÍA 42)

Para analizar los datos obtenidos de los parámetros de seguimiento del estudio, primero se someterán a la prueba de normalidad, con el uso del estadístico Shapiro Wilk.

**Tabla 56**

*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 42 del estudio*

	Temperatura		Ph		Humedad	
	gl	p	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	<b>0.001</b>	6	0.462	6	0.299
Saccharomyces cerevisiae.	6	<b>0.008</b>	6	<b>0.041</b>	6	0.996
Trichoderma spp	6	0.473	6	0.189	6	0.315

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla solo los datos del parámetro de seguimiento Humedad tienen normalidad, se procede a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas. Los otros parámetros serán analizados con la prueba estadística Kruskal-Wallis.

**Tabla 57**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para el parámetro de seguimiento Humedad en el día 42 del estudio*

Estadístico de Levene	Humedad		
	gl1	gl2	p
	2	15	0.985

**Nota:** Se muestra la prueba de Homogeneidad de varianzas.

El parámetro de seguimiento Humedad ha superado la prueba de homogeneidad de varianzas, se procede a aplicar el estadístico de prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 58**

*Prueba ANOVA de un factor para el parámetro de seguimiento Humedad en el día 42 del estudio*

Humedad	
F	p
0.204	0.818

**Nota:** Se muestra el p-valor para ANOVA de un factor

**Tabla 59**

*Prueba Kruskal-Wallis para los parámetros de seguimiento Temperatura y Ph en el día 42 del estudio*

Temperatura		Ph	
Estadístico Kruskal-Wallis		Estadístico Kruskal-Wallis	
gl	p	gl	p
2	0.395	2	0.753

**Nota:** Se muestra los p-valor para Kruskal-Wallis

### ➤ RESULTADO DÍA 49

Correspondiente a los resultados de la séptima semana del estudio, la masa y el volumen corresponden a la disminución respecto a los datos iniciales de residuos sólidos orgánicos.

**Tabla 60**

*Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 49)*

CODIGO					
t1: Sin tratamiento t2: Saccharomyces cerevisiae. t3: Trichoderma spp.	T°	Ph	Masa (kg)	Volumen (ft3)	Humedad (%)
Reemplazo t1	21	6.1	7.65	0.852	78
t1r4	21	7.1	7.23	1.061	86
t1r2	21	5.7	7.125	0.891	80
t1r1	21	6.5	6.955	0.902	81
t1r3	23	7.1	7.845	0.952	84
t1r5	22	6.5	6.435	0.913	83
Reemplazo t2	21	7	7.895	0.874	80
t2r1	21	6.4	7.485	0.930	83
t2r5	22	6.7	6.645	0.896	82
t2r3	22	5.9	6.575	0.763	85
t2r2	21	6.3	6.145	0.941	86
t2r4	22	7.2	6.465	0.857	84
Reemplazo t3	21	7	7.415	1.058	85
t3r5	21	6.3	6.13	0.874	82
t3r2	21	6.4	6.325	0.980	84
t3r3	22	7.3	6.935	1.041	80
t3r1	21	7.6	7.09	1.019	86
t3r4	23	7.3	5.835	0.958	83

**Nota:** No se administró unidad de tratamiento después de la recolección de datos.

## ➤ PROGRESO DE LA CAPACIDAD SAPROTRÓFICA (DÍA 49)

La capacidad saprotrófica está relacionada con la cantidad descompuesta por los microorganismos, se procede a analizar los datos de los parámetros de la variable evaluativa, masa y volumen descompuesta hasta la séptima semana. A continuación, se observa la prueba de normalidad.

**Tabla 61**

*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 49 del estudio*

	Masa		Volumen	
	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	0.904	6	0.293
Saccharomyces cerevisiae.	6	0.323	6	0.404
Trichoderma spp	6	0.709	6	0.580

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla todos los parámetros de la variable evaluativa tienen normalidad, se procede a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas.

**Tabla 62**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de la variable evaluativa en el día 49 del estudio*

Estadístico de	Masa			Volumen		
	gl1	gl2	p	gl1	gl2	p
Levene	2	15	0.492	2	15	0.957

**Nota:** Se muestra la prueba de Homogeneidad de varianzas.

Los parámetros de la variable evaluativa han superado la prueba de homogeneidad de varianzas, se procede a aplicar el estadístico de prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 63**

*Prueba ANOVA de un factor para los parámetros de la variable evaluativa en el día 49 del estudio*

Masa		Volumen	
F	p	F	p
1.432	0.270	4.018	0.040

**Nota:** Se muestra el p-valor para ANOVA de un factor.

A continuación, se muestran las diferencias por pares de datos del parámetro volumen de la variable evaluativa.

**Tabla 64**

*Prueba Post Hoc de Tukey para el parámetro volumen de la variable evaluativa en el día 49*

Diferencia de medias (Volumen)	p
Trichoderma spp-Saccharomyces cerevisiae	0.032
Trichoderma spp-Sin Tratamiento	0.309
Saccharomyces cerevisiae-Sin Tratamiento	0.411

**Nota:** Se muestra el p-valor para Tukey.

### ➤ PARÁMETROS DE SEGUIMIENTO (DÍA 49)

Para analizar los datos obtenidos de los parámetros de seguimiento del estudio, primero se someterán a la prueba de normalidad, con el uso del estadístico Shapiro Wilk.

**Tabla 65**

*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 49 del estudio*

	Temperatura		Ph		Humedad	
	gl	p	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	<b>0.006</b>	6	0.487	6	0.985
Saccharomyces cerevisiae.	6	<b>0.004</b>	6	0.932	6	0.964
Trichoderma spp	6	<b>0.006</b>	6	0.348	6	0.964

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla los datos del parámetro de seguimiento Ph y Humedad tienen normalidad, se procede a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas. Los datos del parámetro de seguimiento Temperatura serán analizados con la prueba estadística Kruskal-Wallis.

**Tabla 66**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de seguimiento Ph y Humedad en el día 49 del estudio*

Estadístico de Levene	Ph			Humedad		
	gl1	gl2	p	gl1	gl2	p
	2	15	0.971	2	15	0.568

**Nota:** Se muestra la prueba de Homogeneidad de varianzas.

Lo parámetros de seguimiento Ph y Humedad han superado la prueba de homogeneidad de varianzas, se procede a aplicar el estadístico de prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 67**

*Prueba ANOVA de un factor para los parámetros de seguimiento Ph y Humedad en el día 49 del estudio*

Ph		Humedad	
F	p	F	p
1.481	0.259	0.602	0.561

**Nota:** Se muestra los p-valor para ANOVA de un factor

**Tabla 68**

*Prueba Kruskal-Wallis para el parámetro de seguimiento Temperatura en el día 49 del estudio*

Temperatura	
Estadístico Kruskal-Wallis	
gl	p
2	0.949

**Nota:** Se muestra el p-valor para Kruskal-Wallis

➤ **RESULTADO DÍA 56**

Correspondiente a los resultados de la octava semana del estudio, la masa y el volumen corresponden a la disminución respecto a los datos iniciales de residuos sólidos orgánicos.

**Tabla 69**  
*Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 56)*

<b>CODIGO</b>						
t1: tratamiento	Sin	T°	Ph	Masa (kg)	Volumen (ft3)	Humedad (%)
t2: Saccharomyces cerevisiae.						
t3: Trichoderma spp.						
Reemplazo t1		20	7.8	10.005	0.874	69
t1r4		21	7.3	9.205	1.063	69
t1r2		21	6.7	9.475	0.963	76
t1r1		20	7.3	8.95	0.910	73
t1r3		20	7.6	10.005	0.991	65
t1r5		21	7.4	8.69	0.921	65
Reemplazo t2		20	6.4	10.2	0.891	80
t2r1		21	7.3	9.69	0.938	70
t2r5		21	7.6	9.01	0.899	73
t2r3		20	7.6	8.955	0.771	73
t2r2		20	7.5	8.58	0.932	73
t2r4		20	6.3	9.015	0.880	64
Reemplazo t3		21	6.6	9.775	1.074	72
t3r5		21	6.9	8.35	0.885	75
t3r2		20	7.4	8.53	0.988	65
t3r3		20	7.1	9.425	1.058	70
t3r1		20	7.4	9.605	1.041	64
t3r4		21	6.5	8.175	0.985	70

**Nota:** No se administró unidad de tratamiento después de la recolección de datos.

## ➤ PROGRESO DE LA CAPACIDAD SAPROTRÓFICA (DÍA 56)

La capacidad saprotrófica está relacionada con la cantidad descompuesta por los microorganismos, se procede a analizar los datos de los parámetros de la variable evaluativa, masa y volumen descompuesta hasta la octava semana. A continuación, se observa la prueba de normalidad.

**Tabla 70**

*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 56 del estudio*

	Masa		Volumen	
	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	0.483	6	0.838
Saccharomyces cerevisiae.	6	0.336	6	0.098
Trichoderma spp	6	0.202	6	0.368

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla todos los parámetros de la variable evaluativa tienen normalidad, se procede a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas.

**Tabla 71**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de la variable evaluativa en el día 56 del estudio*

Estadístico de	Masa			Volumen		
	gl1	gl2	p	gl1	gl2	p
Levene	2	15	0.383	2	15	0.822

**Nota:** Se muestra la prueba de Homogeneidad de varianzas.

Los parámetros de la variable evaluativa han superado la prueba de homogeneidad de varianzas, se procede a aplicar el estadístico de prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 72**

*Prueba ANOVA de un factor para los parámetros de la variable evaluativa en el día 56 del estudio*

Masa		Volumen	
F	p	F	p
0.688	0.518	5.030	0.021

**Nota:** Se muestra el p-valor para ANOVA de un factor.

A continuación, se muestran las diferencias por pares de datos del parámetro volumen de la variable evaluativa.

**Tabla 73**

*Prueba Post Hoc de Tukey para el parámetro volumen de la variable evaluativa en el día 56*

Diferencia de medias (Volumen)	p
Trichoderma spp-Saccharomyces cerevisiae	0.017
Trichoderma spp-Sin Tratamiento	0.388
Saccharomyces cerevisiae-Sin Tratamiento	0.201

**Nota:** Se muestra el p-valor para Tukey.

### ➤ PARÁMETROS DE SEGUIMIENTO (DÍA 56)

Para analizar los datos obtenidos de los parámetros de seguimiento del estudio, primero se someterán a la prueba de normalidad, con el uso del estadístico Shapiro Wilk.

**Tabla 74**

*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 56 del estudio*

	Temperatura		Ph		Humedad	
	gl	p	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	0.004	6	0.517	6	0.431
Saccharomyces cerevisiae.	6	0.001	6	0.035	6	0.496
Trichoderma spp	6	0.004	6	0.377	6	0.621

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla solo los datos del parámetro de seguimiento Humedad tienen normalidad, se procede a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas. Los otros parámetros serán analizados con la prueba estadística Kruskal-Wallis.

