

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

**“Efecto de hongos (Pleurotus ostreatus) sobre la descomposición
de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024”**

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

AUTORA: Escandón Munguía, Yasmil Talía

ASESOR: Cámara Llanos, Frank Erick

HUÁNUCO – PERÚ

2025

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): 76651120

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 44287920

Grado/Título: Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria

Código ORCID: 0000-0001-9180-7405

H

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Vásquez Baca, Yasser	Título oficial de máster universitario en planificación territorial y gestión ambiental	42108318	0000-0002-7136-697X
2	Cajahuanca Torres, Raul	Maestro en gestión pública	22511841	0000-0002-5671-1907
3	Valdivia Martel, Perfecta Sofía	Maestro en Ingeniería con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	43616954	0000-0002-7194-3714



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 10:00 horas del día 30 del mes de abril del año 2025, 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:

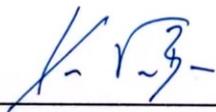
- Mg. Yasser Vasquez Baca (Presidente)
- Mg. Raul Cajahuanca Torres (Secretario)
- Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel (Vocal)

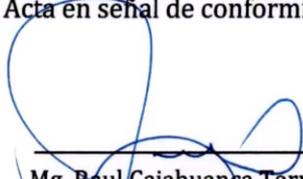
Nombrados mediante la **Resolución N° 0820-2025-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"EFECTO DE HONGOS (*Pleurotus ostreatus*) SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE PLÁSTICOS, HUÁNUCO 2024"**, presentado por el (la) Bach. **ESCANDON MUNGUÍA, YASMIL TALIA**; para optar el Título Profesional 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 **Unanimidad** con el calificativo cuantitativo de **17** y cualitativo de **Muy bueno**. (Art. 47)

Siendo las **11.15** horas del día **30** del mes de **abril** del año **2025**, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Mg. Yasser Vasquez Baca
DNI: 42108318
ORCID: 0000-0002-7136-697X
Presidente


Mg. Raul Cajahuanca Torres
DNI: 22511841
ORCID: 0000-0002-5671-1907
Secretario


Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel
DNI: 43616954
ORCID: 0000-0002-7194-3714
Vocal



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: YASMIL TALÍA ESCANDÓN MUNGUÍA, de la investigación titulada "Efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024", con asesor(a) FRANK ERICK CÁMARA LLANOS, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 1200-2023-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 17 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

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

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

Huánuco, 26 de marzo de 2025



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

214. Escandón Munguía Yasmil Talía.docx

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

17%

FUENTES DE INTERNET

4%

PUBLICACIONES

5%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	3%
2	www.biodegradable.com.pe Fuente de Internet	2%
3	repository.javeriana.edu.co Fuente de Internet	1%
4	www.dspace.espol.edu.ec Fuente de Internet	1%
5	repositorio.udh.edu.pe Fuente de Internet	1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047
cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286
cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme alcanzar esta etapa de formación profesional. A mi madre y a mi hermano, quienes con su apoyo incondicional y su guía fueron fundamentales para mi crecimiento tanto personal como profesional.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi sincero agradecimiento a mi alma mater, la Universidad de Huánuco, y a los docentes del P.A. de Ingeniería Ambiental, quienes con su conocimiento y dedicación contribuyeron significativamente a mi formación profesional. Mi gratitud especial al Mg. Frank Cámara por su valiosa asesoría en la realización de este estudio.

Agradezco también a la Universidad Hermilio Valdizán por permitirme el uso de sus instalaciones del Laboratorio Central de Investigación para la ejecución de este estudio. Extiendo mi reconocimiento a la Ing. Kleidy Daza, a la Med. Vet. Maritza, y a la Ing. Keminy, quienes me brindaron su apoyo durante el proceso, guiándome en el uso de equipos y materiales. Finalmente, a mis amigos, quienes siempre me animaron a continuar y culminar con la investigación.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
ÍNDICE.....	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCIÓN.....	XIV
CAPÍTULO I.....	16
PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	16
1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	16
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	17
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS.....	17
1.3. OBJETIVOS.....	17
1.3.1. OBJETIVO GENERAL.....	17
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	17
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.....	19
CAPÍTULO II.....	20
MARCO TEÓRICO.....	20
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	20
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES.....	25
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES.....	27
2.2. BASES TEÓRICAS.....	29
2.2.1. MARCO LEGAL.....	29
2.2.2. MARCO INSTITUCIONAL.....	34
2.2.3. MARCO DE VARIABLES.....	35
2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES.....	55
2.4. HIPÓTESIS.....	56

2.5. VARIABLES	56
2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE	56
2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE	56
2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	57
CAPÍTULO III.....	58
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	58
3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	58
3.1.1. ENFOQUE	58
3.1.2. ALCANCE O NIVEL.....	58
3.1.3. DISEÑO	59
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	60
3.2.1. POBLACIÓN	60
3.2.2. MUESTRA	60
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS ...	60
3.3.1. PROTOCOLO PARA MEDIOS DE CULTIVO.....	61
3.3.2. PROTOCOLO PARA EL CULTIVO DE HONGOS (<i>PLEUROTUS</i> <i>OSTREATUS</i>)	61
3.3.3. PROTOCOLO DE ANALISIS DE HONGOS (<i>PLEUROTUS</i> <i>OSTREATUS</i>)	62
3.3.4. PROTOCOLO DE EJECUCIÓN	63
3.3.5. PASOS PREVIOS.....	65
3.3.6. PASOS DE EJECUCIÓN.....	66
3.3.7. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS	69
3.3.8. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS	69
3.3.9. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS ..	70
CAPÍTULO IV.....	71
RESULTADOS.....	71
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	71
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS ..	89
CAPÍTULO V.....	108
DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	108
5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	108
CONCLUSIONES	111

RECOMENDACIONES.....	112
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	114
ANEXOS.....	123

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Temperaturas de descomposición de los plásticos.....	43
Tabla 2 Tipos de degradación.....	46
Tabla 3 Clasificación de acuerdo a Caracteres Macroscópicos (Hongos) ...	52
Tabla 4 Operacionalización de variables	57
Tabla 5 Para la recopilación de datos.....	60
Tabla 6 Tres tipos de muestras.....	62
Tabla 7 Resumen de mascarilla (plástico tipo 5) con dosificaciones (0.5 ml, 1 ml, 1.5 ml) de P.o.....	71
Tabla 8 Resumen de guantes (plástico tipo 3) con dosificaciones (0.5 ml, 1 ml, 1.5 ml) de P.o.....	77
Tabla 9 Resumen de mascarilla (plástico tipo 5) con dosificaciones (0.5 ml, 1 ml, 1.5 ml) de P.o.....	83
Tabla 10 Análisis de varianza de mascarilla (plástico tipo 5) con 0.5 ml de Pleurotus ostreatus	90
Tabla 11 Análisis de varianza de mascarilla (plástico tipo 5) con 1 ml de Pleurotus ostreatus	90
Tabla 12 Análisis de varianza de mascarilla (plástico tipo 5) con 1.5 ml de Pleurotus ostreatus	91
Tabla 13 Análisis de varianza de guantes (plástico tipo 3) con 0.5 ml de Pleurotus ostreatus	91
Tabla 14 Análisis de varianza de guantes (plástico tipo 3) con 1 ml de Pleurotus ostreatus	92
Tabla 15 Análisis de varianza de guantes (plástico tipo 3) con 1.5 ml de Pleurotus ostreatus	92
Tabla 16 Análisis de varianza de plástico de un solo uso (plástico tipo 2) con 0.5 ml de Pleurotus ostreatus	93
Tabla 17 Análisis de varianza de plástico de un solo uso (plástico tipo 2) con 1 ml de Pleurotus ostreatus	93

Tabla 18 Análisis de varianza de plástico de un solo uso (plástico tipo 5) con 1.5 ml de <i>Pleurotus ostreatus</i>	94
Tabla 19 Observación microscópica de plástico tipo 5 (mascarilla) de 0.5 ml P.o	94
Tabla 20 Observación microscópica de plástico tipo 5 (mascarilla) de 1 ml P.o	96
Tabla 21 Observación microscópica de plástico tipo 5 (mascarilla) de 1.5 ml P.o	97
Tabla 22 Observación microscópica de plástico tipo 3 (guantes) de 0.5 ml P.o	99
Tabla 23 Observación microscópica de plástico tipo 3 (guantes) de 1 ml P.o	100
Tabla 24 Observación microscópica de plástico tipo 3 (guantes)	102
Tabla 25 Observación microscópica de plástico tipo 2 (plástico de un solo uso) de 0.5 ml P.o.....	103
Tabla 26 Observación microscópica de plástico tipo 2 (plástico de un solo uso) de 1 ml P.o.....	105
Tabla 27 Observación microscópica de plástico tipo 2 (plástico de un solo uso) de 1.5 P.o	106

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Los niveles de alteración	31
Figura 2 Mecanismos de degradación	32
Figura 3 Clasificación de Plásticos	37
Figura 4 Composición de Polipropileno	38
Figura 5 Composición de Poletileno	39
Figura 6 Composición de PVC.....	40
Figura 7 Proceso de biodegradación del plástico	44
Figura 8 Mecanismo general de la biodegradación de plástico	49
Figura 9 Peso inicial y peso final de mascarilla (plástico tipo 5) con 0.5 ml de P.o	72
Figura 10 Diferencia de peso (g) de mascarilla con 0.5 ml de Pleurotus Ostreatus	73
Figura 11 Porcentaje de descomposición de mascarilla (plástico tipo 5) con 0.5 ml de Pleurotus ostreatus	73
Figura 12 Peso inicial y peso final de mascarilla (plástico tipo 5) con 1 ml de Pleurotus ostreatus	74
Figura 13 Diferencia de peso (g) de mascarilla con 1 ml de Pleurotus Ostreatus	74
Figura 14 Porcentaje de descomposición de mascarilla (plástico tipo 5) con 1 ml de Pleurotus ostreatus	75
Figura 15 Peso inicial y peso final de mascarilla (plástico tipo 5) con 1.5 ml de Pleurotus ostreatus	75
Figura 16 Diferencia de peso (g) de Mascarilla con 1.5 ml de Pleurotus Ostreatus	76
Figura 17 Porcentaje de descomposición de mascarilla (plástico tipo 5) con 1.5 ml de Pleurotus ostreatus	76
Figura 18 Peso inicial y peso final de guantes (plástico tipo 3) con 0.5 ml de Pleurotus ostreatus	78

Figura 19 Diferencia de peso (g) de guantes con 0.5 ml de Pleurotus Ostreatus	79
Figura 20 Porcentaje de descomposición de guantes (plástico tipo 3) con 0.5 ml de Pleurotus ostreatus	79
Figura 21 Peso inicial y peso final de guantes (plástico tipo 3) con 1 ml de Pleurotus ostreatus	80
Figura 22 Diferencia de peso (g) de guantes con 1 ml de Pleurotus Ostreatus	80
Figura 23 Porcentaje de descomposición de guantes (plástico tipo 3) con 1 ml de Pleurotus ostreatus	81
Figura 24 Peso inicial y peso final de guantes (plástico tipo 3) con 1.5 ml de Pleurotus ostreatus	81
Figura 25 Diferencia de peso (g) de guantes con 1.5 ml de Pleurotus Ostreatus	82
Figura 26 Porcentaje de descomposición de guantes (plástico tipo 3) con 1.5 ml de Pleurotus ostreatus	82
Figura 27 Peso inicial y peso final de plástico de un solo uso (plástico tipo 2) con 0.5 ml de Pleurotus ostreatus.....	84
Figura 28 Diferencia de peso (g) de plástico de un solo uso con 0.5 ml de Pleurotus Ostreatus	85
Figura 29 Porcentaje de descomposición de plástico de un solo uso (plástico tipo 2) con 0.5 ml de Pleurotus ostreatus.....	85
Figura 30 Peso inicial y peso final de plástico de un solo uso (plástico tipo 2) con 1 ml de Pleurotus ostreatus.....	86
Figura 31 Diferencia de peso (g) de plástico de un solo uso con 1 ml de Pleurotus Ostreatus	86
Figura 32 Porcentaje de descomposición de plástico de un solo uso (plástico tipo 2) con 1 ml de Pleurotus ostreatus.....	87
Figura 33 Peso inicial y peso final de plástico de un solo uso (plástico tipo 2) con 1.5 ml de Pleurotus ostreatus.....	87

Figura 34 Diferencia de peso (g) de plástico de un solo uso con 1.5 ml de Pleurotus Ostreatus	88
Figura 35 Porcentaje de descomposición de plástico de un solo uso (plástico tipo 2) con 1.5 ml de Pleurotus ostreatus+	88
Figura 36 Porcentaje de descomposición de los diferentes tipos de plásticos (PP, PVC y HDPE).....	89

RESUMEN

El presente trabajo de investigación titulado “Efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024” aborda una problemática ambiental urgente: la acumulación de plásticos como fuente de contaminación. El objetivo principal del estudio fue evaluar la capacidad de descomposición de distintos tipos de plásticos, entre los cuales se incluyen: polipropileno (presente en mascarillas), policloruro de vinilo (utilizado en guantes) y polietileno de alta densidad (empleado en plásticos de un solo uso) mediante la aplicación del hongo *Pleurotus ostreatus*, considerando diferentes concentraciones del inóculo. La metodología fue de nivel explicativo, de tipo analítico, longitudinal, prospectivo y con intervención del investigador, con diseño experimental, variante del experimento verdadero, que permitió recolectar datos al inicio y al final del periodo de observación. La muestra fue no aleatoria y seleccionada según criterio, comprendiendo plásticos de un solo uso de tipo 2, guantes quirúrgicos de tipo 3 y mascarillas quirúrgicas de tipo 5. Se trabajó con dosificaciones de 0.5 ml, 1 ml y 1.5 ml de micelio de *Pleurotus ostreatus*, utilizando Agar Papa Dextrosa como medio de cultivo. Cada tratamiento incluyó 10 muestras por dosificación, permitiendo evaluar el porcentaje de descomposición en función del tiempo y la concentración aplicada. El resultado del estudio respecto a la capacidad de *Pleurotus ostreatus* para descomponer plásticos, se evidencia una significancia de un 16.36% en plásticos de un solo uso, 14.02% en mascarillas y 13.30% en guantes quirúrgicos en 8 semanas. En conclusión, a través del análisis estadístico p-valor se evidencia que el *Pleurotus ostreatus* descompone parcialmente el plástico, alcanzando hasta un 16.36% en plásticos de un solo uso. Este estudio abre caminos para futuras investigaciones.

Palabras claves: Efectos, hongos, *Pleurotus*, descomposición, tipos, plásticos.

ABSTRACT

The present research work entitled "Effect of fungi (*Pleurotus ostreatus*) on the comparison of different types of plastics, Huánuco 2024" addresses an urgent environmental problem: the accumulation of plastics as a source of pollution. The main objective of the study was to evaluate the analytical capacity of different types of plastics, including: polypropylene (present in masks), polyvinyl chloride (used in gloves) and high-density polyethylene (used in single-use plastics) through the application of the fungus *Pleurotus ostreatus*, considering different concentrations of the inoculum. The methodology was explanatory, analytical, longitudinal, prospective and with the intervention of the researcher, with an experimental design, a variant of the true experiment, which allowed data to be collected at the beginning and at the end of the observation period. The sample was non-random and selected according to criteria, comprising type 2 single-use plastics, type 3 surgical gloves and type 5 surgical masks. Doses of 0.5 ml, 1 ml and 1.5 ml of *Pleurotus ostreatus* mycelium were used, using Potato Dextrose Agar as a culture medium. Each treatment included 10 samples per dosage, allowing the analysis percentage to be evaluated as a function of time and applied concentration. The result of the study regarding the capacity of *Pleurotus ostreatus* to decompose plastics shows a significance of 16.36% in single-use plastics, 14.02% in masks and 13.30% in surgical gloves in 8 weeks. In conclusion, through the p-value statistical analysis it is evident that *Pleurotus ostreatus* partially decomposes plastic, reaching up to 16.36% in single-use plastics. This study opens avenues for future research.

Keywords: Effects, fungi, *Plesurotus*, decomposition, types, plastics.

INTRODUCCIÓN

La contaminación por plásticos es un problema global que afecta profundamente a los ecosistemas, la biodiversidad y la salud pública. En particular, la acumulación de plásticos en los océanos y en las zonas terrestres ha causado un desequilibrio ecológico alarmante, afectando a numerosas especies que sufren por la ingestión o el enredamiento con estos materiales. La producción de plásticos sigue en aumento, lo que incrementa el volumen de residuos que tardan siglos en descomponerse. Este fenómeno es especialmente grave en países como Perú, donde la gestión de residuos sólidos es deficiente y la falta de infraestructura adecuada agrava la situación. En ciudades como Huánuco, la acumulación de plásticos genera efectos negativos en la calidad del agua, el suelo y la biodiversidad local.

El presente estudio se enfoca en el efecto de los hongos *Pleurotus ostreatus* sobre la descomposición de plásticos de uso común, como el polietileno de alta densidad (bolsas plásticas), el policloruro de vinilo (guantes quirúrgicos) y el polipropileno (mascarillas quirúrgicas), buscando responder interrogantes como: ¿El efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) logrará la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024?, ¿Será posible conocer el porcentaje de la diferencia significativa del peso inicial y peso final que existe en el efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de plástico de un solo uso?, ¿Será posible conocer el porcentaje de la diferencia significativa del peso inicial y peso final que existe en el efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de plástico de guantes quirúrgico?, ¿Será posible conocer el porcentaje de la diferencia significativa del peso inicial y peso final que existe en el efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de plástico de mascarilla quirúrgica?.

La acumulación de plásticos, como bolsas, guantes quirúrgicos y mascarillas, es un problema ambiental crítico que afecta la salud pública y la biodiversidad. La investigación se justifica por la necesidad de encontrar soluciones biológicas para acelerar la descomposición de estos plásticos, contribuyendo a reducir la contaminación de residuos en la región. El estudio

propone el uso del hongo *Pleurotus ostreatus* como una alternativa natural para la descomposición de plásticos, un enfoque innovador que podría ofrecer una solución ecológica y efectiva frente a los impactos negativos de los plásticos en el ambiente.