**Tabla 75**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para el parámetro de seguimiento Humedad en el día 56 del estudio*

Estadístico de Levene	Humedad		
	gl1	gl2	p
	2	15	0.991

**Nota:** Se muestra la prueba de Homogeneidad de varianzas.

El parámetro de seguimiento Humedad ha superado la prueba de homogeneidad de varianzas, se procede a aplicar el estadístico de prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 76**

*Prueba ANOVA de un factor para el parámetro de seguimiento Humedad en el día 56 del estudio*

Humedad	
F	p
0.716	0.505

**Nota:** Se muestra el p-valor para ANOVA de un factor

**Tabla 77**

*Prueba Kruskal-Wallis para los parámetros de seguimiento Temperatura y Ph en el día 56 del estudio*

Temperatura		Ph	
Estadístico Kruskal-Wallis		Estadístico Kruskal-Wallis	
gl	p	gl	p
2	0.809	2	0.395

**Nota:** Se muestra los p-valor para Kruskal-Wallis

### ➤ RESULTADO DÍA 63

Correspondiente a los resultados de la novena semana del estudio, la masa y el volumen corresponden a la disminución respecto a los datos iniciales de residuos sólidos orgánicos.

**Tabla 78**

*Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 63)*

CODIGO	T°	Ph	Masa (kg)	volumen (ft3)	Humedad (%)
t1: Sin tratamiento					
t2: Saccharomyces cerevisiae.					
t3: Trichoderma spp.					
Reemplazo t1	22	6.5	10.75	0.885	65
t1r4	22	6.8	9.832	1.066	65
t1r2	22	6.4	10.853	0.974	60
t1r1	23	6.8	9.438	0.930	62
t1r3	21	6.4	10.55	1.052	65
t1r5	23	6.5	9.48	0.924	64

Reemplazo t2	23	6.4	10.579	0.902	68
t2r1	23	7.1	10.575	0.946	65
t2r5	23	6.5	10.146	0.905	63
t2r3	23	6.5	9.37	0.779	65
t2r2	23	6.7	9.16	0.930	64
t2r4	22	6.8	9.861	0.924	63
Reemplazo t3	23	6.1	10.188	1.091	60
t3r5	23	7	9.962	0.902	68
t3r2	22	6.5	9.985	0.997	60
t3r3	21	6.8	10.316	1.080	60
t3r1	21	6.7	10.786	1.063	63
t3r4	23	6.9	9.387	1.002	60

**Nota:** No se administró unidad de tratamiento después de la recolección de datos.

### ➤ PROGRESO DE LA CAPACIDAD SAPROTRÓFICA (DÍA 63)

La capacidad saprotrófica está relacionada con la cantidad descompuesta por los microorganismos, se procede a analizar los datos de los parámetros de la variable evaluativa, masa y volumen descompuesta en la novena semana. A continuación, se observa la prueba de normalidad.

**Tabla 79**

*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 63 del estudio*

	Masa		Volumen	
	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	0.168	6	0.416
Saccharomyces cerevisiae.	6	0.422	6	0.021
Trichoderma spp	6	0.894	6	0.344

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla solo los datos del parámetro Masa de la variable evaluativa tienen normalidad, se procede a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas. Los datos del parámetro volumen serán analizados con la prueba estadística Kruskal-Wallis.

**Tabla 80**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para el parámetro Masa de la variable evaluativa en el día 63 del estudio*

Estadístico de Levene	Masa		
	gl1	gl2	p
	2	15	0.272

**Nota:** Se muestra la prueba de Homogeneidad de varianzas.

El parámetro Masa de la variable evaluativa ha superado la prueba de homogeneidad de varianzas, se procede a aplicar el estadístico de prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 81**

*Prueba ANOVA de un factor para el parámetro Masa de la variable evaluativa en el día 63 del estudio*

Masa	
F	p
0.204	0.817

**Nota:** Se muestra el p-valor para ANOVA de un factor

**Tabla 82**

*Prueba Kruskal-Wallis para el parámetro Volumen de la variable evaluativa en el día 63 del estudio*

Volumen	
Estadístico Kruskal-Wallis	
gl	p
2	0.058

**Nota:** Se muestra el p-valor para Kruskal-Wallis

## ➤ PARÁMETROS DE SEGUIMIENTO (DÍA 63)

Para analizar los datos obtenidos de los parámetros de seguimiento del estudio, primero se someterán a la prueba de normalidad, con el uso del estadístico Shapiro Wilk.

**Tabla 83**

*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 63 del estudio*

	Temperatura		Ph		Humedad	
	gl	p	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	0.212	6	0.045	6	0.058
Saccharomyces cerevisiae.	6	0.000	6	0.463	6	0.195
Trichoderma spp	6	0.035	6	0.492	6	0.004

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla todos los datos de los parámetros de seguimiento difieren de la distribución normal. Se procede a aplicar el estadístico de prueba Kruskal-Wallis

**Tabla 84**

*Prueba Kruskal-Wallis para los parámetros de seguimiento en el día 63 del estudio*

Temperatura		pH		Humedad	
Estadístico Kruskal-Wallis		Estadístico Kruskal-Wallis		Estadístico Kruskal-Wallis	
gl	p	gl	p	gl	p
2	0.222	2	0.601	2	0.147

**Nota:** Se muestra los p-valor para Kruskal-Wallis

## ➤ RESULTADO DÍA 70

Correspondiente a los resultados de la décima semana del estudio, la masa y el volumen corresponden a la disminución respecto a los datos iniciales de residuos sólidos orgánicos.

**Tabla 85**  
*Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 70)*

t1: Sin tratamiento	T°	Ph	Masa (kg)	Volumen (ft3)	Humedad (%)
t2: Saccharomyces cerevisiae.					
t3: Trichoderma spp.					
Reemplazo t1	21	6.9	11.3	0.891	50
t1r4	23	7.3	10.615	1.067	45
t1r2	22	6.9	11.08	0.980	50
t1r1	23	7	10.215	0.932	45
t1r3	24	6.9	10.96	1.069	48
t1r5	24	7	10.235	0.927	46
Reemplazo t2	23	6.8	11.605	0.913	55
t2r1	22	7	11.265	0.952	52
t2r5	22	7.1	11.195	0.910	56
t2r3	22	7.2	10.625	0.796	54
t2r2	22	7	10.315	0.924	51
t2r4	24	7.2	10.76	0.958	50
Reemplazo t3	24	7.1	11.355	1.113	54
t3r5	25	7.2	10.26	0.913	48
t3r2	24	76.8	10.22	0.999	46
t3r3	23	6.8	11.31	1.102	50
t3r1	24	7.1	11.13	1.097	45
t3r4	23	7	10.635	1.019	45

**Nota:** No se administró unidad de tratamiento después de la recolección de datos.

## ➤ PROGRESO DE LA CAPACIDAD SAPROTRÓFICA (DÍA 70)

La capacidad saprotrófica está relacionada con la cantidad descompuesta por los microorganismos, se procede a analizar los datos de los parámetros de la variable evaluativa, masa y volumen descompuesta hasta la décima semana. A continuación, se observa la prueba de normalidad.

**Tabla 86**

*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 70 del estudio*

	Masa		Volumen	
	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	0.438	6	0.254
Saccharomyces cerevisiae.	6	0.884	6	0.047
Trichoderma spp	6	0.182	6	0.281

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla solo los datos del parámetro Masa de la variable evaluativa tienen normalidad, se procede a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas. Los datos del parámetro volumen serán analizados con la prueba estadística Kruskal-Wallis.

**Tabla 87**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para el parámetro Masa de la variable evaluativa en el día 70 del estudio*

Estadístico de Levene	Masa		
	gl1	gl2	p
	2	15	0.798

**Nota:** Se muestra la prueba de Homogeneidad de varianzas.

El parámetro Masa de la variable evaluativa ha superado la prueba de homogeneidad de varianzas, se procede a aplicar el estadístico de prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 88**

*Prueba ANOVA de un factor para el parámetro Masa de la variable evaluativa en el día 70 del estudio*

Masa	
F	p
0.339	0.718

**Nota:** Se muestra el p-valor para ANOVA de un factor

**Tabla 89**

*Prueba Kruskal-Wallis para el parámetro Volumen de la variable evaluativa en el día 70 del estudio*

Volumen	
Estadístico Kruskal-Wallis	
gl	p
2	0.039

**Nota:** Se muestra el p-valor para Kruskal-Wallis

A continuación, se muestran las diferencias por pares de datos del parámetro de Volumen de la variable evaluativa.

**Tabla 90**

*Diferencia de medias para el parámetro Volumen de la variable evaluativa en el día 70 del estudio*

Diferencia de medias (Volumen)	p
Trichoderma spp-Saccharomyces cerevisiae	0.011
Trichoderma spp-Sin Tratamiento	0.204
Saccharomyces cerevisiae-Sin Tratamiento	0.204

**Nota:** Se muestran los p-valor con corrección Bonferroni

## ➤ PARÁMETROS DE SEGUIMIENTO (DÍA 70)

Para analizar los datos obtenidos de los parámetros de seguimiento del estudio, primero se someterán a la prueba de normalidad, con el uso del estadístico Shapiro Wilk.

**Tabla 91**

*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 70 del estudio*

	Temperatura		Ph		Humedad	
	gl	p	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	0.421	6	0.010	6	0.133
Saccharomyces cerevisiae.	6	0.006	6	0.389	6	0.739
Trichoderma spp	6	0.212	6	0.000	6	0.248

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla solo los datos del parámetro de seguimiento Humedad tienen normalidad, se procede a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas. Los otros parámetros serán analizados con la prueba estadística Kruskal-Wallis.

**Tabla 92**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para el parámetro de seguimiento Humedad en el día 70 del estudio*

Estadístico de Levene	Humedad		
	gl1	gl2	p
	2	15	0.616

**Nota:** Se muestra la prueba de Homogeneidad de varianzas.

El parámetro de seguimiento Humedad ha superado la prueba de homogeneidad de varianzas, se procede a aplicar el estadístico de prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 93**

*Prueba ANOVA de un factor para el parámetro de seguimiento Humedad en el día 70 del estudio*

Humedad	
F	p
7.358	0.006

**Nota:** Se muestra el p-valor para ANOVA de un factor

A continuación, se muestran las diferencias por pares de datos del parámetro de seguimiento Humedad.

**Tabla 94**  
*Prueba Post Hoc de Tukey para el parámetro de seguimiento Humedad en el día 70*

Diferencia de medias (Humedad)	p
Trichoderma spp-Saccharomyces cerevisiae	0.019
Trichoderma spp-Sin Tratamiento	0.911
Saccharomyces cerevisiae-Sin Tratamiento	0.008

**Nota:** Se muestra el p-valor para Tukey.

**Tabla 95**  
*Prueba Kruskal-Wallis para los parámetros de seguimiento Temperatura y Ph en el día 70 del estudio*

Temperatura		pH	
Estadístico Kruskal-Wallis		Estadístico Kruskal-Wallis	
gl	p	gl	p
2	0.07	2	0.483

**Nota:** Se muestra los p-valor para Kruskal-Wallis

## ➤ RESULTADO DÍA 77

Correspondiente a los resultados de la onceava semana del estudio, la masa y el volumen corresponden a la disminución respecto a los datos iniciales de residuos sólidos orgánicos.