El objetivo principal del estudio fue demostrar el efecto de la descomposición de distintos tipos de plásticos (mascarillas, guantes y plásticos de un solo uso) mediante la aplicación del hongo *Pleurotus ostreatus*, considerando diferentes concentraciones del inóculo. Surge como respuesta a la creciente preocupación por la contaminación plástica en el mundo y en particular en la ciudad de Huánuco.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

El problema del plástico es una preocupación creciente debido a su difícil degradación y los desafíos ecológicos que plantea en todo el planeta. La producción y el uso de plásticos están aumentando, lo que amenaza con contaminar cada área del planeta, especialmente los mares y océanos. La contaminación del plástico afecta a la vida marina, y a menudo se encuentran ballenas, aves marinas, delfines y otras especies muertas con los estómagos llenos de plástico. Además, la producción de plásticos aporta significativamente a la emisión de gases de efecto invernadero, asimismo contribuye al cambio climático.

En Perú, el uso y la gestión del plástico también se han convertido en un problema grave. Según estadísticas del Ministerio del Ambiente en el 2020 se generó residuos cerca de ocho millones de toneladas al año, y el cuarenta y seis por ciento de los residuos en estado sólido que se encuentran en las riberas son plásticos. Además, la gestión de residuos sólidos, incluidos los residuos plásticos, es paupérrima en el país, con solo 65 rellenos sanitarios para la etapa final de residuos sólidos. La ausencia de infraestructura adecuada y la gestión inadecuada de residuos plásticos pueden tener consecuencias para el bienestar, la salud pública y el ambiente, en vista de que pueden contaminar el agua, suelo y a su vez puede afectar la biodiversidad local. Además, el plástico también tiene un impacto significativo en la fauna marina en Perú. El quince por ciento de las especies vulneradas por la ingestión y el enredamiento con la basura plástica se encuentran en amenaza de ser extintas, lo que es un problema preocupante para la biodiversidad del país.

En Huánuco, la contaminación ambiental se debe a una gestión inadecuada que genera cúmulo de residuos en espacios públicos, áreas rurales y cuerpos de agua. Los desechos plásticos pueden obstruir los

sistemas de drenaje por su lento proceso de descomposición y afectar la calidad del agua, perjudicando la vida acuática y los ecosistemas.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿El efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) logrará la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Será posible conocer el porcentaje de la diferencia significativa del peso inicial y peso final que existe en el efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de plástico de un solo uso?

¿Será posible conocer el porcentaje de la diferencia significativa del peso inicial y peso final que existe en el efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de plástico de guantes quirúrgico?

¿Será posible conocer el porcentaje de la diferencia significativa del peso inicial y peso final que existe en el efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de plástico de mascarilla quirúrgica?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Demostrar el efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Evidenciar el porcentaje de la diferencia significativa del peso inicial y peso final que existe en el efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de plástico de un solo uso.

Evidenciar el porcentaje de la diferencia significativa del peso inicial y peso final que existe en el efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre

la descomposición de plástico de guantes quirúrgico.

Evidenciar el porcentaje de la diferencia significativa del peso inicial y peso final que existe en el efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de plástico de mascarilla quirúrgica.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación “Efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024” se planteó para acelerar el proceso de descomposición de plástico dado que conlleva a la contaminación de plástico, presente en nuestra ciudad y en el mundo.

Para aportar a la investigación y contribuir con la descomposición de los diferentes tipos de plásticos en la ciudad de Huánuco. Asimismo, porque hoy en día nuestras actividades muestran que somos consumidores y la mayoría de nuestros productos contienen derivados de petróleo como polietileno (envolturas de galletas, golosinas, alimentos, forros de libros, envases de dureza alta, bolsas de supermercados, aceites, tuberías para gas), policloruro de vinilo (tarjetas de crédito, tuberías, blisters, guantes quirúrgicos) y polipropileno (tapas de botellas PET, botellas de yogurt, taper que son utilizados en los deliverys y mascarillas quirúrgicas)

Por ello en el estudio al ver que se habla poco de la descomposición de plástico en nuestra ciudad, razón que me motivo por investigar plásticos de tipo 2 (bolsa transparente de un solo uso) el polietileno de alta densidad, de tipo 3 (guantes quirúrgicos) el policloruro de vinilo y de tipo 5 (mascarillas quirúrgicas).

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

El uso de laboratorio, fue una limitación en el presente estudio dado que la incubadora para colocar las placas Petri con Micelios de Hongos de la Universidad de Huánuco se encontraba ocupado por otro tesista.

La ausencia de los antecedentes en la ciudad de Huánuco fue otra limitación en el estudio “efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la

descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024”.

El tiempo predeterminado para la evaluación de los hongos posteriormente fue una limitante en la recolección de datos.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio de investigación “Efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024” tuvo por viabilidad lo siguiente:

Social. Contribuirá en la investigación, dando alternativa a la contaminación del plástico respecto a la salud de la población de nuestra ciudad Huánuco.

Económica. Para la ejecución del proyecto se contó con los recursos necesarios que permitieron cubrir los gastos de la investigación así como viáticos para el traslado al campo de investigación, copias e impresiones, respecto a los materiales para la investigación se tiene una computadora portátil, libreta para llevar un diario de campo, libros para elaborar el análisis teórico, entre otros; cabe mencionar que el insumo principal (hongo) para la investigación es de fácil acceso, el cual se encuentra a nivel nacional.

Ambiental. El estudio contribuye en la aceleración del proceso de descomposición del plástico debido a que es una de las problemáticas, asimismo el impacto que causa el plástico con la luz del sol liberando gases de efecto invernadero CH_4 , C_2H_4 aquejan a nuestra ciudad.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Gutiérrez (2022), en su tesis titulada “Comparación de capacidad de biodegradación de plásticos de un solo uso por microorganismos aislados versus consorcios microbianos” realizada en la E.S. Politécnica del Litoral, tuvo como **objetivo** comparar la capacidad de degradación de microorganismos aislados y consorcios microbianos sobre plásticos de un solo uso. Este análisis se basó en la disminución general del material para establecer la efectividad de ambos modelos con respecto a la descomposición del poliestireno, evaluando el nivel de degradación mediante el cambio de biomasa, el grado de colonización y la reducción del peso del material. La **metodología** experimental incluyó la comparación de dos dosis del consorcio microbiano comercial (2 mg/100 ml y 5 mg/100 ml) con un hongo endófito del cacao aplicado sobre platos de poliestireno en dos condiciones: normal y fotooxidado (300 horas de radiación UV). Los **resultados** mostraron que las bacterias del consorcio comercial como el hongo lograron colonizar el plástico al utilizarlo como fuente de carbono, formando una biopelícula en la superficie del material. El promedio de peso máximo de biomasa generado fue de 0,0118 g, producido por la dosis de 2 mg/100 ml. En cuanto al porcentaje de degradación, la dosis de 5 mg/100 ml fue la más efectiva, alcanzando un 1,87 % en platos fotooxidados. Este tratamiento previo fue clave, ya que facilitó la colonización de los organismos al aumentar la porosidad del material y alterar su estructura química, especialmente los enlaces C-C (carbono). Finalmente, el estudio **concluyó** que los organismos encontrados en ambientes comunes, como el suelo agrícola, o extremos, como la Antártida, poseen un gran potencial para descomponer materiales de plásticos. Estos organismos lograron resultados comparables a los del consorcio microbiano comercial, que previamente

ha demostrado ser eficaz frente a contaminantes ambientales de difícil degradación.

Castro (2021), en su tesis titulada “Evaluación de hongos filamentosos con capacidad de colonización de tapabocas quirúrgicos”, realizada en la Pontificia Universidad Javeriana, cuyo **objetivo** fue evaluar la capacidad de colonización de hongos filamentosos sobre los tapabocas quirúrgicos, un tipo de EPP cuyo uso ha aumentado considerablemente debido a la pandemia de COVID-19. Este incremento en el uso de tapabocas ha generado una nueva fuente de contaminación ambiental, debido a su inadecuada disposición. La **metodología** empleada consistió en la selección de diez cepas de hongos filamentosos, incluyendo especies saprófitas, endofíticas y hongos de podredumbre blanca de la madera (HPB). Los hongos fueron incubados a 25°C durante un período de entre una a dos semanas, dependiendo de la cepa, en medios de crecimiento como PDA y AES. Se evaluó la capacidad de colonización de las tres capas del tapabocas quirúrgico, compuesto principalmente por polipropileno, y se realizó una descripción macroscópica y microscópica de la colonización en los distintos medios de cultivo. En cuanto a los **resultados**, se observó que los hongos enfrentaron diversos desafíos para colonizar los tapabocas, como la hidrofobicidad del material. De los diez hongos seleccionados, *Pleurotus ostreatus* se destacó por tener la mayor área de colonización y el mayor peso seco. Sin embargo, no se investigó a fondo la biotransformación de los compuestos plásticos presentes en el tapabocas. Como **conclusión**, el estudio determinó que *Pleurotus ostreatus* mostró el mejor desempeño en la colonización de los tapabocas quirúrgicos, lo que sugiere un alto potencial para su uso en procesos de biodegradación de estos materiales. Este trabajo es pionero en la investigación de la biotransformación de los polímeros plásticos presentes en los tapabocas quirúrgicos, abriendo nuevas posibilidades para mitigar su impacto ambiental.

Castillo (2020), en su estudio titulado “Evaluación de dos sistemas de microcosmos para la biotransformación con *Pleurotus ostreatus* de

PEBD Oxo(polietileno de baja densidad Oxo-degradable) pre tratado con plasma de oxígeno” realizado en la Escuela Superior Javiera en Bogotá, tuvo como **objetivo** evaluar la biotransformación del PEBD Oxo, pretratamiento con plasma de oxígeno, y de BLC(biomasa lignocelulósica) para la producción de biochar, empleando el hongo *Pleurotus ostreatus* en dos sistemas de microcosmos: uno horizontal y otro vertical. La **metodología** experimental consistió en utilizar láminas de PEBD Oxo de dimensiones (3.0 ± 0.1) centímetro de largo y (1.0 ± 0.1) centímetro de ancho, en sistemas de microcosmos que consistían en frascos de vidrio de 0.75 L dispuestos vertical y horizontalmente durante 135 días. Se realizaron muestreos por sacrificio en los días 0, 75, 107 y 135. Para la medición de la biotransformación de la BLC, se utilizó un método de humedad en una termobalanza, pesando 2.0 ± 0.1 g de BLC sin plástico. Posteriormente, se agregó 5.0 ± 0.1 g de muestra en un tubo de 50 mL con 25 mL de agua destilada, y la muestra se agitó durante 25 minutos a (200 ± 1) rpm. Luego, se filtró por gravedad y se midió el pH de la muestra filtrada con un pH-metro. La evaluación de la biotransformación del PEBD Oxo se realizó mediante la prueba T de Student (nivel de significancia = 0.05) para las variables de respuesta de hidrofobicidad y rugosidad. **Resultados**, indicaron que las condiciones de cultivo mejoradas promovieron una alta actividad de enzimas lignocelulósicas asociadas con la biodegradación de BLC y una posible degradación del PEBD Oxo. Sin embargo, la geometría del sistema no influyó en las variables de respuesta asociadas al PEBD Oxo. Además, 135 días no fueron suficientes para biodegradar y mineralizar el PEBD Oxo. Aunque la biotransformación de la BLC fue mayor en el sistema microcosmo horizontal (SMH), se **concluyó** que para obtener un material completamente madurado y condensado se requiere un mayor tiempo de fermentación. Finalmente, la estrategia de aprovechamiento de residuos sólidos, mediante la utilización de BLC/R para la producción de biochar por pirólisis rápida, permitió generar un biochar con aplicabilidad comercial de clase III y un rendimiento del 53.6%, conforme a los lineamientos de la normativa colombiana.

Carrillo (2019), en su tesis titulada “Evaluación, prevención y control de la contaminación ambiental. Evaluación de la capacidad del hongo *Pleurotus ostreatus* en la biodegradación del poliestireno expandido modificado con óxido de zinc”, desarrollada en la Universidad Libre, tuvo como **objetivo** evaluar la capacidad del hongo *Pleurotus ostreatus* en la degradación de poliestireno expandido (EPS) tratado previamente con óxido de zinc, y explorar su posible aplicación para la producción de hongos como medio de cultivo. La **metodología** comenzó con la esterilización del poliestireno utilizando al 70% etanol x 15 min., seguido de un proceso de secado en horno a 100°C durante 10 minutos. Posteriormente, el EPS fue triturado en hojuelas y mezclado con el solvente d-limoneno en una proporción de 2:3 (poliestireno: d-limoneno), a 30°C y con agitación de 310 rpm en baño maría, dejándolo reposar a temperatura ambiente durante una hora para su homogeneización. Luego, se realizó un análisis preliminar mediante espectrofotometría infrarroja para identificar inicialmente la estructura del EPS. A continuación, el EPS fue expuesto a luz UV durante 2 horas a una distancia de 5 cm. El cultivo de *Pleurotus ostreatus* se inició con la extracción de la parte interna del hongo (el tallo y entre el sombrero) empleando asas esterilizadas por calor. Para evaluar la viabilidad del EPS como medio de cultivo, se realizaron pruebas adicionales con los residuos generados por la biodegradación del poliestireno. Los **resultados** demostraron que el hongo *Pleurotus ostreatus* mostró una capacidad significativa para la biodegradación del EPS modificado con óxido de zinc. Además, se observó un crecimiento favorable de los hongos en el poliestireno tratado, lo que sugiere que este material podría utilizarse como fuente de nutrientes para los cultivos de hongos. Como **conclusión**, se determinó que *Pleurotus ostreatus* presenta cualidades destacadas tanto para la biodegradación del EPS como para su crecimiento en este tipo de material. Esto sugiere que el poliestireno expandido podría ser aprovechado no solo para su degradación, sino también como un medio de cultivo sostenible, generando ingresos y a la vez que se contribuye a la reducción de la contaminación ambiental.

Espinoza (2018), en su tesis titulada “Evaluación de la degradación de polietileno de baja densidad mediada por diferentes especies de hongos” realizada en la Universidad San Francisco de Quito, tuvo como **objetivo** determinar, identificar, evaluar y cuantificar el nivel de degradación del polietileno de baja densidad (LDPE) por parte de diferentes especies de hongos. La acumulación de residuos plásticos en diversos ecosistemas ha generado gran interés por investigar la habilidad de los microorganismos para biodegradar estos materiales, particularmente en lo que respecta al LDPE. La **metodología** de investigación consistió en evaluar la degradación del LDPE utilizando seis especies diferentes de hongos: *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp., *Cladosporium* sp., *Trichoderma harzianum*, *Penicillium* sp. y *Pleurotus ostreatus*. Se realizaron dos controles: uno positivo de crecimiento microbiano y otro negativo. Cada experimento se realizó en cuadruplicado, excepto los controles de crecimiento positivos (+), que fueron triplicados. En total, se trabajó con 6 especies de microorganismos, incubadas durante tres períodos de tiempo distintos (35, 60 y 90 días), lo que resultó en un total de 72 experimentos. Además, se incluyeron como controles 4, negativos (-) 32 y controles positivos (+) 18, sumando un total de 96 experimentos. Los **resultados** mostraron aumento de peso como una tendencia general en las muestras de LDPE, con un incremento que varió entre el 0.5% y el 1.4%, salvo en las muestras tratadas con *Fusarium*, que registraron un aumento medio de $5.56\% \pm 2.32\%$. Estos resultados respaldaron la observación de una mayor fijación del microorganismo al plástico, particularmente en las muestras inoculadas con *Fusarium* sp., lo que indicaba una mayor eficacia en la degradación del material. Como **conclusión**, se determinó que la cepa de *Fusarium* sp. fue la más efectiva para la degradación del LDPE entre todas las especies estudiadas, mostrando una pérdida de peso media de $0.99\% \pm 0.11\%$ en las muestras cultivadas durante 90 días. Por su parte, la cepa de *Aspergillus* también mostró un desempeño en menor grado, aunque fue satisfactorio. Además, se comprobó que todas las cepas de microorganismos utilizadas estaban activas durante la inoculación y eran capaces de crecer y desarrollarse, aunque con

grados diferentes de efectividad, en las condiciones propuestas del experimento.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Díaz (2023), en su investigación titulada “Biodegradación del polietileno de baja densidad usando diferentes concentraciones de *Aspergillus niger*, bajo condiciones de laboratorio”, tuvo como **objetivo** determinar la capacidad biodegradativa de *Aspergillus niger* sometido a distintas concentraciones de esporas (10^8 , 10^5 , 10^3 esporas \times ml^{-1}) sobre LDP (polietileno de baja densidad) en cultivo por lote. La **metodología** consistió en cortar las películas de polietileno en trozos de 2 cm \times 2 cm, previamente recolectando muestras de bolsas y suelo del botadero. Se aisló, identificó y seleccionó *Aspergillus niger* como el hongo de interés. El estudio se llevó a cabo en condiciones controladas de laboratorio, en donde se evaluaron tres repeticiones (T1, T2 y T3) con diferentes concentraciones de esporas, y se midió la degradación del material en función de la reducción de peso, utilizando el método de peso seco para la medición de la biomasa. Los **resultados** mostraron los siguientes valores de degradación porcentual: Primera repetición: T1 = 1.5%, T2 = 0.35%, T3 = 0.225%. Segunda repetición: T1 = 0.73%, T2 = 0.45%, T3 = 0.28%. Tercera repetición: T1 = 1.68%, T2 = 0.30%, T3 = 0.15%. En cuanto a la biomasa, la mayor cantidad de biomasa obtenida fue 4.5 g/L con la concentración de 10^8 esporas \times ml^{-1} en la primera repetición, mientras que la menor cantidad fue de 1.1 g/L con una concentración de 10^3 esporas \times ml^{-1} en la tercera repetición. Como **conclusión**, se determinó que el aislamiento de *Aspergillus niger* fue exitoso y que este hongo mostró una capacidad positiva para la biodegradación de polietileno (LDPE) de baja densidad. Los **resultados** también sugieren que la concentración de esporas tiene un impacto significativo en la cantidad de biomasa generada, siendo la mayor concentración (10^8 esporas \times ml^{-1}) la más efectiva en términos de biodegradación. Además, el modelo de biodegradación utilizado mostró una relación positiva entre la cantidad de biomasa y la degradación del material.