**Tabla 96**  
*Datos Post- Test de la Unidad de Análisis (DÍA 77)*

CODIGO					
t1: Sin tratamiento	T°	Ph	Masa (kg)	Volumen (ft3)	Humedad (%)
t2: Saccharomyces cerevisiae.					
t3: Trichoderma spp.					
Reemplazo t1	23	6.9	11.31	0.896	48
t1r4	24	6.9	10.635	1.069	45
t1r2	24	7	11.105	0.985	44
t1r1	22	7.1	10.235	0.941	45
t1r3	23	6.9	10.975	1.097	45

t1r5	24	6.9	10.26	0.935	48
Reemplazo t2	23	7.1	11.615	0.919	45
t2r1	23	6.7	11.285	0.958	44
t2r5	22	7.1	11.215	0.913	45
t2r3	22	7.3	10.645	0.813	46
t2r2	22	6.9	10.34	0.919	42
t2r4	23	6.8	10.775	0.991	43
Reemplazo t3	23	6.8	11.37	1.130	43
t3r5	24	6.8	10.275	0.924	48
t3r2	23	7	10.24	1.008	46
t3r3	22	6.8	11.38	1.125	45
t3r1	24	6.9	11.14	1.125	45
t3r4	24	7.1	10.65	1.030	47

**Nota:** No se administró unidad de tratamiento después de la recolección de datos.

### ➤ PROGRESO DE LA CAPACIDAD SAPROTRÓFICA (DÍA 77)

La capacidad saprotrófica está relacionada con la cantidad descompuesta por los microorganismos, se procede a analizar los datos de los parámetros de la variable evaluativa, masa y volumen descompuesta hasta la onceava semana. A continuación, se observa la prueba de normalidad.

**Tabla 97**

*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de la variable evaluativa en el día 77 del estudio*

	Masa		Volumen	
	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	0.440	6	0.454
Saccharomyces cerevisiae.	6	0.869	6	0.362
Trichoderma spp	6	0.164	6	0.169

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla todos los parámetros de la variable evaluativa tienen normalidad, se procede a realizar la prueba de homogeneidad de varianzas.

**Tabla 98**

*Prueba de homogeneidad de varianzas para los parámetros de la variable evaluativa en el día 77 del estudio*

Estadístico Levene	de Masa			de Volumen		
	gl1	gl2	p	gl1	gl2	p
	2	15	0.739	2	15	0.342

**Nota:** Se muestra la prueba de Homogeneidad de varianzas.

Los parámetros de la variable evaluativa han superado la prueba de homogeneidad de varianzas, se procede a aplicar el estadístico de prueba ANOVA de un factor.

**Tabla 99**

*Prueba ANOVA de un factor para los parámetros de la variable evaluativa en el día 77 del estudio*

Masa		Volumen	
F	p	F	p
0.333	0.722	5.056	0.021

**Nota:** Se muestra el p-valor para ANOVA de un factor.

A continuación, se muestran las diferencias por pares de datos del parámetro volumen de la variable evaluativa.

**Tabla 100**

*Prueba Post Hoc de Tukey para el parámetro volumen de la variable evaluativa en el día 77*

Diferencia de medias (Volumen)	p
Trichoderma spp-Saccharomyces cerevisiae	0.016
Trichoderma spp-Sin Tratamiento	0.276
Saccharomyces cerevisiae-Sin Tratamiento	0.284

**Nota:** Se muestra el p-valor para Tukey.

➤ **PARÁMETROS DE SEGUIMIENTO (DÍA 77)**

Para analizar los datos obtenidos de los parámetros de seguimiento del estudio, primero se someterán a la prueba de normalidad, con el uso del estadístico Shapiro Wilk.

**Tabla 101**

*Prueba de normalidad de Shapiro Wilk para los parámetros de seguimiento en el día 77 del estudio*

	Temperatura		Ph		Humedad	
	gl	p	gl	p	gl	p
Sin tratamiento	6	0.091	6	0.006	6	0.044
Saccharomyces cerevisiae.	6	0.004	6	0.801	6	0.804
Trichoderma spp	6	0.091	6	0.110	6	0.918

**Nota:** Se muestran los datos de la prueba de normalidad

Como se puede observar en la tabla todos los datos de los parámetros de seguimiento difieren de la distribución normal. Se procede a aplicar el estadístico de prueba Kruskal-Wallis

**Tabla 102**

*Prueba Kruskal-Wallis para los parámetros de seguimiento en el día 77 del estudio*

Temperatura		Ph		Humedad	
Estadístico Kruskal-Wallis		Estadístico Kruskal-Wallis		Estadístico Kruskal-Wallis	
gl	p	gl	p	gl	p
2	0.113	2	0.628	2	0.238

**Nota:** Se muestra los p-valor para Kruskal-Wallis

## 4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

### 4.2.1. HIPÓTESIS GENERAL

Hi: Existe diferencia en la capacidad saprotrófica de los hongos *Trichoderma* spp y *Saccharomyces cerevisiae* en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos.

- **Nivel de significancia: 5%**

Corresponde al nivel de error máximo que puede asumir el p-valor para aceptar la hipótesis alterna. Los p-valor menores al nivel de significancia aceptan la hipótesis alterna.

- **Procedimiento estadístico**

Prueba de hipótesis con Anova de un factor para los datos paramétricos y Kruskal-Wallis para los datos no paramétricos.

Los resultados muestran para la hipótesis general que los parámetros de la variable evaluativa han superado la prueba de normalidad como se refleja en el RESULTADO DÍA 77 (Tabla 98), así como la prueba de homogeneidad de varianzas (Tabla 99). Ambos parámetros, masa y volumen, han sido sometidos a la prueba Anova de un factor (Tabla 100). El p-valor para la masa es mayor al 5% y el p-valor para el volumen es menor al 5%. Las masas descompuestas hasta el día 77 del estudio por los dos grupos experimentales y el grupo control no tienen una diferencia significativa, a diferencia de los volúmenes que sí son diferentes.

Específicamente la diferencia se encuentra en el par *Trichoderma* spp-*Saccharomyces cerevisiae* (Tabla 101). Con una media de volumen descompuesto para *Saccharomyces cerevisiae* de 0.92 ft<sup>3</sup> y de 1.06 ft<sup>3</sup> para *Trichoderma* spp. Podemos afirmar que el t3 descompuso mayor volumen de residuos sólidos orgánicos que el t2.

**Tabla 103**

*Consolidado de masa y volumen descompuesto*

PROGRESO DE DISMINUCIÓN DE MASA Y VOLUMEN DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS																							
CÓDIGO:		DÍA 7		DÍA 14		DÍA 21		DÍA 28		DÍA 35		DÍA 42		DÍA 49		DÍA 56		DÍA 63		DÍA 70		DÍA 77	
t1: Sin																							
tratamiento																							
t2:																							
Saccharomyces																							
cerevisiae.	Kg	ft3	Kg	ft3	Kg	ft3	Kg	ft3	Kg	ft3	Kg	ft3	Kg	ft3	Kg	ft3	Kg	ft3	Kg	ft3	Kg	ft3	
t3: Trichoderma																							
spp.																							
Reemplazo t1	2.935	0.139	4.95	0.306	6.445	0.445	7.715	0.612	7.705	0.696	7.45	0.835	7.65	0.852	10.01	0.874	10.75	0.885	11.3	0.891	11.31	0.896	
t1r4	3.065	0.139	4.44	0.278	5.675	0.362	6.935	0.612	6.78	0.779	6.83	1.058	7.23	1.061	9.205	1.063	9.832	1.066	10.615	1.067	10.635	1.069	
t1r2	3.255	0.167	4.74	0.306	5.955	0.445	7.13	0.612	7.075	0.752	6.845	0.863	7.125	0.891	9.475	0.963	10.853	0.974	11.08	0.980	11.105	0.985	
t1r1	2.580	0.167	3.795	0.251	5.035	0.390	6.365	0.557	6.34	0.668	6.78	0.891	6.955	0.902	8.95	0.910	9.438	0.930	10.215	0.932	10.235	0.941	
t1r3	3.470	0.128	5.01	0.267	6.6	0.379	7.75	0.601	7.84	0.740	7.69	0.907	7.845	0.952	10.01	0.991	10.55	1.052	10.96	1.069	10.975	1.097	
t1r5	2.770	0.100	3.87	0.239	5.15	0.379	6.23	0.546	5.92	0.685	6.14	0.907	6.435	0.913	8.69	0.921	9.48	0.924	10.235	0.927	10.26	0.935	
Reemplazo t2	3.575	0.084	5.585	0.251	6.77	0.390	7.92	0.529	7.69	0.612	7.705	0.863	7.895	0.874	10.2	0.891	10.579	0.902	11.605	0.913	11.615	0.919	
t2r1	3.425	0.195	4.965	0.390	5.88	0.557	7.05	0.724	6.575	0.835	6.915	0.919	7.485	0.930	9.69	0.938	10.575	0.946	11.265	0.952	11.285	0.958	
t2r5	2.945	0.084	4.2	0.251	5.33	0.390	6.515	0.585	5.945	0.668	6.355	0.891	6.645	0.896	9.01	0.899	10.146	0.905	11.195	0.910	11.215	0.913	
t2r3	3.135	0.084	4.81	0.251	6.1	0.362	7.39	0.529	6.625	0.640	6.395	0.752	6.575	0.763	8.955	0.771	9.37	0.779	10.625	0.796	10.645	0.813	
t2r2	2.785	0.122	4.355	0.228	5.95	0.479	6.875	0.618	6.21	0.757	5.985	0.952	6.145	0.941	8.58	0.932	9.16	0.930	10.315	0.924	10.34	0.919	
t2r4	2.970	0.128	4.725	0.267	6.1	0.406	7.175	0.573	6.62	0.685	6.365	0.824	6.465	0.857	9.015	0.880	9.861	0.924	10.76	0.958	10.775	0.991	
Reemplazo t3	3.280	0.167	5.015	0.334	6.23	0.585	7.25	0.724	6.92	0.863	7.105	1.030	7.415	1.058	9.775	1.074	10.188	1.091	11.355	1.113	11.37	1.130	
t3r5	2.860	0.139	4.23	0.251	5.44	0.445	6.395	0.612	6.16	0.724	6.15	0.863	6.13	0.874	8.35	0.885	9.962	0.902	10.26	0.913	10.275	0.924	
t3r2	2.765	0.167	3.715	0.306	4.82	0.418	6.025	0.557	5.48	0.668	5.84	0.974	6.325	0.980	8.53	0.988	9.985	0.997	10.22	0.999	10.24	1.008	
t3r3	3.635	0.167	5.285	0.362	6.415	0.529	7.67	0.668	7	0.807	6.785	1.030	6.935	1.041	9.425	1.058	10.316	1.080	11.31	1.102	11.38	1.125	

t3r1	3.595	0.167	5.01	0.362	6.5	0.557	7.775	0.696	7.095	0.807	6.9	1.002	7.09	1.019	9.605	1.041	10.786	1.063	11.13	1.097	11.14	1.125
t3r4	3.310	0.139	4.185	0.306	5.445	0.445	6.67	0.585	5.92	0.696	5.68	0.946	5.835	0.958	8.175	0.985	9.387	1.002	10.635	1.019	10.65	1.030

**Nota:** Se muestra el progreso de las masas y volúmenes descompuestos semanalmente, hasta el día 77.

#### 4.2.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICA

Hi1: El progreso semanal de la capacidad saprotrófica de los hongos *Trichoderma spp* y *Saccharomyces cerevisiae* en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos es diferente

- **Nivel de significancia: 5%**

Corresponde al nivel de error máximo que puede asumir el p-valor para aceptar la hipótesis alterna. Los p-valor menores al nivel de significancia aceptan la hipótesis alterna.

- **Procedimiento estadístico**

Prueba de hipótesis con Anova de un factor para los datos paramétricos y Kruskal-Wallis para los datos no paramétricos.

El progreso semanal (DÍA 7), para la masa y volumen descompuestos fue similar según los p-valor. (Tabla 13) (Tabla 14)

El progreso semanal (DÍA 14), para la masa y volumen descompuestos fue similar según los p-valor. (Tabla 21) (Tabla 22)

El progreso semanal (DÍA 21), para la masa descompuestos fue similar y el volumen descompuesto fue diferente según los p-valor (Tabla 30). Específicamente la diferencia hallada fue en el par *Trichoderma spp*-Sin Tratamiento (Tabla 31)

El progreso semanal (DÍA 28) para la masa y volumen descompuestos fue similar según los p-valor. (Tabla 40).

El progreso semanal (DÍA 35) para la masa y volumen descompuestos fue similar según los p-valor. (Tabla 48).

El progreso semanal (DÍA 42) para la masa y volumen descompuestos fue similar según los p-valor. (Tabla 56).

El progreso semanal (DÍA 49) para la masa descompuesta fue

similar y el volumen descompuesto fue diferente según los p-valor (Tabla 64). Específicamente la diferencia hallada fue en el par *Trichoderma* spp-*Saccharomyces cerevisiae* (Tabla 65).

El progreso semanal (DÍA 56) para la masa descompuesta fue similar y el volumen descompuesto fue diferente según los p-valor (Tabla 73). Específicamente la diferencia hallada fue en el par *Trichoderma* spp-*Saccharomyces cerevisiae* (Tabla 74).

El progreso semanal (DÍA 63), para la masa y volumen descompuestos fue similar según los p-valor. (Tabla 82) (Tabla 83).

El progreso semanal (DÍA 70) para la masa descompuesta fue similar y el volumen descompuesto fue diferente según los p-valor (Tabla 89) (Tabla 90). Específicamente la diferencia hallada fue en el par *Trichoderma* spp-*Saccharomyces cerevisiae* (Tabla 91).

Hi2: Las medias de los parámetros de seguimiento de los tratamientos con *Trichoderma* spp y *Saccharomyces cerevisiae* en la descomposición de los residuos orgánicos son diferentes.

- **Nivel de significancia: 5%**

Corresponde al nivel de error máximo que puede asumir el p-valor para aceptar la hipótesis alterna. Los p-valor menores al nivel de significancia aceptan la hipótesis alterna.

- **Procedimiento estadístico**

Prueba de hipótesis con Anova de un factor para los datos paramétricos y Kruskal-Wallis para los datos no paramétricos.

Las medias de los parámetros de seguimiento (DÍA 7) para Temperatura, Ph, Humedad y Lixiviados fueron similares (Tabla 17).

Las medias de los parámetros de seguimiento (DÍA 14) para Temperatura, Ph, Humedad y Lixiviados fueron similares (Tabla 25) (Tabla 26).

Las medias de los parámetros de seguimiento (DÍA 21) para Temperatura, Humedad y Lixiviados fueron similares, para el parámetro Ph fue diferente (Tabla 34) (Tabla 35). Específicamente la diferencia hallada para Ph fue en el par *Trichoderma spp*-Sin Tratamiento (Tabla 36).

Las medias de los parámetros de seguimiento (DÍA 28) para Temperatura, Ph y Humedad fueron similares (Tabla 43) (Tabla 44).

Las medias de los parámetros de seguimiento (DÍA 35) para Temperatura, Ph y Humedad fueron similares (Tabla 51) (Tabla 52).

Las medias de los parámetros de seguimiento (DÍA 42) para Temperatura, Ph y Humedad fueron similares (Tabla 59) (Tabla 60).

Las medias de los parámetros de seguimiento (DÍA 49) para Temperatura, Ph y Humedad fueron similares (Tabla 68) (Tabla 69).

Las medias de los parámetros de seguimiento (DÍA 56) para Temperatura, Ph y Humedad fueron similares (Tabla 77) (Tabla 78).

Las medias de los parámetros de seguimiento (DÍA 63) para Temperatura, Ph y Humedad fueron similares (Tabla 85).

Las medias de los parámetros de seguimiento (DÍA 70) para Temperatura y Ph fueron similares, para el parámetro Humedad fue diferente (Tabla 94) (Tabla 96). Específicamente la diferencia hallada para el parámetro Humedad fue en los pares *Trichoderma spp*-*Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces cerevisiae*-Sin Tratamiento (Tabla 95).

Las medias de los parámetros de seguimiento (DÍA 77) para Temperatura, Ph y Humedad fue similar (Tabla 103).

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Respecto a la Hipótesis general planteada:

Hi: Existe diferencia en la capacidad saprotrófica de los hongos *Trichoderma* spp y *Saccharomyces cerevisiae* en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos.

El presente estudio ha medido la capacidad saprotrófica de ambos grupos experimentales en base a los indicadores de la variable evaluativa, masa y volumen descompuestos durante las 11 semanas de experimentación, encontrándose una disminución de masa para el grupo control del 76.79% de la masa inicial, para el grupo *Saccharomyces cerevisiae* del 78.42% de la masa inicial y para el grupo *Trichoderma* spp. 77.43% de la masa inicial, si bien se pueden observar diferencias, estas no son significativas según los resultados estadísticos mostrados.

Para el volumen el grupo control mostró una disminución del 78.58% del volumen inicial, el grupo *Saccharomyces cerevisiae* una disminución del 76.67% del volumen inicial y el grupo *Trichoderma* spp. una disminución del 82.81% del volumen inicial. Finalmente, respecto a la masa se acepta la hipótesis nula, y respecto al volumen se acepta la hipótesis alterna.

Angulo y Lizonde (2020), en su tesis: Revisión bibliográfica del uso de los microorganismos eficientes en la obtención de compost orgánico, Universidad César Vallejo, tuvieron por objetivo observar cómo influyen los microorganismos benéficos en la calidad y tiempo de obtención de composta orgánica.

Se concluyó que los microorganismos benéficos influyen en el tiempo de biodegradación para obtener composta orgánica, esto por sus propiedades de descomposición y aceleración en el procedimiento, También se aumenta la calidad de composta, en valores de relación carbono/nitrógeno, material orgánico, pH y humedad.

Como se puede observar en el antecedente mencionado, se midió la influencia de los microorganismos, respecto al tiempo de obtención, a diferencia del presente estudio, que midió la influencia respecto a la disminución de residuos sólidos orgánicos en un determinado espacio de tiempo. A la vez complementa el trabajo de investigación mencionando la calidad del abono final.

Vargas (2019) en su tesis: Aplicación de microorganismos eficientes para mejorar la descomposición de residuos sólidos orgánicos en el centro compostero de Granja Porcón – Cajamarca, Universidad César Vallejo, tuvo como objetivo preparar un cultivo biológico de microorganismos benéficos con material orgánico de la jurisdicción como broza de quinuales, alisos o pinos, lactosuero, harina molida de avena, quinua y trigo, levadura, agua destilada y melaza. Como resultado se obtuvieron duraciones de 139 y 97 días para los procesos sin tratamiento y con tratamiento respectivamente.

Como se puede observar en el antecedente mencionado la diferencia en días del proceso de compostaje fue muy significativo con tratamiento y sin tratamiento. Así mismo, la presente investigación muestra una diferencia significativa entre el uso de la levadura *Saccharomyces cerevisiae* y el Hongo *Trichoderma spp* respecto al volumen descompuesto.

García (2018) en su tesis: Eficiencia del *Saccharomyces cerevisiae* en la producción de abono orgánico a partir de residuos de flores del cementerio jardín de la esperanza, en el distrito de Amarilis, Huánuco abril – junio 2018, Universidad de Huánuco, tuvo por objetivo precisar la efectividad de *Saccharomyces c.* en las propiedades físicas, duración de biodegradación del material orgánico y los nutrientes contenidos en abonos producidos en base de residuos florales, y su viabilidad económicamente, socialmente, técnicamente y ambientalmente. Los resultados muestran una influencia de la levadura respecto a parámetros como el pH, Humedad y Temperatura, sin embargo, respecto al tiempo de descomposición, no muestra una diferencia significativa.

El antecedente basa el proceso de biodegradación en propiedades físicas (Ph, Humedad y temperatura) y tiempo de descomposición, a

diferencia del presente estudio que encuentra una diferencia significativa entre los volúmenes descompuestos por *Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae*, encontrando mayor volumen descompuesto por *Trichoderma* spp. Respecto al testigo, no se encontró diferencia significativa con *Saccharomyces cerevisiae*.

Respecto a la primera hipótesis específica planteada

Hi1: El progreso semanal de la capacidad saprotrófica de los hongos *Trichoderma* spp y *Saccharomyces cerevisiae* en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos es diferente.

Los resultados estadísticos mostraron diferencias en el progreso semanal de la capacidad saprotrófica en los días 21, 49, 56 y 70. Todas las diferencias respecto al volumen, en el día 21, fueron diferentes los volúmenes descompuestos en el grupo control y el grupo *Trichoderma* spp. y en los días 49, 56 y 70 fueron diferentes los volúmenes descompuestos por el grupo *Saccharomyces cerevisiae* y el grupo *Trichoderma* spp. Los días 7, 14, 28, 35, 42 y 63 mostraron progresos semanales similares.

Respecto a la segunda hipótesis específica

Hi2: Las medias de los parámetros de seguimiento de los tratamientos con *Trichoderma* spp y *Saccharomyces cerevisiae* en la descomposición de los residuos orgánicos son diferentes.

Los resultados estadísticos mostraron que las medias de los parámetros de seguimiento fueron diferentes en los días 21 y 70. En el día 21 la diferencia fue para el parámetro de seguimiento Ph, en el par *Trichoderma* spp. – Sin Tratamiento. En el día 70, fueron diferentes las medias para el parámetro de seguimiento Humedad, en los pares *Trichoderma* spp - *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces cerevisiae* - Sin Tratamiento. En los días 7, 14, 28, 35, 42, 49, 56, 63 y 77 las medias de los parámetros de seguimiento fueron similares

Guzmán (2021) en su tesis: Bioprospección de cepas de hongos y bacterias productoras de enzimas que aceleren la descomposición de residuos agropecuarios en el compostaje. Tuvo por objetivo la identificación y caracterización de bacterias y hongos aislados del suelo, como inóculos potenciales para compostaje en la obtención de abono orgánico.

Los resultados de esta tesis muestran un aumento de temperatura para el grupo experimental con *Trichoderma*, sin embargo, la masa usada fue de 64,68 kg y la pila estaba compuesta de gallinaza; especificaciones que pueden condicionar este aumento, a diferencia de nuestro estudio, que no usó ningún tipo de estiércol, y la masa fue escalada, lo que no permite elevar la temperatura. Finalmente, el antecedente concluye que la cepa *Trichoderma* puede usarse para reducir patógenos en la mezcla de residuos, de esta forma complementa el presente estudio.