Valdiviezo et al. (2022), en su artículo científico titulado “Aplicación de microorganismos fúngicos para la degradación in vitro de polímeros sintéticos”, publicado en la Universidad Tecnológica del Perú, tuvo como **objetivo** evaluar la capacidad de degradación de dos tipos de polietileno: PEAD (polietileno de alta densidad) y PEBD (polietileno de baja densidad), los dos en figura de pellets, mediante el uso de seis especies de microorganismos fúngicos. La **metodología** aplicada consistió en el uso de los hongos *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Fusarium culmorum*, *Pycnoporus sanguineus*, *Penicillium italicum*, aislados de diversas fuentes como suelo agrícola, frutas, vegetales y hojas. Además, el hongo *Pleurotus ostreatus* fue facilitado por la UNALM. La evaluación de la capacidad degradativa de los hongos se realizó en dos etapas: Primera etapa: Los microorganismos se incubaron en PDA, medio de cultivo artesanal durante 46 días a 26 °C. Los **resultados** mostraron que el *Fusarium culmorum* alcanzó los mayores porcentajes de degradación, con un 2.85% en PEAD y 1.83% en PEBD, seguido de *Pycnoporus sanguineus*, con un 1.73% en PEBD y 2.16% en PEAD. Estos resultados fueron confirmados mediante MEB (Microscopía Electrónica de Barrido), donde se observaron hifas, micelos, fisuras y estrías en la superficie del plástico. Segunda etapa: Se evaluaron nuevamente los mismos hongos y polímeros durante 4 meses. En este período, se observó un mayor porcentaje de reducción de masa, con el *Fusarium culmorum* mostrando valores de PEAD 6.24% y PEBD 7.81%. **Conclusión:** Los resultados evidencian la capacidad de los hongos para biodegradar ambos tipos de polímeros sintéticos, destacando el *Fusarium culmorum* como el más eficiente. Sin embargo, los autores concluyen que es necesario realizar más investigaciones para optimizar los parámetros experimentales (tiempo, temperatura y medio de cultivo) y mejorar la eficiencia del proceso de biodegradación.

Bracamonte & Orellano (2020), en su investigación titulada “Comparación de la degradación parcial de pañales desechables por variedades de *Pleurotus ostreatus*: un metaanálisis de resultados”, realizaron una revisión sistemática y un metaanálisis sobre la

degradación de la celulosa presente en pañales desechables, utilizando las variedades blanca y gris del hongo *Pleurotus ostreatus*. El estudio se centró en analizar el tiempo de degradación y las condiciones óptimas de temperatura y humedad para maximizar la biodegradación de estos materiales. El **objetivo** del estudio fue comparar la eficiencia de las variedades blanca y gris de *Pleurotus ostreatus* en la degradación parcial de la celulosa de los pañales desechables, así como determinar las condiciones óptimas de temperatura y humedad para dicho proceso. **Metodología:** Se llevó a cabo una revisión sistemática de estudios previos sobre el tema de interés, aplicando criterios de inclusión y exclusión rigurosos. Se seleccionaron seis estudios que cumplieran con estos criterios. Los resultados de los estudios seleccionados fueron sometidos a un metaanálisis utilizando el programa RevMan. Se evaluó el rango óptimo de temperatura y humedad para el desarrollo del hongo y la degradación de la celulosa de los pañales desechables. **Resultados:** El metaanálisis indicó que el rango óptimo de temperatura para un buen desarrollo del hongo fue de 21-23 °C y el rango de humedad óptimo fue de 60 a 80%. En cuanto a la eficiencia de las variedades de *Pleurotus ostreatus*, se encontró que la variedad blanca es más eficiente en la degradación de la celulosa, logrando una degradación parcial aproximada del 60% en un tiempo de 11 a 15 semanas. La investigación permitió **concluir** que la variedad blanca de *Pleurotus ostreatus* es la más eficiente para la degradación de la celulosa presente en pañales desechables. Además, el estudio proporcionó datos valiosos sobre las condiciones físicas óptimas (temperatura y humedad) para maximizar la eficiencia de la degradación, lo que facilita el proceso de biotransformación de estos residuos. El metaanálisis ayudó a obtener resultados más precisos y confiables sobre el desempeño del hongo y las condiciones más favorables para la degradación de pañales desechables.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

Portella (2019), en su informe de prácticas pre-profesionales titulado *“Determinación de la capacidad degradativa de plásticos por*

cinco especies de hongos del botadero Muyuna”, investigó la capacidad degradativa de diferentes especies de hongos aisladas del botadero Muyuna, con el objetivo de evaluar su potencial para degradar plásticos, específicamente polietileno de baja densidad (LDPE). El **objetivo** principal de este estudio fue determinar la capacidad degradativa de cinco especies de hongos aisladas del botadero Muyuna para degradar polietileno de baja densidad. **Metodología:** Se empleó un microcultivo para la identificación de hongos, comenzando con la extracción de muestras de suelo del botadero Muyuna. Posteriormente, se prepararon medios de cultivo adecuados para el aislamiento y el crecimiento de los hongos. Se realizaron pruebas de biodegradación utilizando tres cantidades diferentes de bolsas plásticas (0.01, 0.025 y 0.005 gramos), las cuales fueron añadidas a los medios de cultivo junto con las especies fúngicas seleccionadas. Se procedió a plaqueado del medio y se evaluó la capacidad de los hongos para degradar el plástico en condiciones controladas. **Resultados:** Se identificaron un total de 17 especies fúngicas en el suelo del botadero, de las cuales se seleccionaron cinco para evaluar su capacidad de degradación: *Geotrichum sp.*, *Aspergillus sp1*, *Aspergillus sp2*, *Fusarium sp.* y *Oidium sp.*. Los porcentajes de degradación del polietileno de baja densidad (LDPE) fueron los siguientes: *Geotrichum sp.*: 28%, 44%, 18%. *Aspergillus sp1*: 80%, 34.4%, 18%. *Aspergillus sp2*: 60%, 50%, 49%. *Fusarium sp.*: 18%, 11.6%, 11%. *Oidium sp.*: 68%, 27.6%, 30.6%. Se **concluyó** que las especies *Aspergillus sp1* y *Geotrichum sp.* mostraron una capacidad degradativa significativamente mayor en comparación con las demás especies. En particular, *Aspergillus sp1* presentó un 80% de degradación en una de las repeticiones, lo que indica su alto potencial para biodegradar plásticos. Estos resultados sugieren que algunas especies de hongos del botadero Muyuna, especialmente *Aspergillus sp1*, podrían ser útiles para el tratamiento biológico de plásticos y como parte de estrategias para el manejo de residuos plásticos en ambientes naturales.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. MARCO LEGAL

La constitución política del Perú en el artículo (02) dos, señala que la sociedad tiene derecho “A la paz, a la tranquilidad, al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida”.

La ley 28611, Ley General del Ambiente en su primer artículo nombra que las personas tienen derecho fundamental en vivir en un ambiente sano, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, junto con la obligación de contribuir a una eficaz gestión ambiental y de proteger el ambiente, asegurando la salud individual y colectiva, conservando la diversidad biológica, utilizar sosteniblemente los recursos. En el artículo (30) treinta de planes de descontaminación y tratamientos de pasivos ambientales, menciona que las entidades de competencia ambiental se encargan de promover y establecer los criterios para la descontaminación y recuperación. Los botaderos son considerados pasivos ambientales, entre los diversos residuos se encuentran diferentes tipos de plásticos.

La ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos, D.L. 1278 en el segundo artículo hace mención la finalidad de prevenir o minimizar la generación de desechos sólidos en la fuente, también favorece el recuperar y valorizar el material y energía de los desechos, entre ellos se puede reutilizar, reciclar, compostar, coprocesar y otras alternativas. La última alternativa para manejar los R.S. es la disposición final. En el artículo treinta y dos, comprende procesos como “barrido y limpieza de espacios públicos, segregación, almacenamiento, recolección, valorización, transporte, transferencia, tratamiento y disposición final”. El proceso de tratamiento es una técnica que modifica características físicas o biológicas del residuo sólido para la reducción o eliminación potencial peligro de causar al ambiente o la salud y está orientado a facilitar o valorizar la última disposición, pueden desarrollarse por municipios o EORS.

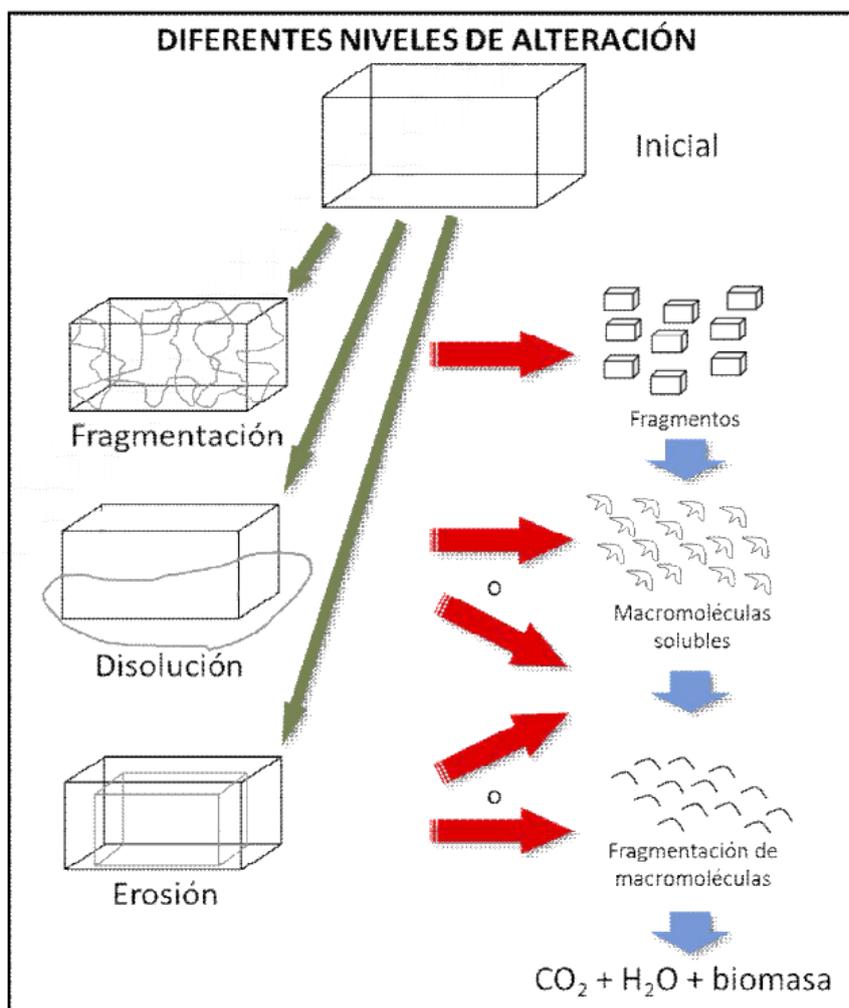
La ley 30884, Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables, en el primer artículo indica como fin la contribución de concreción del derecho que se menciona en el primer párrafo, reduciendo el “impacto adverso del plástico de un solo uso, de la basura marina plástica, fluvial y lacustre y de otros contaminantes similares, en la salud humana y del ambiente”. En el tercer artículo se señala la prohibición de las actividades como adquirir, usar o comercializar las bolsas que contienen como base el polímero tales como sorbetes o envases para bebidas y alimentos de consumo humano hechos de poliestireno expandido en las playas, museos, patrimonios natural y cultural y áreas protegidas. Asimismo, como en Entidades de administración pública.

El D.S. 014.2017, Reglamento de la ley de desechos sólidos en su anexo (03) tres indican residuos peligrosos que contienen componentes inorgánicos que podrían contener metales o materia orgánica son residuos resultantes de la producción de hidrocarburos halogenados alifáticos entre ellas se encuentra el policloruro de vinilo. También a los residuos sólidos no peligrosos, entre la lista de residuos que contienen componentes orgánicos que podrían contener metales y materia inorgánica son los polímeros entre ellas se encuentran el etileno, tereftalato de polietileno y polipropileno.

El D.S. 006.2019 en cumplimiento de su objetivo del presente reglamento y su Ley 30884 en el noveno artículo de consumidores y usuarios hace mención evitar la “generación de residuos de bienes de plástico” en la fuente, “minimizar la generación de residuos de bienes de plástico” en la fuente.

Según la normativa técnica peruana 900.079 de Envases y Embalajes, en la guía de los términos del campo de biodegradabilidad.

Figura 1
Los niveles de alteración



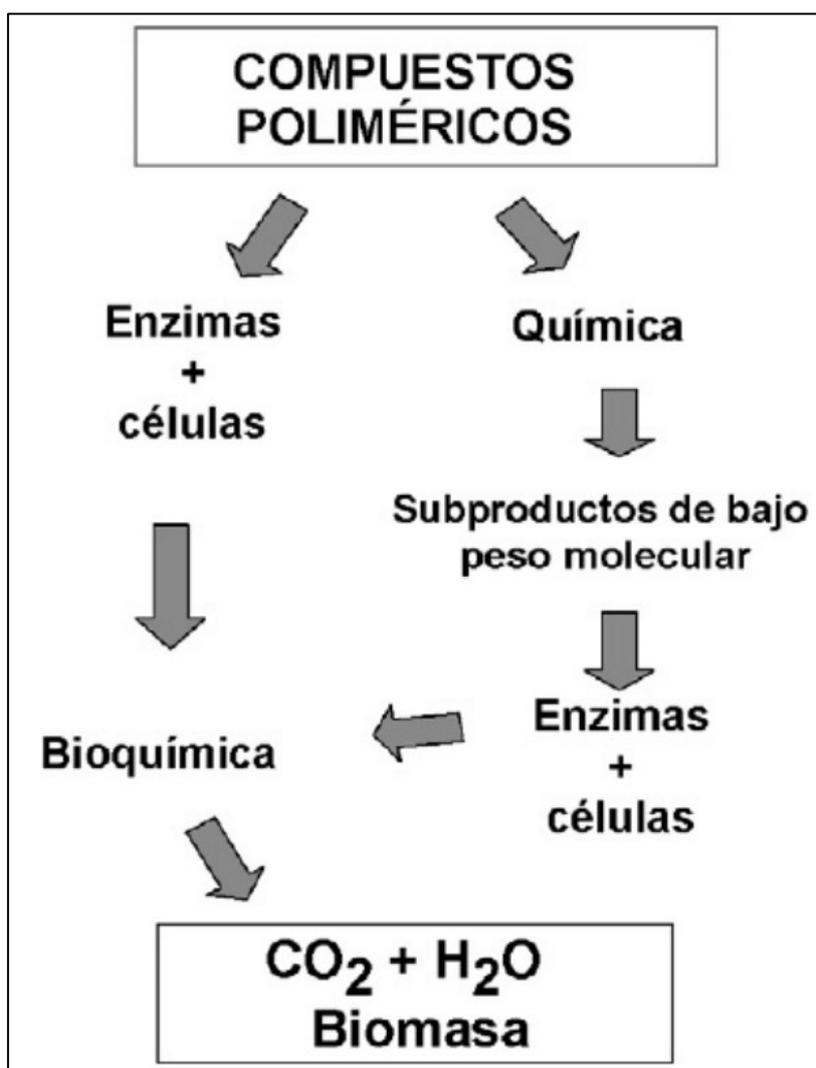
Nota. En la figura 1 se muestra, la alteración para la biodegradabilidad de un polímero. Extraído de N.T.P. 900.079.

Se observa formación de pequeños fragmentos o disolución reflejando la desaparición del sistema inicial. La descomposición macromolecular a pequeñas moléculas bioestables no se podrán biodegradar hasta minerales o biomasa, es un tercer estado de degradación donde pueden generarse moléculas de bajo peso molecular.

El último estado de degradación es complejo en el sentido de que incluye la formación de biomasa, de CO₂ + H₂O y, ocasionalmente, algunos otros productos, por ejemplo, CH₄ en el caso de una biodegradación anaeróbica. Debería distinguir la formación de (CO₂ +

H₂O) y otros residuos inorgánicos, que reflejan la participación de la bioquímica en la degradación macromolecular, de la formación de biomasa, que muestra que los subproductos de degradación se han bioasimilado por las células que los han degradado. Es importante observar que la foto-oxidación de algunos polímeros puede producir CO₂ en ausencia de microorganismos.

Figura 2
Mecanismos de degradación



Nota. En la figura 2 se muestra, los mecanismos para lograr la degradación de los compuestos poliméricos. Extraído de N.T.P. 900.079.

a) Degradación polimérica celular

La ruta de la izquierda corresponde al ataque de células a un polímero macromolécula seguido por el tratamiento bioquímico de los

productos de degradación como resultado de reacciones enzimáticas. Esta ruta requiere la presencia de enzimas apropiadas y por tanto de células específicas en condiciones viables (atmósfera, agua, nutrientes).

b) Degradación polimérica química

La ruta de la derecha difiere de la de la izquierda en el sentido de que la fragmentación de los artículos poliméricos y las macromoléculas depende de procesos químicos. Las pequeñas moléculas generadas tienen que eliminarse a través de caminos bioquímicos, se requieren condiciones para desencadenar la degradación química como la luz, agua, oxígeno, calor. Sin fenómeno desencadenante, no hay degradación. Por otra parte, tienen que estar presentes células vivas que aseguren el tratamiento bioquímico de las moléculas de bajo peso molecular formadas a partir de las macromoléculas del polímero original.

c) Combinación

Si se combinan los distintos niveles de degradación con estas dos rutas diferentes, conviene observar que cualquier material es inestable en contacto con sistemas vivos por un largo periodo de tiempo y, por tanto, se tiene que limitar la terminología a la degradación deseada de los artículos poliméricos, a diferencia de la degradación no deseada que cualquier material sufre finalmente bajo la influencia del uso y el envejecimiento.

Situaciones a distinguir

- Alteración de un polímero con o sin su desaparición en **ausencia de ruptura de la macromolécula**
 - Debido a la descomposición en pequeños fragmentos sólidos.
 - Debido a la disolución de macromoléculas.
- Alteración de un objeto de base polimérica **con ruptura de la macromolécula**

- Debido a fenómenos químicos no enzimáticos
- Debido a fenómenos abióticos enzimáticos
- Debido a degradaciones causadas por células
- Con formación de residuos bioestables, independientemente del mecanismo de degradación.

2.2.2. MARCO INSTITUCIONAL

EL Ministerio del Ambiente es el ente rector a nivel nacional para el manejo de los residuos y su gestión, dentro de sus competencias realiza coordinaciones, promoviendo y concretando con las autoridades sectoriales, gobiernos regionales y locales la aplicación del D.L. 1278.

El Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental encargado de la supervisión del manejo de residuos sólidos de las municipalidades distritales y las provinciales para la verificación de cumplimiento de sus funciones en materia de fiscalización ambiental y sanción, se hace mención en el artículo diecisiete del D.L. 1278.

Las autoridades sectoriales están conformadas por el Ministerio de Salud; el cual norma el manejo de los desechos sólidos de los establecimientos de salud, controlan los riesgos sanitarios, supervisan y fiscalizan la gestión de residuos pertenecientes a establecimientos de salud y servicios médicos, Ministerio de Transportes y Comunicaciones; encargado de transportar los residuos peligrosos, según el artículo diecinueve y veinte de la ley de R.S.