## CONCLUSIONES

- Se concluye que la capacidad saprotrófica de los hongos *Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae* es diferente respecto al volumen descompuesto de residuos sólidos orgánicos hasta el día 77 del estudio.
- Se concluye que la capacidad saprotrófica de los hongos *Trichoderma* spp. y *Saccharomyces cerevisiae* no es diferente de forma significativa respecto a la masa descompuesta de residuos sólidos orgánicos hasta el día 77 del estudio.
- Se concluye que el hongo *Trichoderma* spp. ha descompuesto mayor volumen de residuos sólidos orgánicos que el *Saccharomyces cerevisiae* hasta el día 77 del estudio.
- Se concluye que el progreso semanal en el día 7, 14, 28, 35, 42 y 63 de los grupos experimentales y el grupo control no tuvo diferencia significativa.
- Se concluye que el progreso semanal en el día 21, 49, 56 y 70 de los grupos experimentales y el grupo control fueron diferentes.
- Se concluye que las medias de los parámetros de seguimiento no tuvieron diferencia significativa en los días 7, 14, 28, 35, 42, 49, 56, 63 y 77
- Se concluye que las medias de los parámetros de seguimiento fueron diferentes en los días 21 y 70.
- Se concluye que, al finalizar el estudio, los parámetros de seguimiento fueron similares en los tres grupos.
- Se concluye que, al medir la descomposición en masa y volumen, se obtienen datos exactos referentes a la cantidad de residuos sólidos orgánicos descompuestos, a diferencia de un indicador de tiempo, que se comporta de forma deficiente para describir la biodegradación.
- Se concluye que los parámetros de seguimiento Temperatura, Ph, Humedad y Lixiviados solo son indicadores de acompañamiento y no están relacionadas de forma directa con la capacidad saprotrófica de los hongos.

## RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios para medir la capacidad biodegradativa del hongo *Trichoderma* spp. tomando en cuenta diferentes dosis de aplicación.
- Se recomienda realizar estudios para medir la capacidad biodegradativa del hongo *Saccharomyces cerevisiae*. tomando en cuenta diferentes dosis de aplicación.
- Se recomienda medir la capacidad biodegradativa de un microorganismo eficiente en base a cantidades, más no en base a tiempo, ya que puede ser subjetivo el estado final de un abono.
- Se recomienda disociar la calidad del abono con la aceleración de la descomposición, ya que, una descomposición más rápida no garantiza una calidad alta del compost.
- Se recomienda realizar el escalado para posteriores estudios, de esta forma se podrá tener una experimentación controlada y con variables fácilmente medibles.
- Se recomienda realizar estudios que afronten la problemática de la generación de residuos sólidos orgánicos, de esta manera se podrán aportar soluciones en pro a la preservación de nuestro ambiente.
- Se recomienda a la Universidad de Huánuco, implementar un laboratorio de análisis de suelos para posteriores estudios.
- Se recomienda tomar en cuenta los factores meteorológicos para tomar de referencia el presente estudio, que se desarrolló en la ciudad de Huánuco con temperatura, humedad y precipitación expuestos en el anexo 09, en base a la data obtenida del SENHAMI.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaldía mayor de Bogotá (2014). Guía técnica para el aprovechamiento de residuos orgánicos a través de metodologías de compostaje y lombricultura. [https://www.uaesp.gov.co/images/guia-uaesp\\_sr.pdf](https://www.uaesp.gov.co/images/guia-uaesp_sr.pdf)
- Alvarado, I. F., Osorio, K. F. (2020). Coleópteros necrófagos, coprófagos y frugívoros en la Cordillera el Merendón, Honduras. <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/87d8a836-9b1b-4338-9491-9ec5782026cd/content>
- Andrade Loor, D. M. y Avellán Realpe, A. E. (2020). Inoculación de un consorcio microbiano autóctono encapsulado con capacidad celulolítica para la producción de compost de calidad en Manabí-Ecuador. [Tesis, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí, Ecuador]. <http://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1326>
- Angulo y Lizonde (2020). Revisión bibliográfica del uso de los microorganismos eficientes en la obtención de compost orgánico [tesis para optar el título de ingeniero ambiental]. Repositorio institucional UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/53159>
- Banco Interamericano de Desarrollo - Convenio fondo especial de Japón (2009). Manual práctico de uso de EM. [https://emuruguay.org/images/Manual\\_Practico\\_Uso\\_EM\\_OISCA\\_BID.pdf](https://emuruguay.org/images/Manual_Practico_Uso_EM_OISCA_BID.pdf)
- Banco mundial (2018). Los desechos a nivel mundial crecerán un 70 % para 2050, a menos que se adopten medidas urgentes. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2018/09/20/global-waste-to-grow-by-70-percent-by-2050-unless-urgent-action-is-taken-world-bank-report>
- Barrena (2006). Compostaje de residuos sólidos orgánicos. Aplicación de técnicas respirométricas en el seguimiento del proceso. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/5307/rbg1de1.pdf?sequen>

- Biopolcom, Chile (2019, julio). ¿Qué es la biodegradación? [boletín]. <https://biopolcom.cl/index.php/2019/07/19/que-es-la-biodegradacion/>
- Bueno, M. P., Díaz, B. M., Cabrera, C. F. (s. f.). Factores que afectan al proceso de compostaje. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/20837/3/Factores%20que%20afectan%20al%20proceso%20de%20compostaje.pdf>
- Bustos, F. C. (2009). La problemática de los desechos sólidos. <https://www.redalyc.org/pdf/1956/195614958006.pdf>
- Capello, G. S., López, H. E., Sánchez, I. V. (2014). Educación ambiental para conocimiento y uso de hongos en una comunidad chontal, olcuatitán, nacajuca. Tabasco. <https://www.redalyc.org/pdf/4578/457845047003.pdf>
- Castrillón, R. L., Palma, R. A., Castañeda, S. J. (2020). Actinomicetos: mecanismos de patogenicidad. <https://dermatologiarevistamexicana.org.mx/article/actinomicetos-mecanismos-de-patogenicidad/>
- Covacevich, F., Consolo, V. F. (2014). Herramientas para el estudio y manipulación de hongos micorrícicos, arbusculares y trichoderma. [https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/108183/conicet\\_digital\\_nro.a4735b83-ea20-4ed0-bd08-d4bfaacfe40\\_a.pdf?sequence=2&isallowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/108183/conicet_digital_nro.a4735b83-ea20-4ed0-bd08-d4bfaacfe40_a.pdf?sequence=2&isallowed=y)
- EM producción y tecnología S.A, Costa Rica (s. f.) Guía de la tecnología EM. <http://www.infoagro.go.cr/inforegiones/regioncentraloriental/documentos/boletin%20tecnologia%20%20em.pdf>
- Enciclopedia online (2019). Reino fungi. <https://enciclopediaonline.com/es/reino-fungi/>
- Escalante, R. A., Pérez, I. G., Hidalgo, M. C., López, C. J., Campo, A. J., Valtierra,

- P. E., Etchevers, B. J. (2016). Biocarbón (biochar): Naturaleza, historia, fabricación y uso en el suelo. <https://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v34n3/2395-8030-tl-34-03-00367.pdf>
- Escobar, P. (2019, 09 de febrero). La gestión de los residuos sólidos urbanos: una aproximación. Consultado el 09 de septiembre de 2023. <https://misionesonline.net/2019/02/09/la-gestion-los-residuos-urbanos-una-aproximacion/>
- Escorcia, M. H., García, B. J., Hernández, R. E., Martínez, A. A. (2012). Levadura *Saccharomyces cerevisiae*. <https://es.slideshare.net/nadarifa/trabajo-de-investigacion1-11006571>
- García (2018). Eficiencia del *Saccharomyces cerevisiae* en la producción de abono orgánico a partir de residuos de flores del cementerio jardín de la esperanza, en el distrito de Amarilis – Huánuco abril – junio 2018 [tesis para optar el título profesional de ingeniera ambiental]. Repositorio institucional UDH. <http://repositorio.udh.edu.pe/handle/123456789/1462>
- Glosario de agricultura orgánica de la FAO (2009). Abono orgánico. Boletinagrario.com. Consultado el 11 de mayo de 2021. <https://boletinagrario.com/ap-6,abono+organico,944.html>
- Guerrero, E. J., Monsalve, P. J. (2006). El compostaje como una estrategia de producción más limpia en los centros de beneficio animal del departamento de Risaralda. <https://www.redalyc.org/pdf/849/84911652082.pdf>
- Gutiérrez, F. J. (2018). El papel de la selección de levaduras en la elaboración del vino. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6573032>
- Guzmán Cedeño, A (2021) Bioprospección de cepas de hongos y bacterias productoras de enzimas que aceleren la descomposición de residuos agropecuarios en el compostaje. [Tesis de Maestría, Universidad Técnica del Norte, Ecuador]. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11112>

- Guzmán, T. S.(2017). Los microbios y la ecología.  
[https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/68\\_2/pdf/microbio secologia.pdf](https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/68_2/pdf/microbio%20ecologia.pdf). crespo, g. (2013) funciones de los organismos del suelo en el ecosistema de pastizal.  
<https://www.redalyc.org/pdf/1930/193029815001.pdf>
- Hernández S., Fernández C. Y Baptista L. Editor, Rocha M. (ed.). (2014). Metodología de la investigación. (6ª ed.).  
<https://archive.org/details/hernandezetal.metodologiadelainvestigacion/page/n17/mode/2up>
- Hernández, M. D., Ferrera, C. R., Alarcón, A. (2019). Trichoderma: Importancia agrícola, biotecnológica, y sistemas de fermentación para producir biomasa y enzimas de interés industrial.  
[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0719-38902019000100098](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-38902019000100098)
- Huaraca (2020). Diferentes protocolos de obtención y activación de microorganismos eficientes de montaña sobre las características fisicoquímicas de abonos orgánicos [tesis para optar el título profesional de ingeniero zootecnista]. Repositorio institucional UNAS.  
[https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1830/T\\_S\\_HBKB\\_2020.pdf?sequence=1](https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/1830/T_S_HBKB_2020.pdf?sequence=1)
- Ibáñez, J. R., Corroccoli, M. D. (2002). Valorización de residuos sólidos orgánicos. <http://www.ingenieroambiental.com/4014/valoriza-residuos.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática (2019). Residuos sólidos.  
[https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1756/cap05.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1756/cap05.pdf)
- Kuhar, F., Castiglia, V., Papinutti, L. (2013). Reino fungi: Morfologías y estructuras de los hongos.  
<https://core.ac.uk/download/pdf/52479411.pdf>

- Lara (2018). Evaluación del comportamiento de los microorganismos eficientes para acelerar la transformación de los desechos sólidos orgánicos originados en el mercado san alfonso-riobamba [tesis para optar el título profesional de ingeniero en biotecnología ambiental]. Repositorio institucional epoch.  
<http://dspace.epoch.edu.ec/handle/123456789/8929>
- Ludeña (2019). Efecto de los microorganismos eficaces en la descomposición de los desechos sólidos orgánicos más estiércol de ganado vacuno en el Distrito de José Gálvez [tesis para optar el título profesional de ingeniera ambiental]. Repositorio institucionalUNC.<https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3230190>
- Martínez, B., Infante, D., Reyes, Y. (2013). Trichoderma spp. Y su función en el control de plagas en los cultivos.  
<http://scielo.sld.cu/pdf/rpv/v28n1/rpv01113.pdf>
- Minam (2016). Decreto Legislativo N°1278. Perú.  
<https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-legislativo-n-1278/>
- Minam (2019). Valorización de residuos sólidos municipales.  
[https://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/wp-content/uploads/sites/136/2019/03/Actividad-2\\_Valorizacion-Organicos.pdf](https://www.minam.gob.pe/gestion-de-residuos-solidos/wp-content/uploads/sites/136/2019/03/Actividad-2_Valorizacion-Organicos.pdf)
- Ministerio de agricultura y ganadería, El Salvador (s.f.). Microorganismos guía técnica 4.  
[https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/0603028/pdf/production/vegetable\\_04.pdf](https://www.jica.go.jp/project/elsalvador/0603028/pdf/production/vegetable_04.pdf)
- Ministerio de Medio ambiente y Medio rural y marino, Gobierno de España. (s. f.). Manual de compostaje.  
[http://www.resol.com.br/cartilhas/manual\\_de\\_compostaje.pdf](http://www.resol.com.br/cartilhas/manual_de_compostaje.pdf)
- Modesto Pajuelo, G. (2023) *Efecto del compost y microorganismos eficaces en la recuperación de suelos agrícolas degradados en el Distrito de Molino – Provincia de Pachitea – Departamento de Huánuco 2022* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional

UDH.

<http://repositorio.udh.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14257/4244/Modesto%20Pajuelo%2c%20Gabriela%20Gaby.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Moya, J. C. (2012) ¿Cómo hacer microorganismos eficientes? Ministerio de agricultura y ganadería-Dirección Regional central occidental, Costa Rica. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/drocc-hoja-04-2012.pdf>

Navarro (2013). Micología veterinaria. [tesis para optar el grado de doctor]. Repositorio institucional UNA. <https://repositorio.una.edu.ni/2470/1/nl73n322.pdf>

Olmo (2016). Efectos del biochar sobre el suelo, las características de la raíz y la producción vegetal. [tesis para para optar el grado de doctor]. Repositorio institucional UCOR. <https://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/13381/2016000001398.pdf?sequence=1>

Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la agricultura (2013). Manual de compostaje del agricultor experiencias en América latina. <http://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf>

Pon (2019). Taller regional: Instrumentos para la implementación efectiva y coherente de la dimensión ambiental de la agenda de desarrollo. <https://www.cepal.org/es/eventos/taller-regional-instrumentos-la-implementacion-efectiva-coherente-la-dimension-ambiental-la>

Raffino, M. E. (2020, 27 de julio). Concepto de Organismos descomponedores. Consultado el 11 de mayo de 2021.

Rincón, R. A. (2012). Aplicaciones biotecnológicas de Trichoderma. <https://www.upo.es/revistas/index.php/biosaia/article/view/473>

Rivera, M., Caracela, E., Morales, L. (2020). Proceso de compostaje por *Saccharomyces cerevisiae* en una Institución Educativa en Perú. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7611500&info=resumen>

- Román, P., Martínez, M., Pantoja, A. (2013). Manual del compostaje del agricultor, experiencias en América Latina.  
<http://www.fao.org/3/i3388s/i3388s.pdf>
- Santoyo, R. J. (s. f.) Residuos sólidos- conceptos básicos y aplicación de las 3 rs. <https://pdfslide.tips/documents/conceptos-basicos-y-aplicacion-de-las-3-rs-psigobpe-base-legal-ley-27314.html?page=1>
- Servicios manufactureros, alcoholes industriales, Guatemala. (s. f.). “Realidad, impacto y oportunidades de los biocombustibles en Guatemala (sector productivo)”.  
<http://www.oas.org/dsd/energy/documents/simposiog/3%20panel%20i%20biogas.pdf>
- Smv (2018) (2018, 31 de enero). La valorización de residuos: tipos y beneficios. Consultado el 11 de mayo de 2021. <https://www.smv.es/la-valorizacion-residuos-tipos-beneficios/>
- Sogama (s. f.). Cómo reconocer un buen compost.  
<https://www.sogama.gal/compostaxe/es/>
- Soluciones prácticas (2013-2016). Guía para la producción sostenible de la caficultura en la selva alta peruana. <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/07/1882532016118112654.pdf>
- Somarriba, R. R., Guzmán, G. F. (2004). Guía de lombricultura.  
<https://repositorio.una.edu.ni/2409/1/nf04s693.pdf>
- Steciow, M. (2012). Breve enciclopedia del ambiente.  
[https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/hongos\\_func.htm](https://www.mendoza.conicet.gov.ar/portal/enciclopedia/terminos/hongos_func.htm)
- Suárez, M. C., Garrido, C. A., Guevara, R. A. (2013). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf>
- Supo J. Y Zacarías H. Edición, Independently Published (ed.). (2020).

Metodología de la investigación científica: para las ciencias de la salud y las ciencias sociales.

[https://books.google.com.pe/books/about/Metodolog%C3%8Da\\_de\\_la\\_Investigaci%C3%93n\\_Cient.html?id=WruXzQEACAAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.com.pe/books/about/Metodolog%C3%8Da_de_la_Investigaci%C3%93n_Cient.html?id=WruXzQEACAAJ&redir_esc=y)

Tencio, C. R. (2015) Reproducción y aplicación de los microorganismos de montaña (mm) en la actividad agrícola y pecuaria. Ministerio de agricultura y ganadería-Dirección regional central occidental, Costa Rica. <http://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/av-1847.pdf>

Tortosa, G. (2018, 12 de febrero). El tamaño de partícula y homogeneización de residuos es fundamental para el compostaje. Compostando ciencia. Consultado el 11 de mayo de 2021. <http://www.compostandociencia.com/2018/02/el-tamano-de-particula-y-homogeneizacion-de-residuos-es-fundamental-para-compostaje/>

Troya, C., Vaca, G. (2014). Protocolo para la producción de cepas nativas de *Trichoderma* spp. En laboratorios artesanales. Ministerio de agricultura, ganadería, acuicultura y pesca, Ecuador. <https://www.agricultura.gob.ec/wp-content/uploads/2016/01/manual-labos-para-web.pdf>

Uriarte, J. M., (2020, 17 de mayo). Organismos autótrofos. Consultado el 11 de mayo de 2021. <https://www.caracteristicas.co/organismos-autotrofos/>.

Vargas (2019). Aplicación de microorganismos eficientes para mejorar la descomposición de residuos sólidos orgánicos en el Centro Compostero de granja Porcón – Cajamarca [tesis para optar el título de ingeniero ambiental]. Repositorio institucional UCV. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/36071?locale-attribute=es>

## COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Ferrer Tolentino, G. (2024). *Comparación de la capacidad saprotrófica de los hongos Trichoderma spp. Y Saccharomyces cerevisiae en la aceleración de la descomposición de residuos sólidos orgánicos Huánuco, 2023* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

“Comparación de la capacidad saprotrofica de los hongos *Trichoderma* spp. Y *Saccharomyces cerevisiae* en la aceleración de la descomposición de residuos sólidos orgánicos Huánuco, 2023”

Problema General	Objetivo General	Hipótesis	Variables/Indicadores	Metodología															
<p>¿Existe diferencia en la capacidad saprotrofica de los hongos <i>Trichoderma</i> spp y <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos?</p>	<p>Comparar la capacidad saprotrofica de los hongos <i>Trichoderma</i> spp y <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos.</p>	<p>Hipótesis General</p> <p>Hi: Existe diferencia en la capacidad saprotrofica de los hongos <i>Trichoderma</i> spp y <i>Saccharomyces cerevisiae</i> en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos.</p> <p>Ho: No existe diferencia en la capacidad saprotrofica</p>	<p><b>Variable de calibración:</b></p> <p>Capacidad saprotrofica</p> <p>-Especie de hongo.</p> <p><b>Variable evaluativa:</b></p> <p>Descomposición de residuos sólidos orgánicos.</p> <p><b>Parámetros físicos:</b></p> <p>Masa</p> <p>Volumen</p> <p><b>Variables de caracterización:</b></p> <p>Parámetros del proceso</p> <p><b>Parámetros</b></p>	<p><b>Tipo</b></p> <p><b>Según la planificación de las mediciones.</b></p> <p>Prospectivo</p> <p><b>Según el número de variables analíticas.</b></p> <p>Analítico</p> <p><b>Según el número de mediciones de la variable de estudio.</b></p> <p>Longitudinal</p> <p><b>Según la intervención del investigador.</b></p> <p>Con intervención</p> <p><b>Enfoque:</b></p> <p>Cuantitativo</p> <p><b>Nivel</b></p> <p>Aplicativo</p> <p><b>Diseño</b></p> <p>Croquis experimental</p> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td style="border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; width: 33%; text-align: center;">t2r1</td> <td style="border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; width: 33%; text-align: center;">t3r5</td> <td style="border-top: 1px solid black; border-bottom: 1px solid black; width: 33%; text-align: center;">t1r4</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;">t3r2</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;">t1r2</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;">t1r1</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;">t2r5</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;">t2r3</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;">t2r2</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;">t3r3</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;">t1r3</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;">t1r5</td> </tr> <tr> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;">t2r4</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;">t3r1</td> <td style="border-bottom: 1px solid black; text-align: center;">t3r4</td> </tr> </table>	t2r1	t3r5	t1r4	t3r2	t1r2	t1r1	t2r5	t2r3	t2r2	t3r3	t1r3	t1r5	t2r4	t3r1	t3r4
t2r1	t3r5	t1r4																	
t3r2	t1r2	t1r1																	
t2r5	t2r3	t2r2																	
t3r3	t1r3	t1r5																	
t2r4	t3r1	t3r4																	
<p><b>Problemas específicos</b></p> <p>¿Cuál es el progreso semanal de la capacidad saprotrofica de los hongos</p>	<p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>Comparar el progreso semanal de la capacidad saprotrofica de los hongos</p>			<p>t1=Testigo Absoluto (RO sin tratamiento), t2= <i>Saccharomyces cerevisiae</i> y</p>															

<p>Trichoderma spp y Saccharomyces cerevisiae en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos?</p>	<p>Trichoderma spp y Saccharomyces cerevisiae en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos.</p>	<p>de los hongos Trichoderma spp y Saccharomyces cerevisiae en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos.</p>	<p><b>de seguimiento (Factores)</b> -Temperatura -Humedad -Ph -Lixiviados</p>	<p>t3= Trichoderma spp. y 5 repeticiones r1, r2, r3, r4 y r5.</p>
<p>¿Cuáles serán las medias de los parámetros de seguimiento de los tratamientos con Trichoderma spp y Saccharomyces cerevisiae en la descomposición de los residuos orgánicos?</p>	<p>Comparar las medias de los parámetros de seguimiento de los tratamientos con Trichoderma spp y Saccharomyces cerevisiae en la descomposición de los residuos orgánicos.</p>	<p>Hipótesis Específica  Hi1: El progreso semanal de la capacidad saprotrófica de los hongos Trichoderma spp y Saccharomyces cerevisiae en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos es</p>	<p><b>Población</b></p>	<p>La población del presente trabajo de investigación son todos los residuos sólidos orgánicos generados en el distrito de Huánuco en la ciudad de Huánuco. Se desconoce la cantidad exacta generada de estos residuos por día. Ubicación Geográfica: Longitud sur: 9.903665S, Latitud oeste: 76.22163666666666W y altitud: 1919.4 m.s.n.m. El estudio se realizará en la circunscripción temporal de junio a septiembre del 2023.</p>
			<p><b>Muestra</b></p>	<p>La muestra determinada para el presente estudio es de 500 kg, sin embargo, se ha realizado el escalamiento de la unidad de análisis, con el fin de realizar el estudio de forma controlada.</p>
				<p>Se ha calculado de acuerdo con el diseño de muestreo por aceptación para el proceso de la investigación y se adjunta en el anexo N° 09.</p>

---

diferente

Ho1: El progreso semanal de la capacidad saprotrófica de los hongos *Trichoderma* spp y *Saccharomyces cerevisiae* en la descomposición de los residuos sólidos orgánicos no es diferente.

Hi2: Las medias de los parámetros de seguimiento de los tratamientos con *Trichoderma* spp y *Saccharomyces*

---

---

cerevisiae en la descomposición de los residuos orgánicos son diferentes.