Las autoridades descentralizadas están conformadas por el gobierno regional, municipios provinciales y distritales, centros poblados, la comisión ambiental municipal, según los artículos consecutivos del artículo veintiuno al veintiséis del D.L. 1278.

Los gobiernos locales son responsables de la gestión de residuos de los distintos orígenes de generación comercial, doméstico o de otras

características parecidas, según indica el artículo ciento diecinueve de responsabilidad de gobiernos locales de manejo de R.S de la Ley 28611.

Las municipalidades provinciales tienen por función la regularización y control del proceso de disposición de los residuos en estado sólido y líquidos. Las municipalidades distritales proveen el servicio de limpieza al público determinando la acumulación de áreas de residuos, relleno sanitario y aprovechamiento industrial por residuos. Y, además, regulan y controlan la higiene, la salubridad de establecimientos comerciales, establecimientos industriales, viviendas, escuelas, piscinas y playas, según el artículo (80) ochenta de Saneamiento, Salubridad y Salud de la Ley 27972, Ley orgánica de municipalidades.

La municipalidad cuenta con la responsabilidad de recolección, transporte y la última disposición de residuos sólidos como se menciona en la Ley 1278.

La participación en conjunto, coordinada y diferencia de los generadores, operadores de residuos y municipales se requiere dado que es una responsabilidad compartida para la gestión integral según el artículo cinco de Principios del D.L. 1278.

2.2.3. MARCO DE VARIABLES

2.2.3.1. DESCOMPOSICIÓN DE PLÁSTICO

Plástico

Según Samaniego (2021), AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALES (ASTM), determina que el plástico es un producto derivado del petróleo de cualquier material de grupo interno que contiene su composición a su elemento esencial que su estructura principalmente es de hidrocarburos que se caracterizan como un polímero de una sustancia orgánica, a la vez que su peso molecular es muy elevado y se mantienen sólidos, que proporcionarían resistencia y alta densidad a la presión y calor que

permite tener diferentes propiedades como el aislamiento térmico y eléctrico eficiente, mientras que se ha presentado en diferentes etapas la manufactura es distinta a la fluidificación.

Residuos Plásticos

Los residuos plásticos en una conclusión son la composición del origen derivado del petróleo, que determina una materia prima agotable al estar expuesto al alto vapor relativamente más práctico de obtener y recuperar en grandes cantidades, asimismo que poseen un poder calorífico de fuertes controles medioambientales para neutralizar los residuos sólidos con los efluentes gaseosos que se produce en una perspectiva de recuperación de los materiales plásticos, además que sin mencionar la gran parte del plástico presente en el mundo se considera o representan en la basura doméstica y en ocasiones son difíciles de recuperar ya que la calidad de deterioro u aspecto físico del producto dificulta en la reutilización directa de estos residuos precisamente que son plásticos no reutilizables. (Arandes, et al., 2004).

Clasificación de los plásticos

Los plásticos se dividen en dos categorías: termoestables y termoendurecidos. Los plásticos como el PP y el PE son parte de un grupo. Estos se pueden moldear fácilmente y se pueden calentar para perder sus propiedades. Los plásticos termoendurecidos son difíciles de moldear una vez que se ha dado forma, ya que retienen su forma y no pueden volver a su forma original debido a su dureza. (Haro, 2021).

Figura 3
Clasificación de Plásticos





Clasificación de los plásticos

 PET		<p>Tereftalato de Polietileno</p> <p>Producción de botellas para bebidas a través de su reciclado se obtiene principalmente fibras para relleno de bolsas de dormir, alfombras, cuerdas y almohadas.</p>
 HDPE		<p>Polietileno de alta densidad</p> <p>Se utiliza en envases de leche, detergente, aceite para motor, etc. El HDPE tras reciclarse se utiliza para macetas, contenedores de basura y botellas de detergente.</p>
 PVC		<p>Policloruro de Vinilo</p> <p>Botellas de champú, envases de aceite de cocina, artículos de servicio para casas de comida rápida, etc. El PVC puede ser reciclado como tubos de drenaje e irrigación</p>
 LDPE		<p>Polietileno de baja densidad</p> <p>Bolsas de supermercado, de pan, plástico para envolver. El LDPE puede ser reciclado como bolsas de supermercado nuevamente.</p>
 PP		<p>Polipropileno</p> <p>Se utiliza en la mayoría de recipientes para yogurt, popotes, tapas de botella, etc. El PP tras el reciclado se utiliza como viguetas de plástico, peldaños para registros de drenaje, cajas de baterías para autos</p>
 PS		<p>Poliestireno</p> <p>Tazas desechables de bebidas calientes y bandejas de carne. El PS puede reciclarse en viguetas de plástico, cajas de cintas para casetes y macetas.</p>
 OTROS		<p>OTROS</p> <p>Botellas de catsup para exprimir, platos para hornos de microondas, etc. Estos plásticos no se reciclan porque no se sabe con certeza qué tipo de resinas contienen.</p>

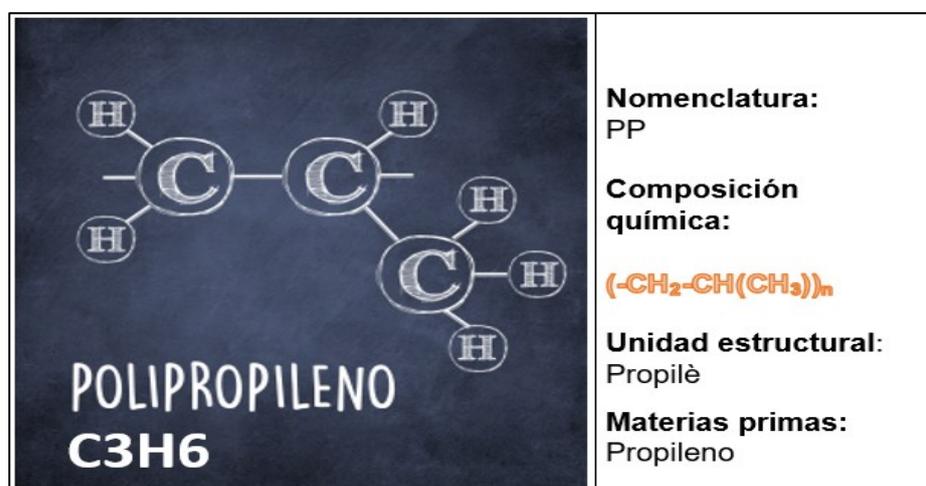
El código de identificación es adoptado en México el 25 de Noviembre de 1999 en la NMX-E-232 SCFI-1999 basado en la identificación de Europa y países de América

Nota. En la figura 3 se muestra, la identificación de plásticos es algo de importancia para saber como poder diferenciar los tipos que existe y poder clasificar según el material hecho y poderlos reciclar. Extraído de UAGro Verde (2019, 05 de diciembre).

Plásticos Polipropileno (PP)

Es un polímetro termoplástico que se encuentra derivado por la polimerización del propileno, que son de un material muy factibles que tienen una resistencia al calor y no dejan pasar la humedad, grasas o productos químicos, pero no son flexibles, pero sí de moldear y contienen una buena estabilidad térmica, haciéndolas idóneas para la fabricación. (Gestores de Residuos, 2020).

Figura 4
Composición de Polipropileno

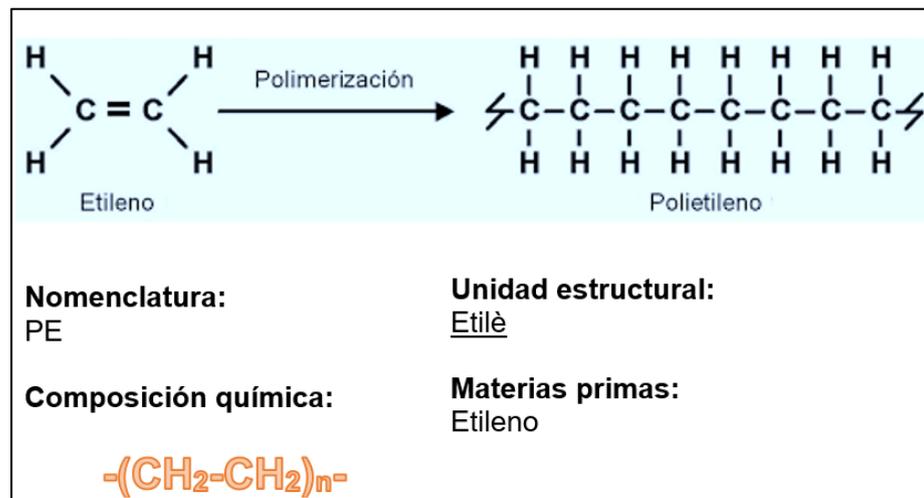


Nota. En la figura 4 se muestra la composición de polipropileno. Adaptado de Materials y del blog Todo en Polímero (2018).

Plásticos Polietileno (PE)

El polietileno es un es un polímero termoplástico cuya unidad monomérica es el etileno, asimismo es un plástico más simple ya que químicamente inerte, no es casi reactivo ya que presentan aspecto blanquecino y translucido, resistentes y flexibles a temperaturas ordinarias ya que se caracterizan por divergentes ya sean según su densidad o dureza. Su producción se remonta al año 1935, cuando en Inglaterra se logró polimerizar el etileno bajo condiciones de alta temperatura y una presión extremadamente alta, donde desarrolló un procedimiento de polimerización del polietileno sin presión, recurriendo a catalizadores mixtos. (Alemany, 2002).

Figura 5
Composición de Poletileno

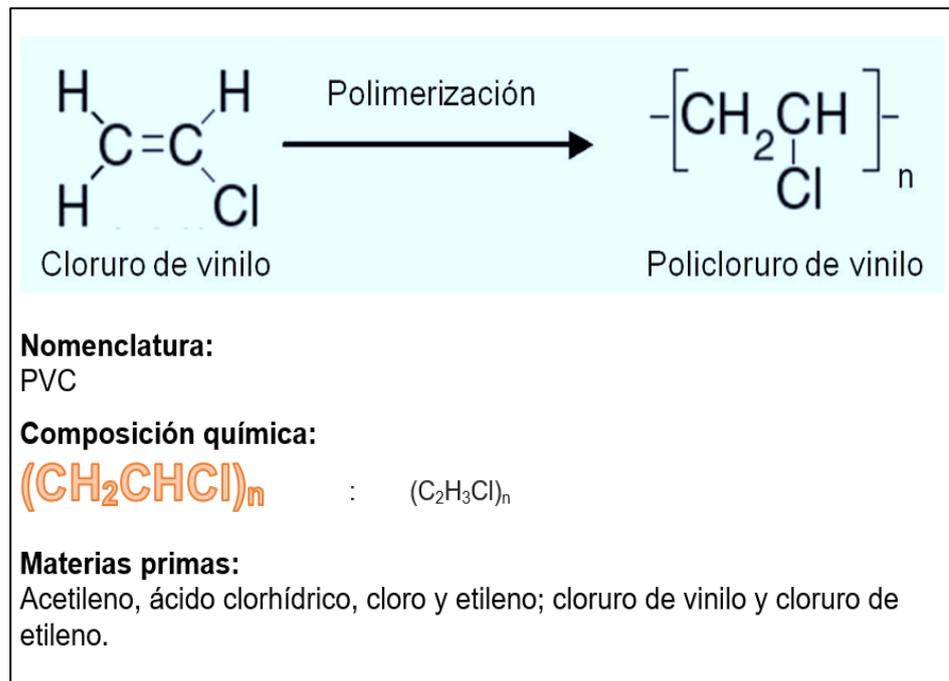


Nota. En la figura 5 se muestra la composición de polietileno. Adaptado de Materials y Cedrón et al. Del Corinto PUCP.

Plásticos Policloruro de Vinilo (PVC)

El PVC conocido como polimero de cloruro de vinilo, compuesto por cloro al cincuenta por ciento, es resistente a la combustión. En la polimerización se forma un polvo blanco, fino, inodoro y químicamente inerte. El tamaño de las partículas influye en la capacidad de alcanzar las diferentes zonas del tracto respiratorio. La porosidad de las mismas facilita que pueda quedar retenido CVM que podría ser liberado a nivel pulmonar. También la presencia de aditivos podría afectar en el efecto toxicológico. En la actualidad la presencia de cloruro de vinilo monómero residual en la resina de suspensión de PVC es inferior a 5 g/t y en la de emulsión es inferior a 1 g/t. Para aplicaciones médicas y alimentación el contenido residual es siempre inferior a 1 g/t de resina. (Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo, 2016).

Figura 6
Composición de PVC



Nota. En la figura 6 se muestra, la composición de PVC. Adaptado de Materials y Cedrón et al. Del Corinto PUCP.

Utilización de Plásticos

El aumento de la demanda y suministro de bienes ha generado un incremento en la producción de residuos, especialmente los plásticos. Para simplificar la clasificación inicial de plásticos para reciclar, se debe vincular con su uso. Desde el año pasado, el uso de plásticos ha aumentado drásticamente, no solo en mascarillas y guantes, sino también en desperdicios médicos y envoltorios de comida para llevar. La situación ha provocado la saturación de los sistemas de reciclaje en ciertos países debido a un incremento considerable. Sin medidas, más del 70% de este plástico acabará en océanos y vertederos, y alrededor del 12% será incinerado, provocando contaminación y enfermedades en áreas vulnerables del planeta. (Naciones Unidas, 2021)

- **Micro plásticos**

Las piezas diminutas inferior a cinco milímetros de 0,1 a 100 μm de polímero son conocidos como micro plásticos, según el Parlamento Europeo (2018) mencionan dos categorías;

Categoría Primario: son pequeñas partículas arrojadas directamente al ambiente, estiman un promedio de quince por ciento al treinta y uno por ciento están en los océanos, el treinta y cinco por ciento de esta categoría provienen del lavado de ropa sintética, el desgaste de los neumáticos al conducir representa el veintiocho por ciento, en productos de cuidado personal como micro perlas que son utilizados como exfoliantes faciales representan el dos por ciento.

Categoría secundaria: Son originados a partir de la degradación de objetos grandes como bolsas de plásticos, redes de pesca o botellas, estiman un promedio de sesenta y nueve por ciento al ochenta y nueve por ciento de micro plásticos en el océano.

La Organización de las Naciones Unidas en el 2017 señaló cincuenta 51 000 millones de partículas en el mar. Estos microplásticos encontrados en las aguas del mar pueden ser ingeridos por animales marinos, acumulándose en sus cuerpos y finalmente a través de la cadena alimenticia ingeridos por humanos. Dichas partículas estarían presentes en el agua del grifo, miel, cerveza y otras bebidas, así como en las heces humanas. Por lo mencionado anteriormente los microplásticos son perjudiciales para la salud de las personas y animales.

- **Nanoplasticos**

Se forman a partir de la fragmentación de residuos microplásticos tienen un tamaño de 1 a 100 nm (0,001 a 0,1 μm), según el Informe Ecologistas en Acción (2017) señala dos problemas, el tamaño al ser diminutas conllevan a que puedan

atravesar membranas celulares, funciones fisiológicas y/o residan en el tejido epiteliales durante un periodo prolongado, y su elevada relación de superficie respecto al área les confiere unas características fisicoquímicas que permiten enormes afinidades para la sorción de contaminantes, ambas características juntas podrían conllevar el transporte de compuestos tóxicos directamente a través de membranas celulares. Su presencia en diversos hábitats incrementa el número de ecosistemas y organismos vulnerables a su exposición.

Plásticos degradables

Si un agente puede descomponer un producto, se considera degradable. La degradación provoca el cese de los residuos contaminantes y pueden reutilizarse, poniendo fin a un ciclo natural. Casi cualquier producto se puede descomponer, técnicamente hablando. El plástico degradable requiere productos químicos para descomponerlo más rápidamente en entornos específicos. Bajo temperaturas específicas o rayos UV, en presencia de oxígeno, a modo de ilustración. (ASECA, 2021).

Las dificultades asociadas a la aplicación aleatoria de plásticos sintéticos y su presencia persistente en el ecosistema han impulsado la investigación para explorar nuevos materiales y técnicas de producción que permitan el desarrollo de materiales plásticos reutilizables, pero con un tiempo de degradación más corto. Los plásticos degradables se han creado en cuatro tipos: los que se pueden descomponer de forma fotodegradable, los semibiodegradables, los biodependientes sintéticamente y los de forma natural, que son totalmente biodegradables. (Segura, et al., 2007)

Descomposición

El plástico tarda mucho tiempo en degradarse debido a su lento proceso de descomposición. Según los expertos, la basura de

plástico que produce la humanidad tarda alrededor de cien años en deshacerse. La duración de descomposición puede variar dependiendo del tipo de plástico, donde se busca acelerar el proceso de descomposición de plásticos comunes utilizados en la industria alimentaria, como las bolsas de plástico de polietileno y los envases, a través de su degradación biológica o química. (Lahoz, 2024).

Tabla 1
Temperaturas de descomposición de los plásticos

Tipo de plástico	Abreviatura	Rango de temperatura de descomposición (°C)
Poliestireno	PS	372-452
Polietileno	PET	395-540
Polipropileno	PP	415-540
Plástico de baja densidad	LDP	425-565
Plástico de alta densidad	HDPE	425-565

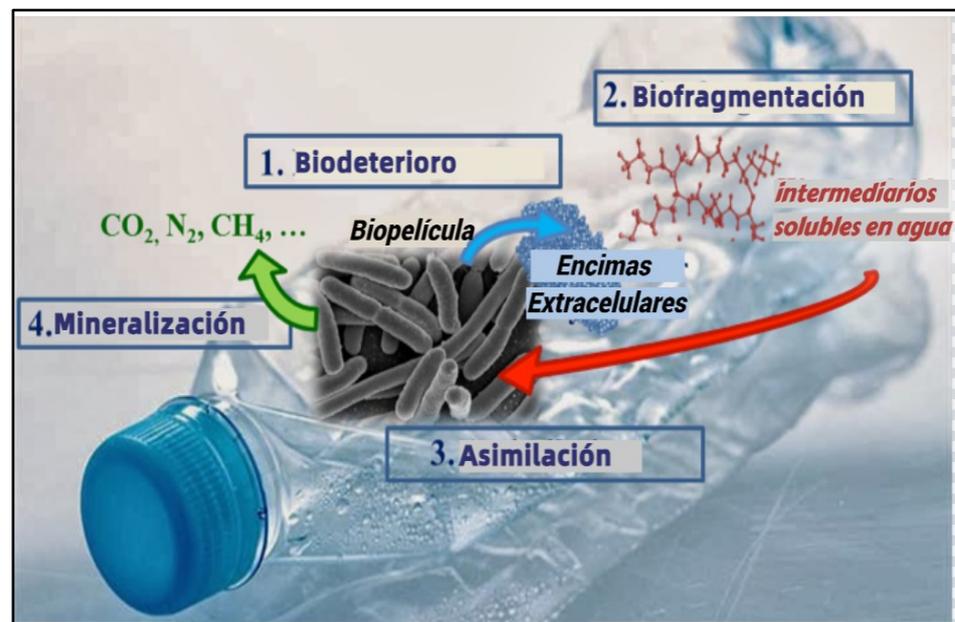
Nota. En la tabla 1 se muestran los tipos de plásticos en un rango de descomposición que se descomponen el poliestireno, seguido del polietileno, polipropileno, plásticos de baja densidad y plásticos de alta densidad debido a que la descomposición de éstos actuales requiere de temperaturas más altas, característica que se encuentra reflejada, por diferentes temperaturas propuestas en cada uno de los diferentes plásticos. Haro (2021).