Ho2: Las medias de los parámetros de seguimiento de los tratamientos con con Trichoderma spp y Saccharomyces cerevisiae en la descomposición de los residuos orgánicos no son diferentes.

---

# ANEXO 2

## RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

### UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

#### Facultad de Ingeniería

#### RESOLUCIÓN N° 1105-2023-D-FI-UDH

Huánuco, 12 de mayo de 2023

Visto, el Oficio N° 356-2023-C-PAIA-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD SAPROTRÓFICA DE LOS HONGOS *Trichoderma spp.* Y *Saccharomyces cerevisiae* EN LA ACELERACIÓN DE LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS HUÁNUCO, 2023", presentado por el (la) Bach. **Guadalupe Yessely FERRER TOLENTINO**.

#### CONSIDERANDO:

Que, mediante Resolución N° 006-2001-R-AU-UDH, de fecha 24 de julio de 2001, se crea la Facultad de Ingeniería, y;

Que, mediante Resolución de Consejo Directivo N° 076-2019-SUNEDU/CD, de fecha 05 de junio de 2019, otorga la Licencia a la Universidad de Huánuco para ofrecer el servicio educativo superior universitario, y;

Que, mediante Resolución N° 915-2022-D-FI-UDH, de fecha 06 de mayo de 2022, perteneciente a la Bach. **Guadalupe Yessely FERRER TOLENTINO** se le designó como ASESOR(A) al Mg. Elmer Riveros Agüero, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 356-2023-C-PAIA-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) intitulado: "COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD SAPROTRÓFICA DE LOS HONGOS *Trichoderma spp.* Y *Saccharomyces cerevisiae* EN LA ACELERACIÓN DE LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS HUÁNUCO, 2023", presentado por el (la) Bach. **Guadalupe Yessely FERRER TOLENTINO**, integrado por los siguientes docentes: Mg. Frank Erick Camara Llanos (Presidente), Mg. Jeremias Macias Ureta Tolentino (Secretario) y Blgo. Alejandro Rolando Duran Nieva (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

#### SE RESUELVE:

**Artículo Primero.** - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución intitulado: "COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD SAPROTRÓFICA DE LOS HONGOS *Trichoderma spp.* Y *Saccharomyces cerevisiae* EN LA ACELERACIÓN DE LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS HUÁNUCO, 2023", presentado por el (la) Bach. **Guadalupe Yessely FERRER TOLENTINO** para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental, del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

**Artículo Segundo.** - El Trabajo de Investigación (Tesis) deberá ejecutarse hasta un plazo máximo de 1 año de su Aprobación. En caso de incumplimiento podrá solicitar por única vez la ampliación del mismo (6 meses).

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
Ing. Ethel Johana Manzano Lozano  
SECRETARÍA DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO  
Mg. Bertha Campos Ríos  
DECANA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA

#### Distribución:

Fac. de Ingeniería - PAIA - Asesor - Exp. Graduando - Interesado - Archivo.  
BCR/EJML/oto.

**ANEXO 3**  
**RESOLUCIÓN DEL NOMBRAMIENTO DEL ASESOR**

**UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO**  
**Facultad de Ingeniería**

**RESOLUCIÓN N° 2304-2023-D-FI-UDH**

Huánuco, 03 de octubre de 2023

Visto, el Oficio N° 813-2023-C-PAIA-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Ambiental y el Expediente N° 440946-0000006494, del Bach. **Guadalupe Yessely FERRER TOLENTINO**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis.

**CONSIDERANDO:**

Que, de acuerdo a la Nueva Ley Universitaria 30220, Capítulo V, Art. 45° inc. 45.2, es procedente su atención, y;

Que, según el Expediente N° 440946-0000006494, presentado por el (la) Bach. **Guadalupe Yessely FERRER TOLENTINO**, quien solicita cambio de Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación, y;

Que, con Resolución N° 915-2022-D-FI-UDH, de fecha 06 de mayo de 2022, en la cual se designa como Asesor de Tesis de la Bach. **Guadalupe Yessely FERRER TOLENTINO** al Elmer Riveros Agüero, quien no tiene vínculo laboral con esta universidad, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 31 del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

Estando a las atribuciones conferidas al Decano de la Facultad de Ingeniería y con cargo a dar cuenta en el próximo Consejo de Facultad.

**SE RESUELVE:**

**Artículo Primero.** - DEJAR SIN EFECTO, la Resolución N° 915-2022-D-FI-UDH, de fecha 06 de mayo de 2022.

**Artículo Segundo.** - DESIGNAR, como nuevo Asesor de Tesis de la Bach. **Guadalupe Yessely FERRER TOLENTINO** al Mg. Joel Gamez Penadillo, Docente del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

**Artículo Tercero.** - El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá de solicitar nuevamente el trámite con el costo económico vigente.

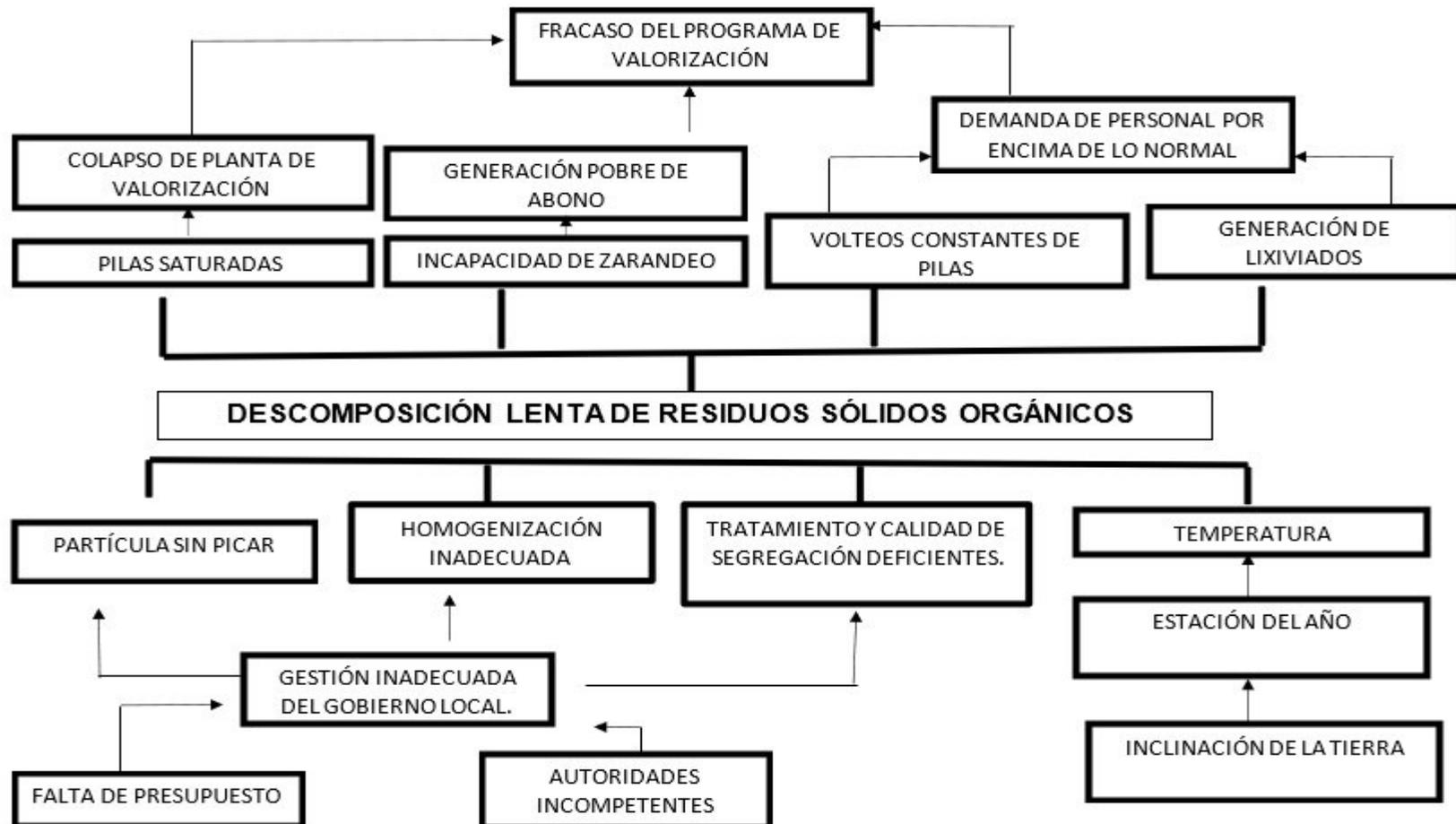
**REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE**



**Distribución:**  
Fac. de Ingeniería - PAIA-Asesor- Mat. y Reg.Acad. - Interesado - Archivo.  
BCR/SJML/cto

## ANEXO 4

### DIAGRAMA DE CAUSAS Y EFECTOS.



## ANEXO 5 DIAGRAMA DE MEDIOS Y FINES



## ANEXO 6

### FICHA DE SEGUIMIENTO DE LA UNIDAD DE TRATAMIENTO.

Ficha de Análisis de la Unidad de Tratamiento			
Unidad de Tratamiento			
Hongo	Saccharomyces cerevisiae	Trichoderma spp	Observaciones
Día 1 (0.56l)			
Día 7 (0.56l)			
Día 14 (0.56l)			
Día 21 (0.56l)			
Día 28 (0.56l)			
Día 35 (0.56l)			
Día 42 (0.56l)			
Día 49 (0.56l)			
Día 56 (0.56l)			
Día 63 (0.56l)			
Día 70 (0.56l)			
Día 77 (0.56l)			

## ANEXO 7

### FICHA DE SEGUIMIENTO DE LA UNIDAD DE ANÁLISIS

Ficha de seguimiento de la unidad de Análisis						
CODIGO	Fecha:					
t1: Sin tratamiento t2: Saccharomyces cervisiae. t3: Trichoderma spp.	T°	Ph	Masa (kg)	Volumen (ft3)	Humedad (%)	Lixiviados (ml)
Reemplazo t1						
Reemplazo t2						
Reemplazo t3						
t2r1						
t3r5						
t1r4						
t3r2						
t1r2						
t1r1						
t2r5						
t2r3						
t2r2						
t3r3						
t1r3						
t1r5						
t2r4						
t3r1						
t3r4						

## ANEXO 8

### MUESTREO POR ACEPTACIÓN

#### MUESTREO POR ACEPTACIÓN

Para el análisis de una muestra extraída de un volumen, con el propósito de analizar el volumen total y la aceptación de una muestra representativa en la relación unidad de análisis –

investigación, se determinan criterios de calidad para aceptar una muestra donde se inspecciona una variable de atributos por aceptación definido por un tamaño N, un tamaño muestral, un número de aceptación y un porcentaje máximo por defectos.

Se plantea los criterios:

Si  $c \leq 3$  el plan de muestreo se acepta

Si  $c > 3$  el plan de muestreo se rechaza

Se requiere analizar una muestra proporcional y aceptable que represente al volumen, proponiendo la calidad de la investigación y la confiabilidad del proceso.

Primero se propone escalar la muestra de volumen de 1m<sup>3</sup> de N, donde N es 500 kg de pila de

RROO. Con una Nivel de Calidad Aceptable de 0.0528, una proporción defectuosa tolerable de

0.1056 y un número de aceptación de 3.