Degradación

La degradación de los polímeros se refiere a los cambios de sus propiedades físicas causadas por las reacciones que se originan por los enlaces a modo del modo a la iniciación por la degradación térmica, mecánica, fotoquímica, química y biológica, ya sean por muchos agentes como la temperatura (calor y la luz) que originan efectos como la hidrólisis o la oxidación de manera que sus propiedades son cualitativas en la comparación de diferentes polímeros. (Posada, 1994).

La biodegradación de polímeros sintéticos ocurre en cuatro etapas. El deterioro de la superficie plástica es causado por comunidades microbianas, lo que provoca degradación y envejecimiento, presentan las características físicas, químicas y mecánicas de la muestra sufren cambios en la biodiversidad es la segunda fase. La síntesis de plásticos poliméricos en oligómeros, dímeros o monómeros se logra mediante la acción de enzimas y radicales libres ocurrida por microorganismos, ya que presentan el metabolismo del microbio es absorbido por las moléculas transportadas en el citoplasma durante la asimilación, la mineralización es la etapa final en la degradación de compuestos completamente oxidados, como el dióxido de carbono, el agua y el nitrógeno molecular, antes de que se descompongan más. (Espinoza, 2018)

Figura 7
Proceso de biodegradación del plástico



Nota. En la figura 7 se muestra el proceso de biodegradación de una botella plástica, como se logra biodegradar. López (2017).

- **Biodeterioro**

En esta parte del proceso el plástico que puede ser una botella una funda una tapa se desgasta a través de la erosión el sol el aire

el viento la lluvia los golpes constantes y el movimiento van a causar que poco a poco el material se vaya dañando y vaya perdiendo resistencia.

- **Biofragmentación**

Es cuando los compuestos de la botella se empiecen a separar, pero se separan de una forma a un nivel más físico que a químico es decir que la botella se va separando en pequeñas partes y se va distribuyendo.

- **Asimilación**

Es cuando la botella o los restos de esta o los restos del plástico que esté sufriendo este proceso se unen con la tierra y pues se van hundiendo cada vez bajo más más capas de tierra mediante pase el tiempo.

- **Mineralización**

Es la última etapa es la mineralización en la que el compuesto luego de sufrir todo este proceso se ha separado en sus bases es decir el carbono el nitrógeno entre otros elementos químicos que lo conforman.

- **Tipos de Degradación**

Los tipos de agentes que tengan una acción de los materiales tienen diferentes formas de degradación, ya que la naturaleza juega un papel muy importante de manera muy simultanea y que el impacto de cada uno de ellos dependerá del tipo de las características del material plástico del cual este creado ya sean funcionales, permeables al agua, morfológico, de baja solubilidad y resistencia a la tracción. (Cahuana, 2019). En la tabla 2 se especifica el tipo de degradación sobre el material plástico.

Tabla 2
Tipos de degradación

Agente causal	Tipo de degradación
Luz solar	Foto degradación
Calor	Degradación térmica
Agentes atmosféricos	Degradación oxidativa
Humedad	Degradación hidrolítica
Hongos y microorganismos	Biodegradación
Luz + oxígeno	Foto degradación oxidativa
Calor + oxígeno	Degradación termoxidativa
Luz + Humedad	Degradación foto hidrolítica

Nota. En la tabla 2 se muestra la degradación que se da por agentes causales donde se desarrollan modificación de tipos diferentes procesos y la estructura del material que su transformación tienen a degradarse que poseen una gran variedad de características en los procedimientos degradativos. Cahuana (2019).

Según López & Franco (2021). Mencionan que, sin exposición a opciones alternativas, los plásticos terminan en la naturaleza, y especialmente en el océano mismo, donde comienza la degradación como una amplia gama de procesos. La degradación puede atribuirse a diversos factores como térmicos, radiactivos, mecánicos, químicos o biológicos:

- Debido a la resistencia limitada de la unión, que se supera con el calor, la degradación térmica provoca que las moléculas se descompongan en fragmentos más pequeños.
- La radiación ultravioleta de la luz solar provoca reacciones químicas que hacen que los plásticos se vuelvan quebradizos y los decoloren, mientras que la radiación de alta energía puede formar o romper enlaces químicos o eliminar grupos insaturados.
- Tanto la degradación mecánica como los cambios químicos causados por fuerzas pueden provocar efectos macroscópicos como fractura y deformación. La alteración de los plásticos es

causada por la acción de los reactivos químicos durante la degradación química. A pesar de ser las sustancias más hostiles, los disolventes pueden sufrir una degradación hidrolítica como consecuencia de la absorción de agua.

- El proceso de biodegradación implica la absorción y degradación de organismos vivos, típicamente por microorganismos como hongos, bacterias y actinomicetos, mediante la acción de sus enzimas. Los plásticos se degradan a diferentes velocidades según el tipo de polímero, la edad y las condiciones ambientales como la temperatura o el pH.

Sin embargo, la degradación provoca que el material se descomponga en microplásticos, que son una cantidad importante. El consumo de partículas por parte de las especies marinas propicia su entrada en la cadena alimentaria.

Degradación por Hongos

Es un método ecológico y factible en la biorremediación de los tipos de compuestos en que se aprovechan la capacidad metabólica para transformar o mineralizar estos agentes que son los contaminantes orgánicos, que se encuentran originados por sustancias menos peligrosas. En ello la degradación por los hongos es uno de los compuestos orgánicos persistentes que tiene la capacidad de sintetizar las enzimas como el manganoso peroxidasa y la lignina peroxidasa en la degradación de contaminantes ambientales peligrosos. (Camacho, et al.,2017).

Degradables

El problema del uso excesivo de plásticos y su durabilidad en la naturaleza ha impulsado la investigación para crear materiales y métodos de producción que produzcan plásticos con las mismas características pero que se descompongan más rápido. Han sido creados cuatro tipos de plásticos que se degradan: los

fotodegradables, los semi-biodegradables, los biodegradables sintéticos (tienen azúcares unidos a fragmentos cortos de polietileno.) y los biodegradables naturales. (Segura, et al., 2007).

A pesar de su larga existencia, los plásticos biodegradables han ganado atención en las últimas dos décadas como un medio potencial para disminuir la permanencia de los residuos plásticos mediante su reciclaje. Los plásticos fabricados a partir de recursos renovables o combustibles fósiles pueden ser degradables debido a sus propiedades plásticas, que no dependen del material de origen. La presencia de organismos biodegradables o llamados también degradables ya que las condiciones ambientales requeridas para su desarrollo son requisitos adicionales para la biorrenovación. Sin embargo, deben estar presentes para que ocurran, los microorganismos pueden prosperar en procesos de compostaje, ambientes marinos o ambientes libres de oxígeno en la mayoría de los materiales plásticos biodegradables. Esto conduce a la generación de biogás a partir de productos de desecho. (Vázquez, et al. 2017)

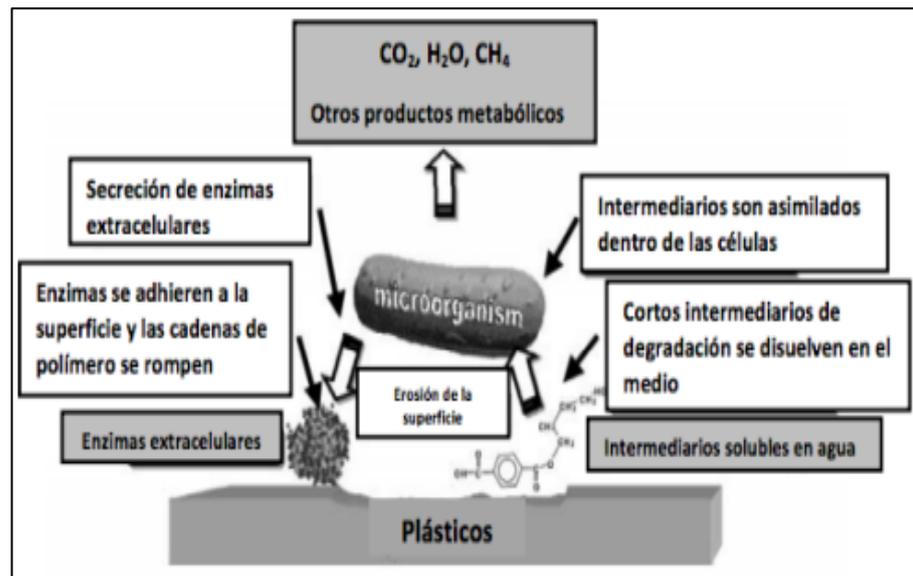
Biodegradación

Según Cahuana (2019), la ASTM (Sociedad Estadounidense de Pruebas y Materiales), es el proceso el que bajo determinadas condiciones como humedad, pH, temperatura y oxígeno, microorganismos como bacterias (incluidos hongos), levaduras o enzimas consumen el material polimérico del plástico como alimento y lo utilizan para generar energía, mientras su forma original desaparece y aparecen nuevos tejidos y Los organismos crecen sintetizando aminoácidos.

Es una transformación compuesta bioquímicamente por los microorganismos, que van originando los productos finales por compuestos orgánicos, entre ellos tenemos como el dióxido de carbono, el metano (condiciones aerobias) y el agua. Donde se

obtendrán de manera en la hidrolisis e oxidación por enzimas producidas por el HPB, que se especializan en reacciones de oxido que se adicionan a dos átomos de oxígeno pueden formar grupos alcohol o peróxido, los cuales son fácilmente fragmentables, que la estructura promueve el efecto de los mediadores enzimáticos que se determinan como catalizadores. (Cruz, 2016).

Figura 8
Mecanismo general de la biodegradación de plástico



Nota. En la figura 8 se muestra la biodegradación por hongos de podredumbre blanca, ya que enzimática de los polímeros se da por pasos; es que se une el sustrato de polímero y produce escisión oxidativa de manera extracelular, trastornan el polímero ocasionando cadenas cortas o moléculas más chicas a manera oligómeros, dímeros y monómeros, y posteriormente estimula CO_2 , H_2O , o CH_4 , que es la mineralización. Cruz (2016).

2.2.3.2. HONGOS

Hongos

Los hongos son un tipo de microorganismos que se pueden originar en unicelulares como tanto multicelulares, ya por eso son factibles que tienen la necesidad de poderlos observar o percibidos en microscopio, sin mencionar que su reproducción también es versátil que se caracterizan principalmente de manera sexual como asexual ya que no es fotosintético. El comportamiento que

presentan es saprofito la de un parasito, que va hay veces se pueden originar y encontrarse en las comidas o material orgánico en proceso de descomposición. (Loaiza, 2022). La fermentación por hongos es una manera bien eficiente para la descomposición de la materia orgánica.

La clasificación de los hongos en Kingdom Fungi se debe a sus características únicas como organismos vivos. La representación típica de los basidiomicetos es su cuerpo fructífero con sombrero en el pedúnculo, pero no todas las especies crecen de esta manera. Se componen principalmente de micelio. El tejido está compuesto por hifas, que son células filamentosas que tienen una apariencia similar a los hilos. Las hifas de ciertos hongos están formadas por una sola célula, mientras que en otros están divididas en múltiples células. En condiciones ideales, las hifas procrean rápidamente y se proyectan sobre el sustrato, que es visible a simple vista. El cuerpo fructífero del hongo se puede transformar en micelio en ciertas especies, y se utiliza con frecuencia como fuente de alimento. (Espinoza, 2018)

La capacidad de los hongos para sobrevivir en ambientes bajos en nutrientes ya temperatura ambiente, junto con su capacidad para propagar las hifas, los hace esenciales en el reciclaje de carbono. En el laboratorio, los hongos pueden crecer fácilmente porque prosperan en medios de cultivo que contienen carbono y nitrógeno, que suelen ser aeróbicos. Prefieren temperaturas entre 10 °C y 40 °C. También crecen en ambientes con niveles de pH entre 2 y 9. (Erazo, 2018)

El proceso de biodegradación implica la secreción de enzimas por parte de microorganismos como bacterias y hongos, que rompen la estructura molecular de los plásticos y los degradan con el tiempo (Tokiwa, 2009). En la misma línea, Sha & Fariha (2008) afirman que los microorganismos juegan un papel crucial en el ecosistema al actuar de forma independiente y mediante esfuerzos

colaborativos, los cuales están íntimamente ligados a la biodegradación de plásticos sintéticos, naturales y plásticos. (Ccallo & Sacaca, 2020).

Clasificación de Hongos

La taxonomía de los hongos dentro del Reino Fungi, que incluye Animales, Plantas. HONGOS: En 1969 según R. H. Whittaker las especies de hongos ocurren en grupos que consisten en cinco reinos, se han categorizado en varias categorías para facilitar su estudio. Macro Naturaleza (2018) menciona que se puede utilizar una clasificación básica como punto de partida para distinguir entre hongos microscópicos y visibles. Los hongos microscópicos más famosos son las levaduras y los mohos, pero también son conocidas las micosis, que pueden causar enfermedades. La descripción macroscópica se basa en la identificación de los caracteres externos primarios del cuerpo fructífero o carpóforo, que depende de su composición morfológica, debido a su mayor tamaño.

Según Coello (2012). Los hongos de descomposición blanca tienen un conjunto de enzimas fuera de la célula que no son específicas, capaces de descomponer diversos enlaces y, por ende, degradar una amplia gama de sustancias orgánicas. *Phanerochaete chrysosporium*, conocida como *Phanerochaete chrysosporium*, *Trametes versicolor* y varias especies de *Pleurotus*. Estos hongos han sido identificados como los que tienen más capacidades para ser utilizados con estos propósitos. Dentro de las enzimas que conforman el complejo multisensorial ligninolítico de *Pleurotus* spp. La lacasa es descubierta (siendo p-difenol:dioxígeno:oxígeno-reductasa. EC 1.10.3.2) Las lacasas, enzimas, aceleran las reacciones de oxidación, formación de polimerización, descomposición de polimerización, adición de grupos metilación y adición de grupos dimetilación a los compuestos fenólicos. Las lacasas han sido descubiertas en

hongos de descomposición blanca, en otros hongos que afectan a los insectos, en plantas y en bacterias.

La dependencia de la descomposición de la lignina, el potencial de los hongos de putrefacción degradadores (White-rot fungi en inglés) para descomponer diversos contaminantes en suelos sin vida y con vida está siendo ampliamente investigada y registrada de manera adecuada. En realidad, son altamente prometedores en su utilización como remediadores biológicos de terrenos contaminados. Los hongos poseen numerosos beneficios que simplifican la investigación sobre el empleo de la biorremediación. Tienen la capacidad de introducirse en suelo contaminado y generar enzimas externas que descomponen las sustancias nocivas. Además, son excelentes acumuladores de metales pesados y contribuyen a la eliminación de contaminantes presentes en el entorno. (Coello, 2012)

Tabla 3
Clasificación de acuerdo a Caracteres Macroscópicos (Hongos)

REINO	DIVISION	SUB DIVISION	CLASE	ORDEN
Fungi (Hongo s)	Eumycot a (Eumicot a)	Basidiomycotin a (Basidiomicotin a)	Hyminomycete s (Himinomicetos) Gasteromycete s (Gasteromiceto s)	Agaricales Aphylophorales (Afilóforales) Tremellales Hymenogasterale s (Himenogasterale s) Lycoperdales Nidulariales Phallales (Falales) Podaxales Tulostomatales

Ascomycotina	Dyscomycetes	Heliales
(ascomicotina)	(Discomicetos)	Pezizales
		Tuberales
		Cordyceps
	Pyrenomycetes	Hypomyces
	(Pirenomicetos)	(Hipomyces)
		Podostroma
		Xylaria
		(Xilaria)
		Daldinia

Nota. En la tabla 3 se muestra categorías que son menos complejas y más sencillas, y pueden utilizarse para categorizar las diversas especies según sus características macroscópicas o micróticas. Macro Naturaleza (2018).

Hongo (pleurotus ostreatus)

Es un hongo que degrada la lignina, celulosa y hemicelulosa mediante las enzimas complejas extracelulares, así mismo también la degradan la lignina con el único objetivo de determinar la inoculación que aumenta la degradación de la fibra significativamente en las estadísticas de los factores del sustrato y el crecimiento con un tiempo de crecimiento mínimo que se utiliza la hemicelulosa para que se degrade, porque este presenta enzimas hidrolíticas y lignolíticas. (Olivera, et al. 2019).

Es un hongo lignito saprófito, que mayormente es conocido como un hongo de ostra, que pertenece a la clase *Basidiomycetes*, orden *Agaricales*, familia *Agaricaceae*. Así mismo son fáciles de encontrar en los suelos húmedas, ya que toleran un rango de temperaturas que son fáciles de adaptables, ya que resisten a las plagas y enfermedades (Varnero, et al., 2010).

Mucho se ha centrado en la capacidad de estos hongos para degradar compuestos no biodegradables, principalmente los de la familia *Phanerochaete*, que incluye el hongo *Pleurotus Ostreatus*. Estos hongos son efectivos porque producen una enzima extracelular llamada lacasa, que cataliza la descomposición de la

lignina, un compuesto aromático. Para catalizar estas poderosas reacciones, las enzimas necesitan peróxido de hidrógeno, que es producido por hongos. (Coello, 2012)

Pleurotus ostreatus es un tipo de hongo de podredumbre blanca que se ha informado que la actividad de las enzimas lacasas depende del organismo y las condiciones de crecimiento. Estas enzimas se han utilizado de manera inmovilizada para eliminar sustancias dañinas de desechos líquidos, desintoxicar compuestos fenólicos y obtener productos de lignocelulosa hidrolizada antes de su uso. (Coello, 2012)

Incubación del Hongo (*pleurotus ostreatus*)

Hay varias formas de abordar esta tarea, incluido el uso de un cuarto oscuro con estantes de madera para almacenar los pasteles y luego transferirlos a un área de producción construida de forma independiente. La misma instalación se puede utilizar para toda el área de cobertura de este proyecto. Durante 20 a 30 días, se debe rodear de nailon de polietileno negro hasta que el micelio cubra completamente las bolsas y se vuelvan blancas. Si esto ocurre, se retira la cubierta de nailon para permitir la entrada de luz, lo que favorece el desarrollo de los cuerpos fructíferos. (Cruz, et al, 2010).

Según Cruz (2010), ellos se formarán cuerpos fructíferos o carpóforos sobre el sustrato, que está cubierto por un micelio blanco del *Pleurotus ostreatus* (fong) que crece. La temperatura requerida por los hongos en esta etapa es de 25 a 30°C. La humedad debe estar entre el 60 y el 70%, no siendo necesario regar el sustrato si la humedad ya está controlada desde el momento del escurrido. Si alguna bolsa parece estar deshidratada o no tiene vapor, se requiere un riego suave con un rociador manual.

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

- **Descomposición:** Es un proceso biológico y química es en la reducción, la putrefacción o separación de dos elementos que lo conforman ya este vivo o muerto. Se pueden diferenciar entre la descomposición abiótica y biótica. (Perez et al., 2023)
- **Guantes:** Los guantes de vinilo están compuestos por cloruro de polivinilo, son útiles como barrera biológica frente a líquidos o fluidos corporales no abrasivos, como la sangre o la saliva. Sin embargo, no se aconseja su uso por ser de menor resistencia.
- **Hongo:** Los hongos son seres vivos eucariotas que no poseen clorofila, por lo que no pueden llevar a cabo la fotosíntesis. En lugar de eso, se alimentan absorbiendo nutrientes, descomponiendo materia orgánica presente en su entorno. Pueden presentarse en diversas formas, desde organismos unicelulares, como las levaduras, hasta formas multicelulares más complejas, como los mohos y las setas. (Clínica Universidad de Navarra, 2023)
- **Mascarilla:** Las mascarillas quirúrgicas están estructurados por polipropileno, evita la liberación de gotas respiratorias, ayudando así a prevenir la propagación de virus a otras personas. Proporciona protección cuando se usa de forma correcta y junto con otras medidas de prevención.
- **Plásticos:** Las bolsas se hacen generalmente con polietileno, un material que proviene de gas natural o petróleo. Este se produce mediante la polimerización del etileno, un subproducto del petróleo. El (CH₂=CH₂) químicamente está estructurado por 02 carbonos y 04 hidrógenos también conocido como C₂H₄ es de los plásticos más populares y utilizados a nivel mundial, principalmente debido a su bajo precio. (El Peruano, 2023)
- **Plástico de un solo uso:** Se refiere a un producto, generalmente de base polimérica, creado para ser utilizado una sola vez y con una vida útil limitada. Su composición o características no favorecen la biodegradabilidad ni su reciclaje, lo que dificulta su valorización. Este tipo

de producto es comúnmente conocido como desechable o descartable. (El Peruano, 2018)

- **Pleurotus ostreatus:** Es un hongo de pudrición blanca o putrefacción, poseen una buena acumulación de metales pesados y biodegradadores o descomponedores de los contaminantes (Coello, 2012)

2.4. HIPÓTESIS

Ho: No tendrá efecto el hongo sobre la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024.

Hi: Tendrá efecto el hongo sobre la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024.

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Descomposición de plástico

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Hongos

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 4
Operacionalización de variables

Variable Dependiente	Dimensión	Indicador	Valor Final	Tipos de variable
Descomposición de plástico	Polietileno			
	Policloruro de vinilo	Peso inicial	% Descomposición	Numérica
	Polipropileno	Peso final		
Variable Independiente	Dimensión	Indicador	Valor Final	Tipos de variable
Hongos	<i>Pleurotus Ostreatus</i>	Tiempo	Semanas	
		Temperatura	°C	Numérica

Nota. En la tabla 4 se muestra la operacionalización de las variables del estudio denominado “Efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024”.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El estudio, según el número de variables analíticas fue **analítico** porque se aprecia la participación de la variable descomposición de plástico y Hongos. Según el número de mediciones de la variable de estudio fue **longitudinal** porque se realiza la medición de la variable al iniciar y después de la intervención con hongos *Pleurotus ostreatus* sobre los diferentes tipos de plásticos. Según la planificación de las mediciones fue **prospectivo** porque se lleva a cabo por el tesista las mediciones de los indicadores de las variables: Descomposición de plástico (el peso inicial y peso final) y Hongos (tiempo, crecimiento y temperatura). Según la intervención del investigador fue con **intervención** porque la manipulación de los diferentes tipos de plásticos se verificó por medio de mediciones previas y después de la intervención de los hongos *Pleurotus ostreatus* en guantes quirúrgico, en las bolsas de un solo uso y mascarillas quirúrgicas. (Supo & Zacarías, 2020)

3.1.1. ENFOQUE

La investigación se considera un enfoque cuantitativo debido a que se hace uso de la estadística para el análisis de los datos del estudio “Efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024”. (Supo & Zacarías, 2020).

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

La investigación fue de nivel explicativo porque posee una hipótesis racional, se evaluó la intervención de *Pleurotus ostreatus* en diferentes proporciones 0.5 g, 1 g y 1.5 g, con Agar Papa dextrosa en diferentes tipos de plásticos como guantes, mascarillas y bolsa de un solo uso (Supo & Zacarías, 2020).

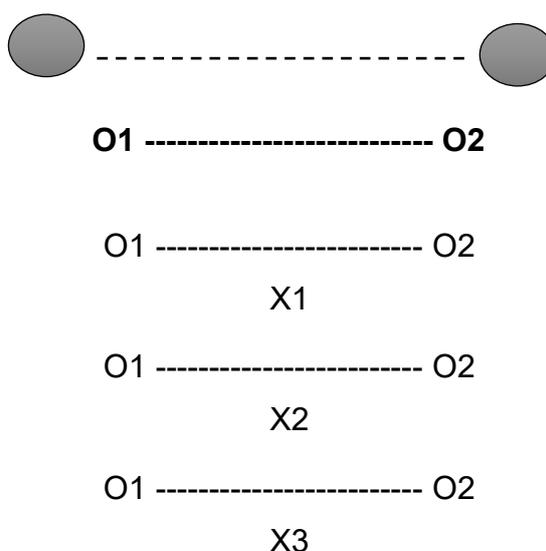
3.1.3. DISEÑO

El diseño del estudio “Efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024” fue analítico, longitudinal, prospectivo y con intervención del investigador (Supo & Zacarías, 2020).

Conforme al enunciado de la investigación se seleccionó el diseño experimental: fue variante de experimento verdadero, se llevó a cabo la recolección de datos al iniciar y al finalizar la observación con la intervención de diferentes tipos de plásticos: plásticos de un solo uso, guantes quirúrgicos y mascarilla quirúrgica.

El esquema a continuación muestra el diseño de estudio:

GE *pleurotus ostreatus*:



Donde:

GEi: Grupo Experimental (*Pleurotus ostreatus*)

O1: Medición inicial

O2: Medición final

X_{1,2 y 3}: Intervención (Tipos de Plásticos)

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1. POBLACIÓN

La población del estudio estuvo comprendida por los diferentes tipos de plásticos; polietileno (bolsas de un solo uso), policloruro de vinilo (guantes quirúrgicos) y polipropileno (mascarillas quirúrgicas).

3.2.2. MUESTRA

La muestra de estudio fue no aleatoria según criterio estuvo comprendido por diferentes tipos de plásticos: plásticos de un solo uso de tipo 2, guantes quirúrgicos de tipo 3 y mascarilla quirúrgica de tipo 5 con dosificaciones de 0.5 ml, 1 ml y 1.5 ml de micelio, se utilizó Agar papa dextrosa como medio de cultivo con 10 muestras por cada uno de las dosis.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Tabla 5
Para la recopilación de datos

Variable	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Dependiente				
Descomposición de plástico	Polietileno	Peso inicial	Observación	Balanza
	Policloruro de vinilo	Peso final		Analítica
	Polipropileno			
Variable	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Independiente				
Hongos	<i>Pleurotus Ostreatus</i>	Tiempo Temperatura	Observación	Protocolo

Nota. En la tabla 5 se muestra técnicas e instrumentos de recolección de datos del estudio denominado “Efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024”.

3.3.1. PROTOCOLO PARA MEDIOS DE CULTIVO

- Agar de Papa Dextrosa (PDA) granulado

Según las instrucciones del laboratorio HiMedia:

- Suspender de 39 gramos en 1000 ml de agua destilada.
- Calentar hasta que hierva para disolver completamente el medio.
- Esterilizar en autoclave a 121 °C durante 15 minutos.
- Enfriar a 45 – 50 °C.
- Mezclar bien antes de verter en tubos o matraces según se desee.

- Agar-Agar en polvo

- Suspender de 17gramos en 1000 ml de agua destilada.
- Calentar hasta que hierva para disolver completamente el medio.
- Esterilizar en autoclave a 121°C durante 15minutos.
- Mezclar bien antes de verter en tubos o matraces según se desee.

3.3.2. PROTOCOLO PARA EL CULTIVO DE HONGOS (*PLEUROTUS OSTREATUS*)

El cultivo de *Pleurotus ostreatus* contiene los siguientes procesos:

1. INOCULO

Para realizar el cultivo de *Pleurotus ostreatus* se compró el micelio en medio líquido.

2. SUSTRATO

El material o sustrato que se utiliza frecuentemente es la pulpa de café, pajas secas de trigo, maíz, cebada, sorgo y aserrín o sustratos con elevado contenido de celulosa, lignina y hemicelulosa (Velasco y Vargas, 2004).

En el estudio, se empleó como sustrato platicos de tipo 2 (bolsa de un uso) el polietileno de alta densidad, de tipo 3 (guantes quirúrgicos) el policloruro de vinilo y de tipo 5 (mascarillas quirúrgicas) el polipropileno.

En el estudio también se empleó agar papa dextrosa que ayudo en el cultivo del hongo P.O.

3. PASTEURIZACIÓN

La esterilización es la técnica más correcta, Velasco y Vargas (2004) indican que se debe realizar a 75 °C con quemadores o mecheros, rejilla y en baño maría con 3/4 partes del contenedor hasta llegar a su punto de ebullición.

En el estudio se empleó el uso de la estufa para esterilizar los materiales y las placas Petri. El uso de autoclave para esterilizar el medio de cultivo a 121°C x 15 min. Para esterilizar el ambiente del laboratorio se utilizó lámparas UV por 1 hora, antes de iniciar la actividad.

4. INCUBACIÓN

Para la incubación de *Pleurotus ostreatus* la temperatura requerida por los hongos es de 25 a 30°C según Cruz (2010). La capacidad de los hongos para sobrevivir en ambientes bajos en nutrientes y a temperatura ambiente prefieren temperaturas entre 10°C y 40°C (Erazo, 2018). En el estudio se empleó la incubación con 28 °C lo cual se encuentra dentro del rango de capacidad de los hongos P.o. durante ocho semanas.

3.3.3. PROTOCOLO DE ANALISIS DE HONGOS (*PLEUROTUS OSTREATUS*)

- **Muestreo (Tipos de plástico)**

Tabla 6
Tres tipos de muestras

N°	MUESTRA	PLASTICO	TIPO	CODIGO
1	Mascarilla quirúrgica	Polipropileno (PP)	Tipo 5	M
2	Guantes quirúrgicos	Policloruro de vinilo (PVC)	Tipo 3	G
3	Plástico de un solo uso	Polietileno de alta densidad (HDPE)	Tipo 2	P

Nota. En la tabla 6 se muestra la codificación, tipo, plástico de mascarilla, guantes y plástico de un solo uso.

- **Equipos necesarios**

- Incubadora
- Balanza analítica
- Higrómetro
- Termómetro
- Microscopio raman

- **Materiales necesarios**

- Placas petri de 10 mm x 15mm
- Bolsa de un solo uso
- Guantes quirúrgicos
- Mascarilla quirúrgica

- **EPP_(s)**

- Cubre zapatos
- Gorro quirúrgico
- Mascarilla
- Guantes

- **Percepción microscópica**

Finalmente, se empleó un microscopio raman para la visualización de las muestras con plástico de un solo uso, guantes quirúrgicos y mascarilla quirúrgica usando el objetivo de 10x.

3.3.4. PROTOCOLO DE EJECUCIÓN

- **Materiales**

- Franela

- Detergente
- Agua
- Alcohol de 70°
- Alcohol isopropílico
- Vaso precipitado
- Matraz Erlenmeyer
- Probetas
- Placas Petri
- Papel graf
- Agua destilada
- Capsula de magneto
- Jarras
- **Equipos**
 - Estufa
 - Agitador magnético
 - Balanza analítica
 - Cabina de bioseguridad
 - Autoclave
 - Refrigeradora
 - Incubadora
 - Contador de colonias

- **Medio de Cultivo**

- Agar agar
- Agar Papa Dextrosa

3.3.5. PASOS PREVIOS

- **Verificación de hongos *Pleurotus ostreatus***

- **Paso 1: Desinfección del ambiente (Lab. Microbiología)**

- Pasar la superficie con franela, detergente y agua.
- Pasar la superficie con alcohol de 70°.
- Pasar con alcohol isopropílico.

- **Paso 2: Esterilización de materiales**

- Lavar los materiales con detergente (vaso precipitado, matraz Erlenmeyer, placas Petri, probeta).
- Se coloca en la estufa los materiales a una temperatura de 90-96 por 1 hora.

- **Paso 3: Pesado de agar y medición de volumen**

- 3.9 g de Agar Papa Dextrosa (PDA) con una balanza analítica.
- 100 ml de agua destilada medir en una probeta.

- **Paso 4: Dilución de PDA**

- Colocar en el matraz Erlenmeyer el PDA sólido.
- Agregar agua destilada.
- Introducir el magneto al matraz Erlenmeyer.
- Prender el agitador magnético hasta su dilución.

- **Paso 5: Autoclavar 121 °C x 15 min**

- Se ingresa 2 jarras de 2000 ml de agua, debe sobrepasar la rejilla de la base de la autoclave para el matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- Se abre despacio para que salga el vapor luego la tapa y se saca el matraz Erlenmeyer.

- **Paso 6: Cultivar en cabina bioseguridad**

- En las placas Petri se colocan 20 ml aprox. del caldo de cultivo y se cierran las placas.
- Se mantiene en la cabina por 10 min. para solidificar.
- En la refrigeradora se coloca las placas Petri de 10-15 min. Para mayor solidificación.

- **Paso 7: Incubar**

- A 28 °C por 2 días.

- **Paso 8: Contador de colonias**

- Se observo colonias de *Pleurotus ostreatus*.

3.3.6. PASOS DE EJECUCIÓN

- **Verificación de la contaminación del ambiente**

- **Paso 1: Limpieza y desinfección del ambiente (Lab. Biología)**

- Los equipos y mesas de trabajo pasar con franela, detergente, alcohol de 70° y alcohol isopropílico.
- Trapear el piso con lejía.
- Finalmente, con lampara UV una en cada esquina del laboratorio por 60 min (1hora).

- **Paso 2: Esterilización de materiales**

- Lavar los materiales con detergente (vaso precipitado, matraz Erlenmeyer, placas Petri, probeta).
- Se coloca en la estufa los materiales a una temperatura de 90-96 por 1 hora.

- **Paso 3: Preparación de agua destilada**

- Subir la palanca.
- Abrir la llave del agua
- Prender el destilador por 2 horas aprox.

- **Paso 4: Preparar medio de cultivo agar-agar**

- Esterilizar con UV laboratorio de microbiología especializada por 1 hora.
- En la cabina UV se coloca el medio de cultivo agar-agar
- Se pesa 2.55 g de agar-agar en la balanza analítica.
- Se coloca 2.55 g de agar-agar en 150 ml de agua destilada en el matraz Erlenmeyer de 250 ml.
- Se introduce el magneto al matraz.
- Prender el agitador magnético hasta su dilución.
- Autoclavar 121 °C x 15 min.

- **Paso 5: Verificar la contaminación del ambiente**

- Se prendió la lampara Uv para el ambiente del laboratorio de biología por 1 hora.
- Se calentó en horno microondas el medio de cultivo por 110 min. para evitar el derrame del agar-agar dentro del equipo.

- En 6 placas estériles se plaqueó 10 ml aprox. de agar-agar.
- Esperar la solidificación.
- Pasar con un isopo por la superficie de la mesa de trabajo y luego semiabrir la placa petri y pasar el isopo usando la técnica de estría simple.
- Abrir la placa Petri luego cerrarla.
- Esperar 24 horas.

Después de observar que en las placas Petri no existe ninguna contaminación, se procede con el siguiente paso.

- **Incubación de Pleurotus Ostreatus**

- **Paso 1: Esterilización de materiales**

- Lavar los materiales con detergente (vaso precipitado, matraz Erlenmeyer, placas Petri, probeta).
- Se coloca en la estufa los materiales a una temperatura de 90-96 por 1 hora.

- **Paso 2: Preparación de agua destilada**

- Subir la palanca
- Abrir la llave del agua
- Prender el destilador por 2horas aprox.

- **Paso 3: Preparación el medio de cultivo**

- Se prepara agua destilada.
- Pesar PDA
- Agitador magnético

- Autoclavamos
- **Paso 4: Cultivar en cabina bioseguridad biológica**
 - En las placas Petri se colocan 20 ml aprox. del caldo de cultivo y se cierran las placas.
 - Se mantiene en la cabina por 10 min. para solidificar.
 - Agregamos *Pleurotus ostreatus* según las dosis correspondientes a cada placa.
- **Paso 5: Incubamos**
 - Programamos la temperatura 28 °C durante 24 horas.
- **Paso 6: Agregamos el Plástico**
 - Dentro de la cabina de bioseguridad biológica se agregó el plástico de tipo 5(mascarilla), plástico de tipo 3(guantes) y el plástico de tipo 2 (plástico de un solo uso).
- **Paso 7: Incubamos**
 - Programamos la temperatura 28 °C durante ocho semanas.

3.3.7. PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS

Se empleo la técnica de experimentación y observación para el estudio de investigación “Efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024”. Los datos se registraron en un cuaderno de campo.

Las fichas de evaluación, fue el instrumento de recolección de datos realizadas en cada proceso del estudio.