Planteamiento: N: 500 kg

Escala m<sup>3</sup> a p<sup>3</sup> propuesto para 500 kg.

n: 1p<sup>3</sup> → 0.028 m<sup>3</sup> n: 500kg → 1 m<sup>3</sup>

n: 14 kg/p<sup>3</sup>

Prueba de aceptación de muestra: N: 500 kg

n: 14 kg/p<sup>3</sup> → 4.66 kg/cm<sup>2</sup>

AQL: 0.0528

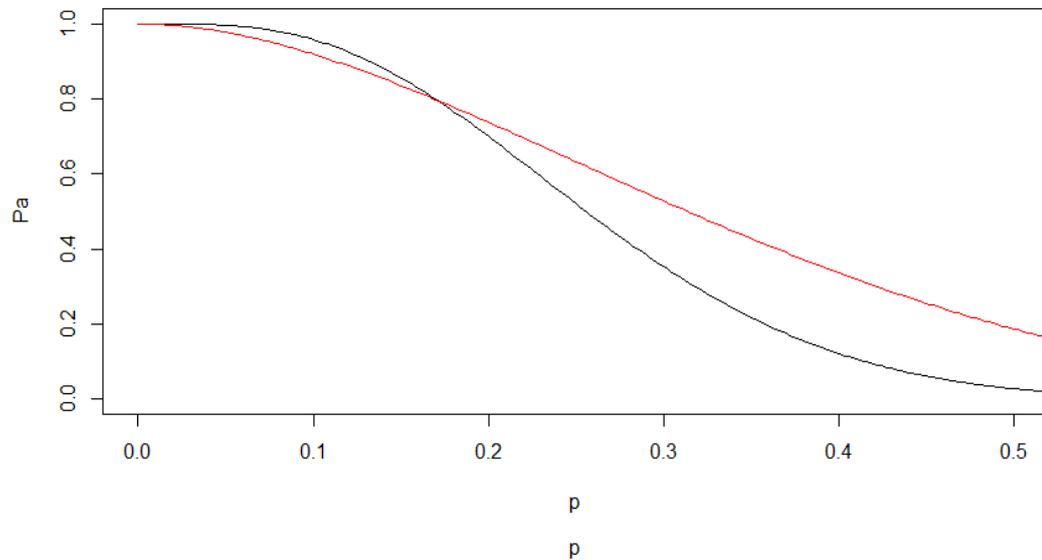
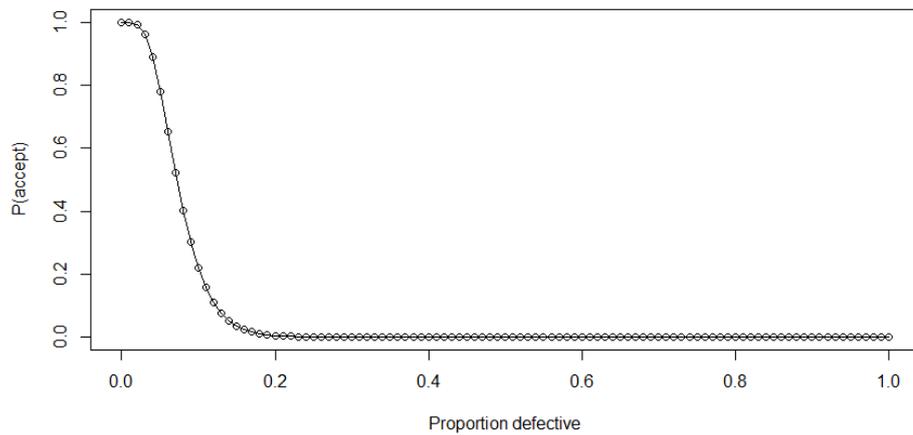
LTPD: 0.1056

C: 3

Se halla:

$\alpha$ : 0.0040  $\beta$ : 0.9495

## CURVA OC DEL PLAN DE ACEPTACIÓN



Curva CO con  $NCA = 5.28\%$ ,  $\alpha = 0.04$ ,  $NCL = 10.56\%$  y  $\beta = 0.9495$ ; la muestra se acepta si se cumple el criterio  $c \leq 3$  al plan de muestreo y/o área de aceptación.

$p$ : fracción disconforme y  $P_a$ : probabilidad de aceptación, se intercepta en  $> 80\%$  de confianza con la condición de  $c \leq 3$  y dentro de una fracción disconforme del 15% de rechazo; por lo cual se concluye que la muestra tiene una aceptación confiable con menos posibilidad de rechazo siempre que se cumpla la condición, si  $c \leq 3$  el plan de muestreo se acepta, cuando  $n$  es 14 kg/p3 o 4.66 kg/cm<sup>2</sup>.

```

1 # PLAN DE MUESTREO
2 #*****
3
4 # PROYECTO: COMPARACIÓN DE LA CAPACIDAD SAPROTRÓFICA DE LOS HONGOS Trichoderma spp.
5 # Y Saccharomyces cerevisiae EN LA ACELERACIÓN DE LA DESCOMPOSICIÓN DE RESIDUOS
6 # SÓLIDOS ORGÁNICOS HUANUCO, 2022
7
8 # TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE INGENIERO
9
10 AQL<-0.0528
11 LTPD<-0.1056
12 N <- 500
13 n <- 14
14 c <- 3
15 d<-0:N
16 p <- d/N
17
18 r1 <- 5
19 c1 <- 1
20
21 Alpha<-phyper(c,floor(AQL*N),N-floor(AQL*N),n,lower.tail=F)
22 Beta<-phyper(c,ceiling(LTPD*N),N-ceiling(LTPD*N),n,lower.tail=T)
23
24 Pa<-phyper(c,d,N-d,n,lower.tail=T)
25 Pa_1<-phyper(c1,d,N-d,r1,lower.tail=T)
26
27 plot(p,Pa,type="l",xlim=c(0,0.5))
28 points(p,Pa_1,type="l",xlim=c(0,0.5),col="red")
29
30 library(AcceptanceSampling)
31 Plan<-find.plan(PRP=c(0.0528,1-0.255),CRP=c(0.1056,0.1950), type="normal",s.type="know")
32 Plan1<-find.plan(PRP=c(0.0528,1-0.255),CRP=c(0.1056,0.1950), type="binom")
33 Plan2<-find.plan(PRP=c(0.0528,1-0.255),CRP=c(0.1056,0.1950), type="hypergeom",N)
34
35 co<-OCvar(n=Plan[[1]],k=Plan[[2]],s.type=Plan[[3]])
36 plot(co)
37

```

**ANEXO 9**  
**DATOS DE LA ESTACIÓN METEOROLÓGICA**  
**HUÁNUCO EN EL PLAZO DE EJECUCIÓN DEL ESTUDIO**

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
4/06/2023	27	9.9	61.9	0
5/06/2023	27.6	13	55.7	0
6/06/2023	26.8	13.4	59	0
7/06/2023	26.6	16.3	65.5	0
8/06/2023	27.9	14	62.1	0
9/06/2023	27.8	15.8	62	0
10/06/2023	28	14.4	60.6	Precipitación < 0.1 mm/día
11/06/2023	25.1	16.8	64.9	Precipitación < 0.1 mm/día
12/06/2023	26.8	15.4	64.9	Precipitación < 0.1 mm/día
13/06/2023	24.1	16.7	67.6	Precipitación < 0.1 mm/día
14/06/2023	24.8	15.5	68.8	Precipitación < 0.1 mm/día
15/06/2023	26.3	15.3	65	0
16/06/2023	25.2	14.5	68.1	0
17/06/2023	25.5	12.5	65.2	0
18/06/2023	25.7	11.9	63.6	0
19/06/2023	25.7	12	59.1	0
20/06/2023	28.2	9.3	56.2	0
21/06/2023	27.7	9	57.4	0
22/06/2023	27.4	9.7	59.6	0
23/06/2023	27	10.6	61.8	0
24/06/2023	29.5	12.5	51.4	0
25/06/2023	27.8	10.2	62.9	0
26/06/2023	28.4	12	59.9	0
27/06/2023	27.3	12.3	63.2	0
28/06/2023	26.2	11.5	68.1	0
29/06/2023	25	13.2	64.4	13.5
30/06/2023	25.5	15.5	48.6	0
1/07/2023	27.8	12.5	58.7	0
2/07/2023	28.7	10.5	61	0
3/07/2023	29.7	9.9	55	0
4/07/2023	28.9	9.4	61.5	0
5/07/2023	28	10.8	66.5	0
6/07/2023	27.8	11.8	S/D	0
7/07/2023	27.7	15	50.7	0
8/07/2023	27.2	14.5	62.5	0

9/07/2023	26.8	15	64.1	0
10/07/2023	27.7	14.5	60.1	0
11/07/2023	28	12.4	63.7	0
12/07/2023	28.2	12	61.9	0
13/07/2023	27.9	10.5	60.9	0
14/07/2023	28.3	9.3	57.2	0
15/07/2023	26.6	10.7	63.7	0
16/07/2023	27.8	12.3	60.5	0
17/07/2023	27.1	13.5	60.5	0
18/07/2023	27.2	12.8	56	0
19/07/2023	27.4	13.7	62.5	0
20/07/2023	28	15.7	59.8	0
21/07/2023	27	12.2	58.7	0
22/07/2023	27.4	11.3	62.9	0
23/07/2023	27.8	11.6	58.8	0
24/07/2023	28.5	11.9	55.6	0
25/07/2023	28.5	9.7	56.1	0
26/07/2023	27.8	9.6	58.2	0
27/07/2023	28.3	11	57.9	0
28/07/2023	28.6	12.7	59.5	0
29/07/2023	25	14.5	60.6	0.3
30/07/2023	26.3	14.7	63.1	0
31/07/2023	27.9	13	57	0
1/08/2023	28.7	9.9	53.6	0
2/08/2023	28.9	10.3	55.5	0
3/08/2023	27.7	9.9	56.7	0
4/08/2023	27.5	12.4	55.6	0
5/08/2023	28	13.5	60.1	0
6/08/2023	27.7	13.7	58.8	0
7/08/2023	29.1	13.5	57.4	0
8/08/2023	29	14.3	62.3	0
9/08/2023	29.2	14	56.9	0
10/08/2023	29.3	15.5	58.1	0
11/08/2023	28.1	16.4	57.3	0
12/08/2023	25.5	14.5	63	0
13/08/2023	22.7	16.7	64	0.8
14/08/2023	25.5	12.8	67.8	0.4
15/08/2023	26.6	15.9	61	0
16/08/2023	28.8	13.5	59.3	0
17/08/2023	28	13.2	54.2	0
18/08/2023	27.9	11.3	59.1	0
19/08/2023	28.1	11.5	63.1	0
20/08/2023	29.9	11.7	52.5	0

## ANEXO 10

### PANEL FOTOGRÁFICO

**APOYO EN RECOLECCIÓN Y SEGREGACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS ORGÁNICOS CON EL APOYO DE LA MUNICIPALIDAD DE HUÁNUCO**



**ACTIVACIÓN Y REPRODUCCIÓN DE LOS HONGOS SACCHAROMYCES CEREVISIAE Y TRICHODERMA SPP.**



## REA DE PREPARACIÓN DE LOS HONGOS



## CROQUIS EXPERIMENTAL CON LAS 18 UNIDADES EXPERIMENTALES



**RECOLECCIÓN DE DATOS**



**RECOLECCIÓN DE DATOS DE DATOS**



## VISITA DEL JURADO REVISOR DURÁN NIEVA, ALEJANDRO



## PRODUCTO FINAL DEL ESTUDIO



## ANEXO 11 MAPA DE UBICACIÓN