3.3.8. PARA LA PRESENTACIÓN DE DATOS

Para la presentación de datos de las mediciones realizadas en el laboratorio de la UNHEVAL se utilizaron gráficos y tablas. Estos recursos

facilitarán la interpretación de los resultados y serán fundamentales para la discusión y conclusión del estudio.

3.3.9. PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Para los análisis, se utilizó Office como Excel 2021 en el que se elaboraron tablas necesarias. El programa facilitó la comparación y el análisis de las mediciones realizadas en el laboratorio de la UNHEVAL, permitiendo también contrastar las hipótesis planteadas mediante Anova con una probabilidad de menor de 0.05.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

Tabla 7

Resumen de mascarilla (plástico tipo 5) con dosificaciones (0.5 ml, 1 ml, 1.5 ml) de P.o.

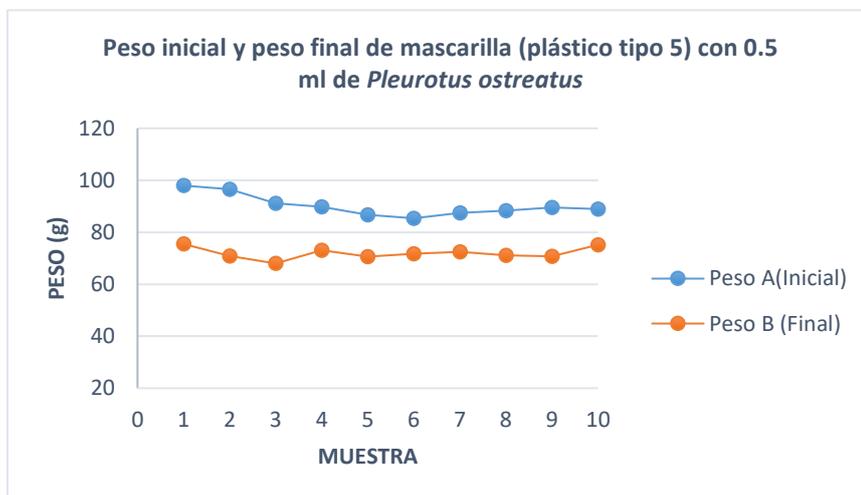
Dosis (ml)	Muestra	Tiempo (Semana)	Suma (g)	Promedio (g)	Varianza	PA (g)	PB (g)
0.5	M1	8	684.0000	85.5000	39.2914	97.9804	75.5000
	M2	8	626.7000	78.3375	24.5627	96.5118	70.9000
	M3	8	595.0000	74.3750	27.4850	91.0994	68.0000
	M4	8	643.9000	80.4875	31.3241	89.8352	73.1000
	M5	8	591.8000	73.9750	13.2936	86.6902	70.6000
	M6	8	624.7000	78.0875	26.1670	85.3881	71.7000
	M7	8	636.1800	79.5225	36.3046	87.5000	72.5000
	M8	8	628.9000	78.6125	39.6041	88.3579	71.1000
	M9	8	581.6000	72.7000	6.4000	89.5673	70.7000
	M10	8	653.7000	81.7125	30.6327	89.0000	75.2000
1	M1	8	686.7000	85.8375	38.0770	96.3485	76.6000
	M2	8	640.6000	80.0750	23.1193	88.3188	73.7000
	M3	8	594.4000	74.3000	18.1371	82.3942	68.4000
	M4	8	679.6000	84.9500	29.8657	93.8064	77.2000
	M5	8	645.2000	80.6500	22.3257	98.0364	74.3000
	M6	8	643.7000	80.4625	32.5484	90.1201	73.4000
	M7	8	623.4000	77.9250	26.6336	87.3205	71.1000
	M8	8	632.6000	79.0750	69.7993	94.1874	71.6000
	M9	8	686.9000	85.8625	29.6741	95.3110	78.5000
	M10	8	618.8000	77.3500	24.9257	87.1644	71.2000

1.5	M1	8	673.1000	84.1375	50.1370	96.5296	75.4000
	M2	8	629.5000	78.6875	13.0241	86.0857	75.0000
	M3	8	610.4000	76.3000	23.8171	85.1733	70.9000
	M4	8	652.8000	81.6000	17.1514	89.2541	77.2000
	M5	8	647.8000	80.9750	27.1650	90.1207	74.0000
	M6	8	638.3000	79.7875	42.2213	91.2867	71.5000
	M7	8	674.1000	84.2625	52.5313	96.3614	73.6000
	M8	8	638.3000	79.7875	24.7270	88.4290	73.5000
	M9	8	615.4000	76.9250	28.9307	86.8827	70.1000
	M10	8	606.8000	75.8500	30.9971	85.9493	68.9000

Nota. En la tabla 7 se muestra el peso promedio de las 10 muestras (PDA+P.o.+mascarilla) con dosificaciones de 0.5 ml, 1 ml y 1.5 ml, con un conteo de 8 semanas. *PDA = Agar Papa Dextrosa, *P.o = Pleurotus ostreatus, *PA = Peso inicial, *PB = Peso final.

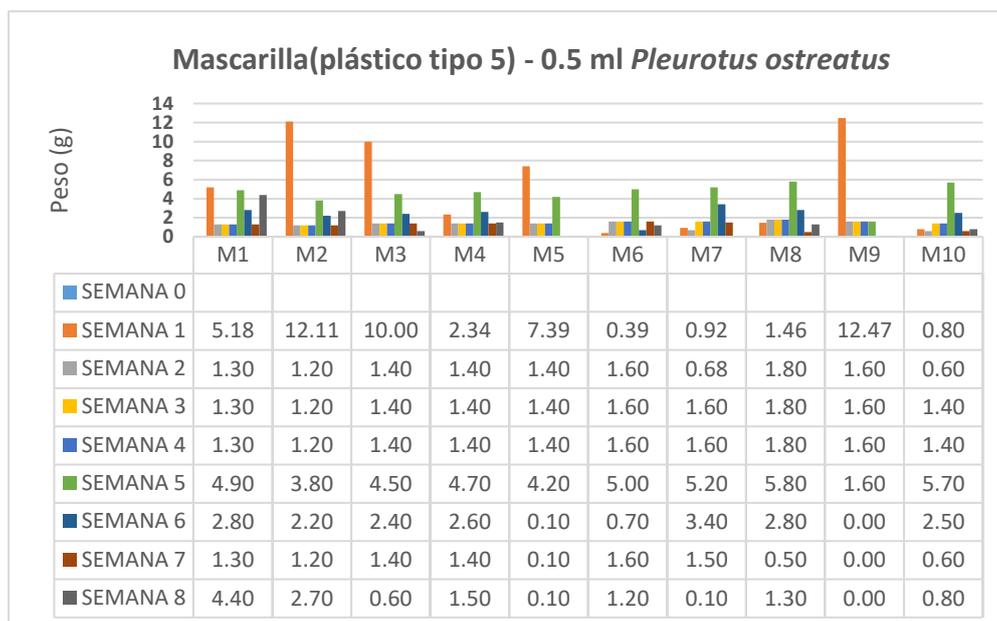
Figura 9

Peso inicial y peso final de mascarilla (plástico tipo 5) con 0.5 ml de P.o



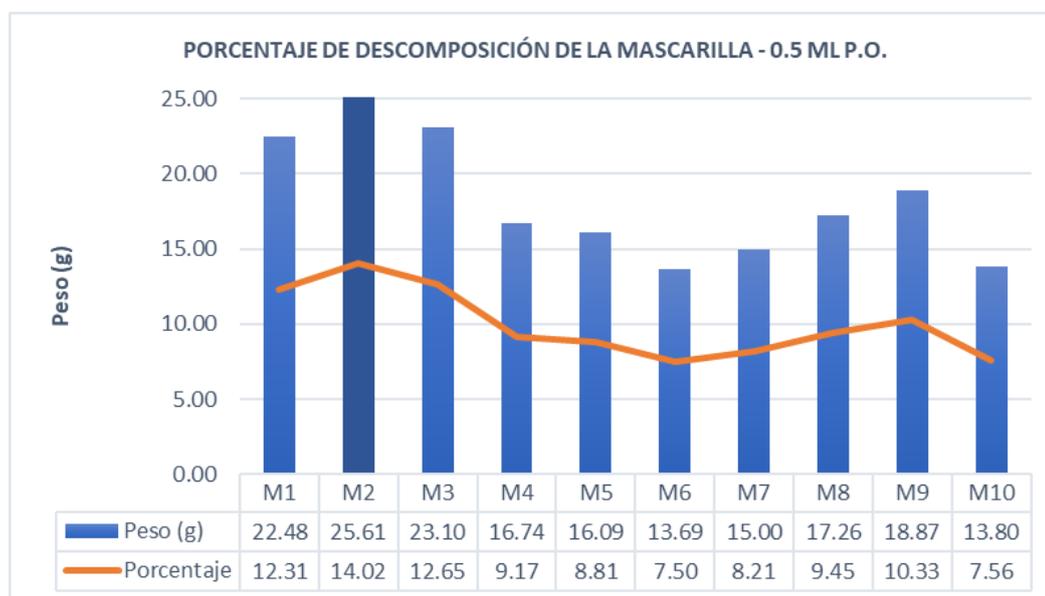
Nota. En la figura 9 se muestra la diferencia de pesos antes y después del experimento.

Figura 10
Diferencia de peso (g) de mascarilla con 0.5 ml de *Pleurotus Ostreatus*



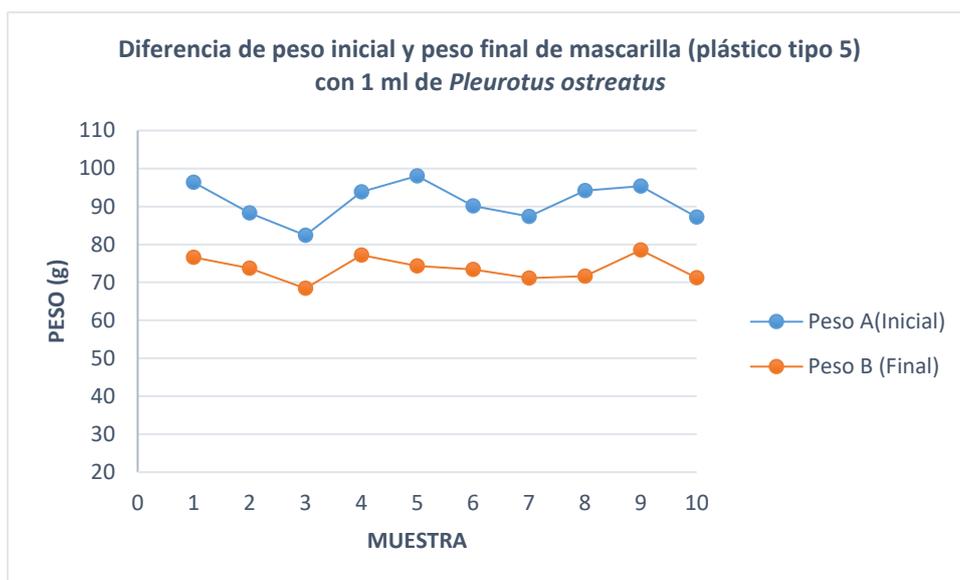
Nota. En la figura 10 se visualizan las muestras M1, M2, M3, M5 y M9 con mayor reducción de peso en la primera semana. En las muestras M4, M6, M7, M8 y M10 se observan mayor reducción de pesos en la quinta semana.

Figura 11
Porcentaje de descomposición de mascarilla (plástico tipo 5) con 0.5 ml de *Pleurotus ostreatus*



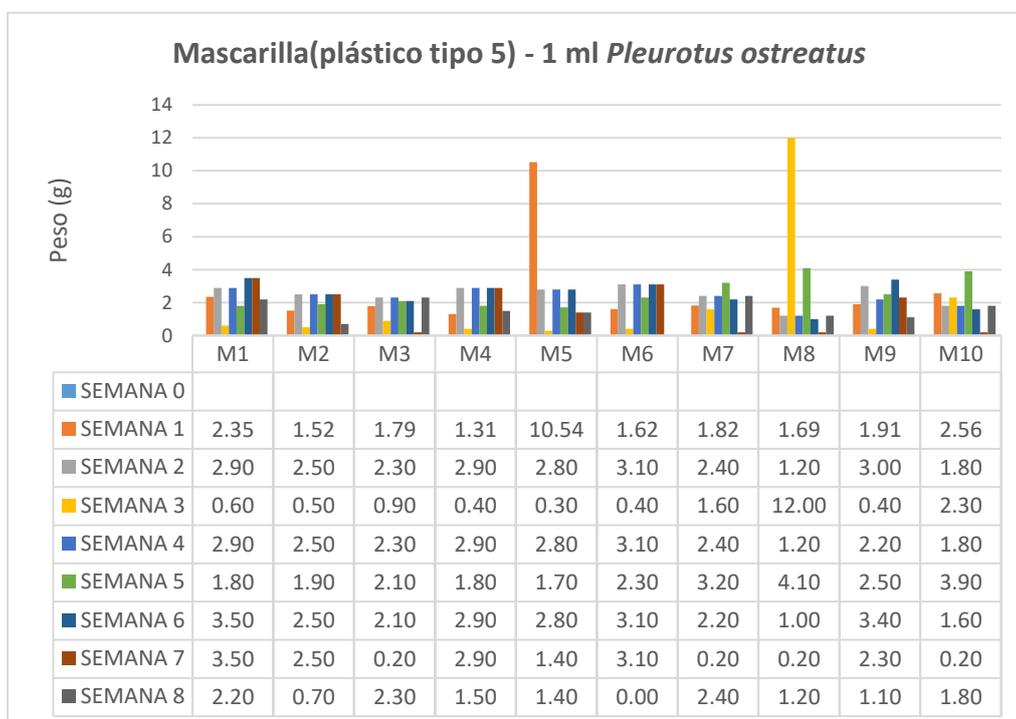
Nota. En la figura 11 se visualiza a la muestra M2 indicando el 14.02% (25.61 g) de descomposición con un conteo de 8 semanas.

Figura 12
 Peso inicial y peso final de mascarilla (plástico tipo 5) con 1 ml de *Pleurotus ostreatus*



Nota. En la figura 12 se muestra la diferencia de pesos antes y después del experimento.

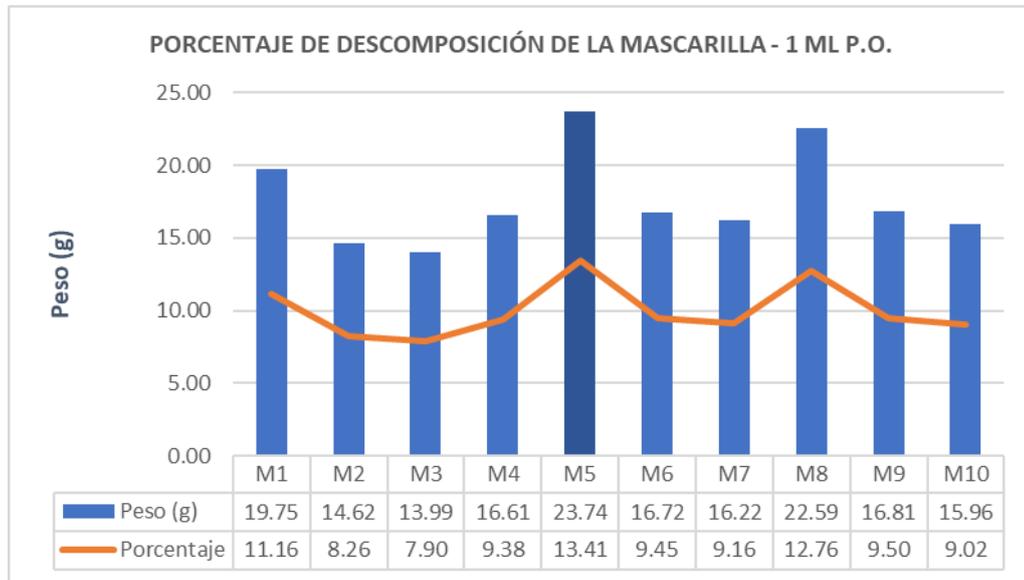
Figura 13
 Diferencia de peso (g) de mascarilla con 1 ml de *Pleurotus Ostreatus*



Nota. En la figura 13 se visualiza la muestra M5 mayor reducción de peso en la primera semana. En la muestra M8 se observa mayor reducción de pesos en la tercera semana.

Figura 14

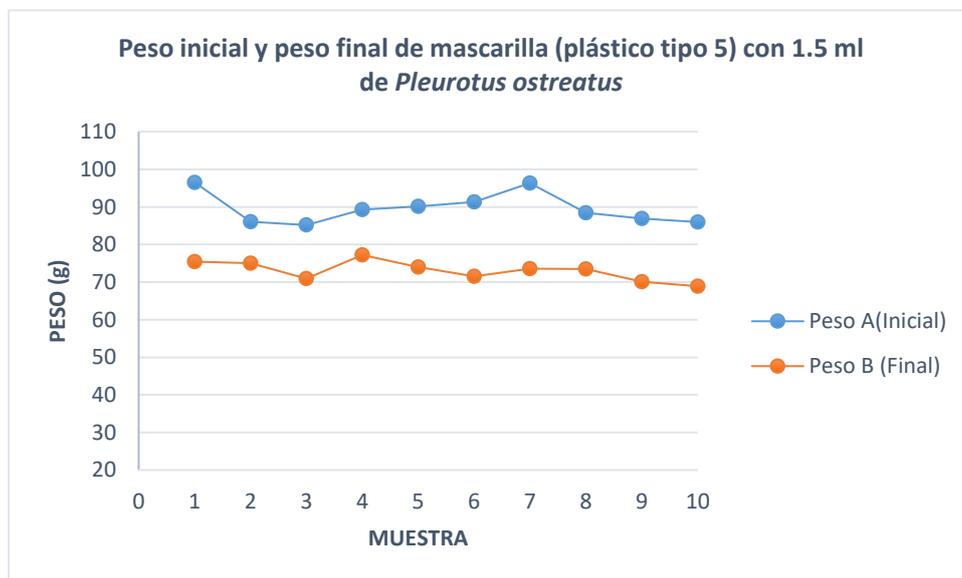
Porcentaje de descomposición de mascarilla (plástico tipo 5) con 1 ml de *Pleurotus ostreatus*



Nota. En la figura 14 se visualiza la muestra M5 indicando el 13.41% (23.74 g) de descomposición con un conteo de 8 semanas.

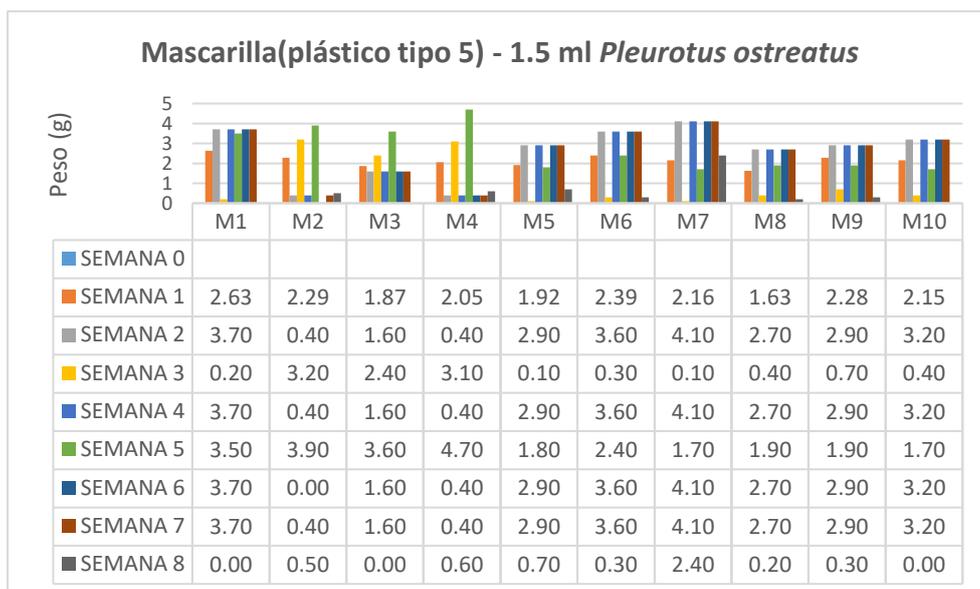
Figura 15

Peso inicial y peso final de mascarilla (plástico tipo 5) con 1.5 ml de *Pleurotus ostreatus*



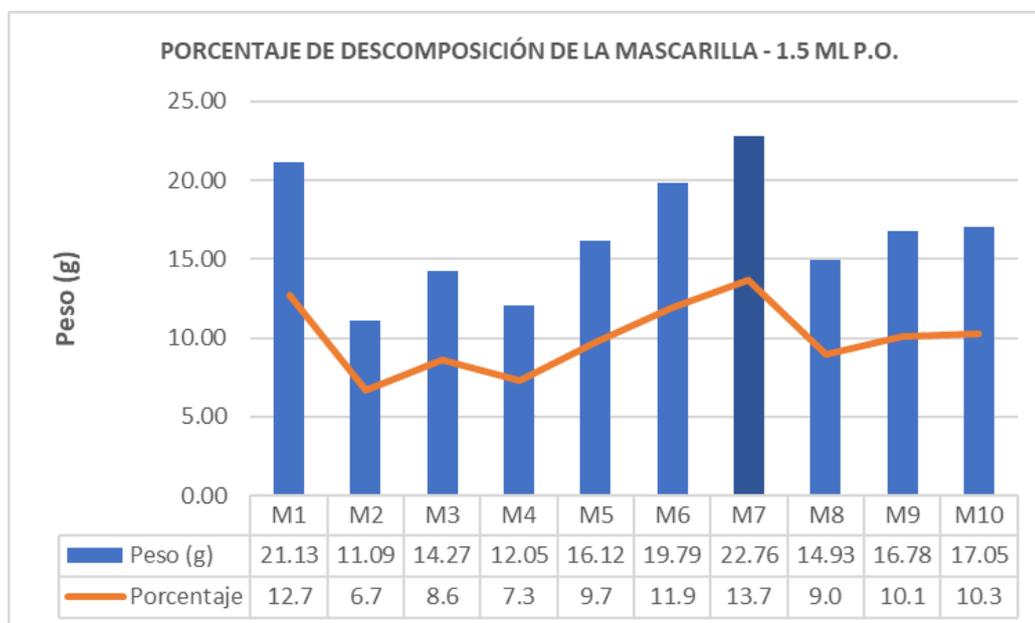
Nota. En la figura 15 se muestra la diferencia de pesos antes y después del experimento.

Figura 16
Diferencia de peso (g) de Mascarilla con 1.5 ml de *Pleurotus Ostreatus*



Nota. En la figura 16 se visualiza en las muestras M1, M5, M6, M7, M8, M9 y M10 mayor reducción de peso en la segunda, cuarta, sexta y séptima semana. Las muestras M2, M3 y M4 se observaron mayor reducción de peso en la quinta semana.

Figura 17
Porcentaje de descomposición de mascarilla (plástico tipo 5) con 1.5 ml de *Pleurotus ostreatus*



Nota. En la figura 17 se visualiza la muestra M7 indicando el 13.7% (22.76 g) de descomposición con un conteo de 8 semanas.

Tabla 8

Resumen de guantes (plástico tipo 3) con dosificaciones (0.5 ml, 1 ml, 1.5 ml) de P.o.

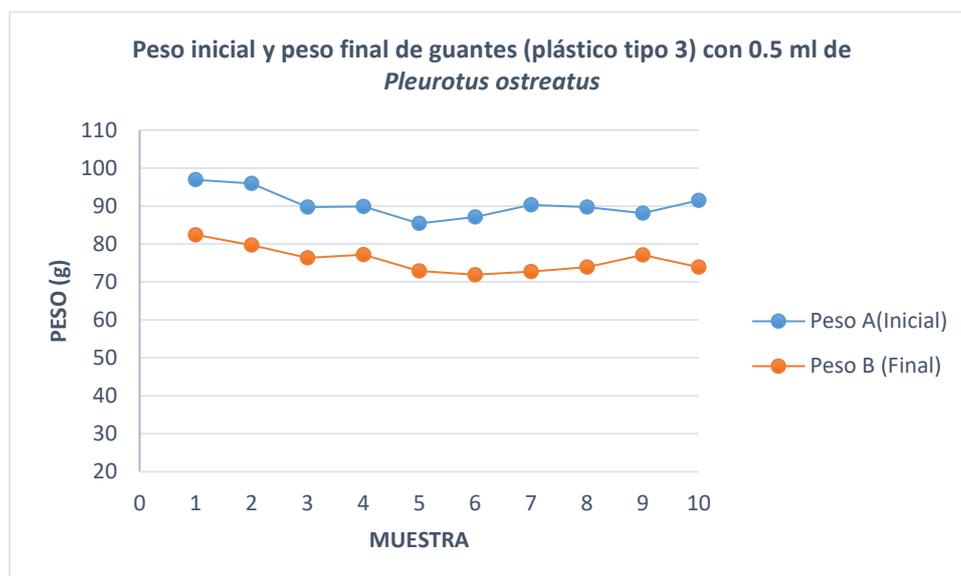
Dosis (ml)	Muestra	Tiempo (Semana)	Suma (g)	Promedio (g)	Varianza	PA (g)	PB (g)
0.5	G1	8	723.2000	90.4000	26.5371	96.9034	82.4000
	G2	8	706.7000	88.3375	30.7655	95.9228	79.7000
	G3	8	662.4000	82.8000	23.8886	89.6944	76.3000
	G4	8	656.9000	82.1125	19.3041	89.8747	77.2000
	G5	8	619.5000	77.4375	24.5627	85.4000	72.9000
	G6	8	620.8000	77.6000	20.3943	87.1057	71.9000
	G7	8	627.1000	78.3875	21.0241	90.2566	72.7000
	G8	8	632.9000	79.1125	25.1841	89.6736	73.9000
	G9	8	645.9000	80.7375	20.7684	88.1000	77.1000
	G10	8	632.6000	79.0750	23.4393	91.5012	73.9000
1	G1	8	648.2686	81.0336	28.6506	90.6219	73.0000
	G2	8	652.4726	81.5591	22.7442	89.5379	74.6000
	G3	8	648.5666	81.0708	29.1105	89.4889	72.8000
	G4	8	811.9694	101.4962	23.8076	109.1551	94.1000
	G5	8	611.7116	76.4640	9.0487	82.3314	73.4000
	G6	8	697.9624	87.2453	19.4422	94.0896	80.7000
	G7	8	667.1706	83.3963	19.4082	90.5049	76.5000
	G8	8	634.6888	79.3361	21.4951	86.5352	72.4000
	G9	8	597.1340	74.6418	13.8770	82.0110	70.6000
	G10	8	603.4108	75.4264	3.6441	80.2724	74.0000
1.5	G1	8	686.9530	85.8691	26.7169	94.2735	77.5000
	G2	8	618.3614	77.2952	14.4869	84.8693	73.4000
	G3	8	685.1854	85.6482	25.2659	93.4146	77.9000
	G4	8	693.7496	86.7187	26.8394	94.6752	78.9000

G5	8	619.1750	77.3969	20.0554	84.9125	71.3000
G6	8	621.1906	77.6488	14.3654	85.2047	73.7000
G7	8	647.2641	80.9080	24.1268	89.0453	74.8000
G8	8	643.9649	80.4956	20.9214	87.9117	74.0000
G9	8	593.7636	74.2205	9.1523	80.6182	71.4000
G10	8	623.8640	77.9830	20.7218	86.4180	73.3000

Nota. En la tabla 8 se muestra el peso promedio de las 10 muestras (PDA+P.o.+mascarilla) con dosificaciones de 0.5 ml, 1 ml y 1.5 ml, con un conteo de 8 semanas. *PDA = Agar Papa Dextrosa, *P.o = *Pleurotus ostreatus*, *PA = Peso inicial, *PB = Peso final.

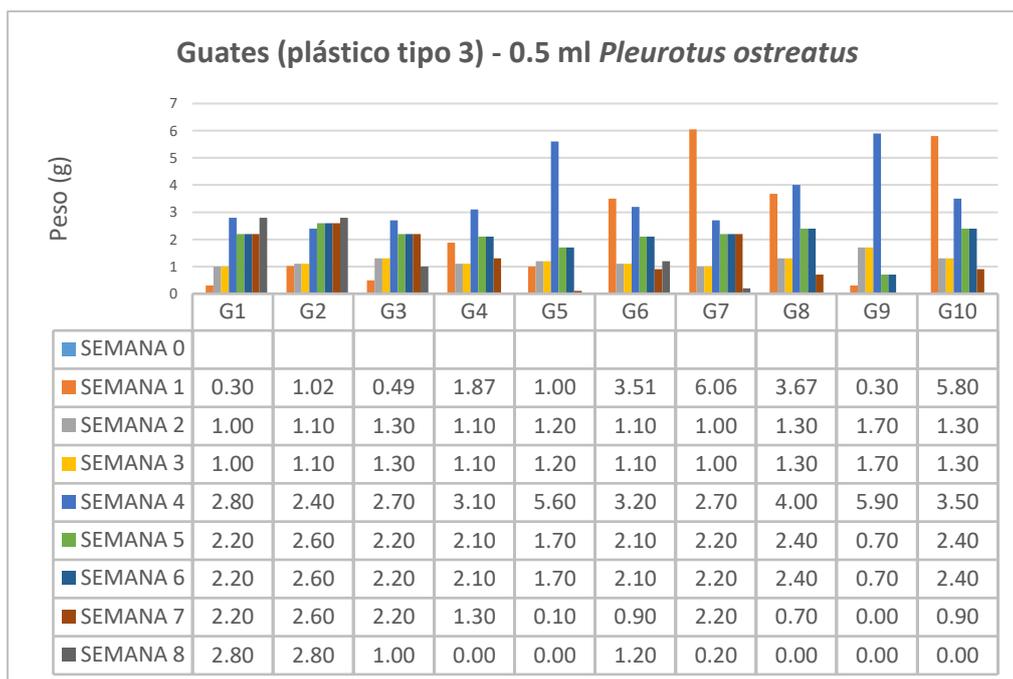
Figura 18

*Peso inicial y peso final de guantes (plástico tipo 3) con 0.5 ml de *Pleurotus ostreatus**



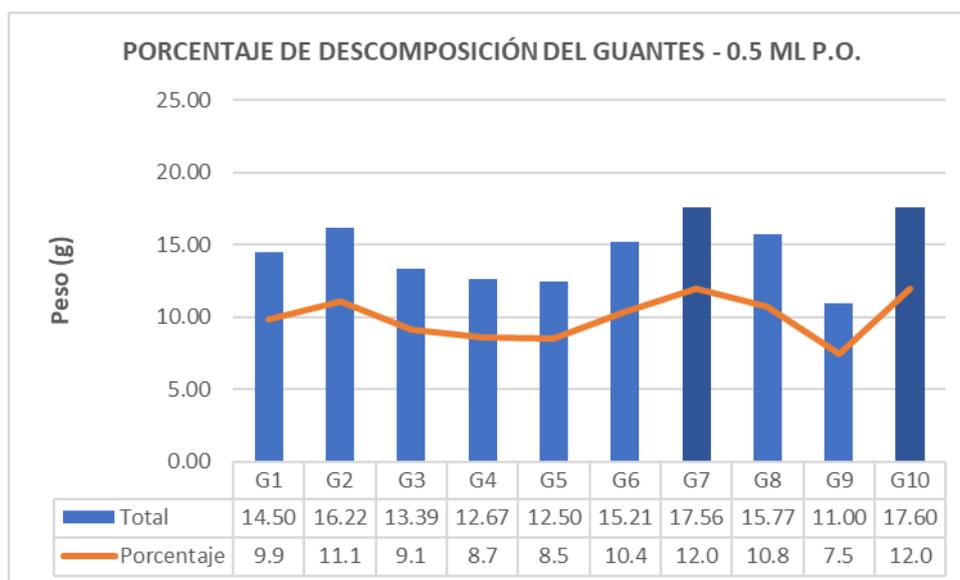
Nota. En la figura 18 se muestra la diferencia de pesos antes y después del experimento.

Figura 19
Diferencia de peso (g) de guantes con 0.5 ml de *Pleurotus Ostreatus*



Nota. En la figura 19 se visualiza la muestra G1 mayor reducción de peso en la primera y octava semana, la muestra G2 en la octava semana, las muestras G3, G4, G5, G8 y G9 en la cuarta semana. En las muestras G6, G7, y G10 se observa mayor reducción de pesos en la primera semana.

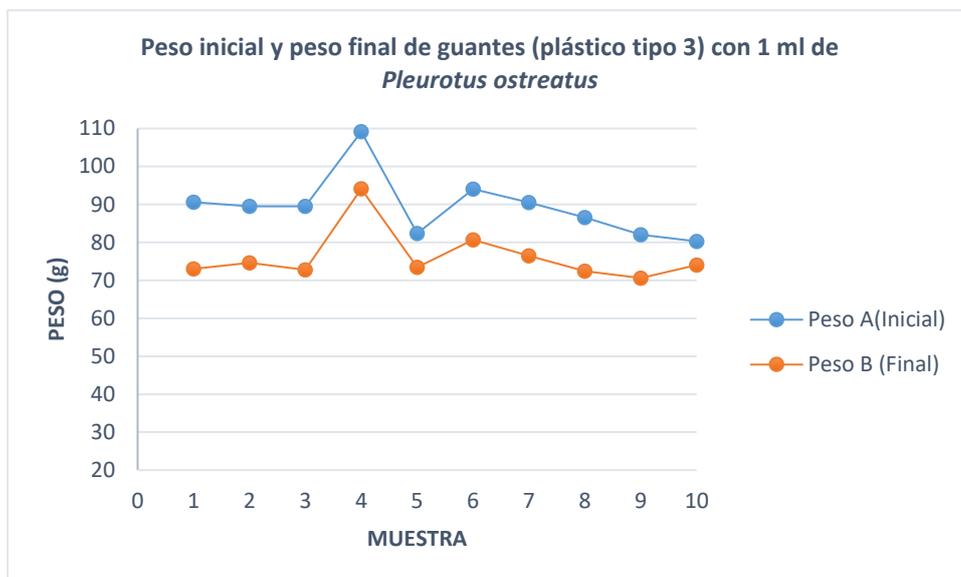
Figura 20
Porcentaje de descomposición de guantes (plástico tipo 3) con 0.5 ml de *Pleurotus ostreatus*



Nota. En la figura 20 se visualizan las muestras G7 y G10 indicando el 12% (17.56 y 17.60 g) de descomposición con un conteo de 8 semanas.

Figura 21

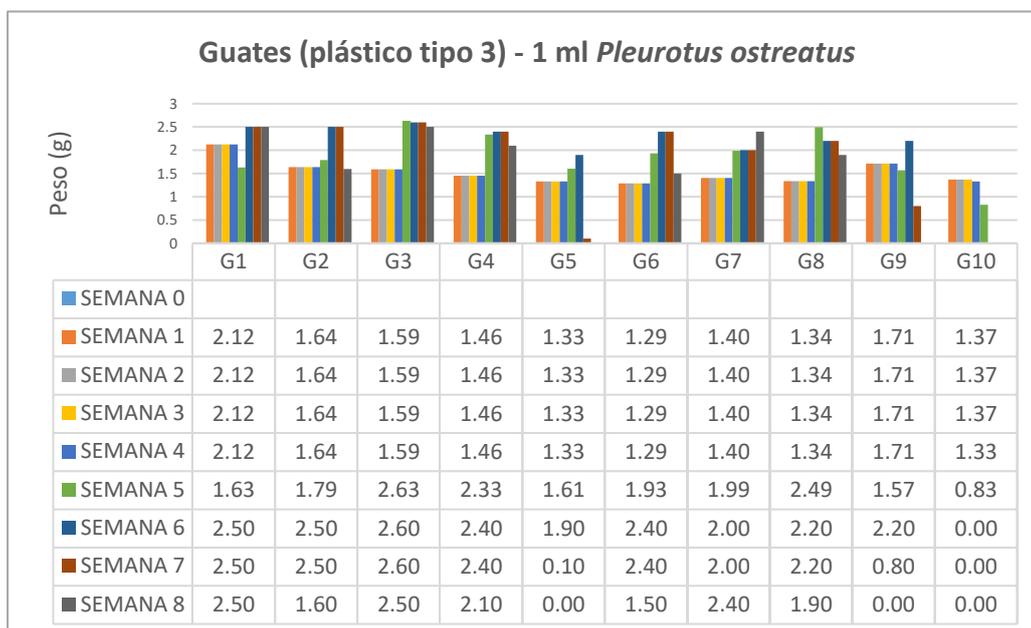
Peso inicial y peso final de guantes (plástico tipo 3) con 1 ml de Pleurotus ostreatus



Nota. En la figura 21 se muestra la diferencia de pesos antes y después del experimento.

Figura 22

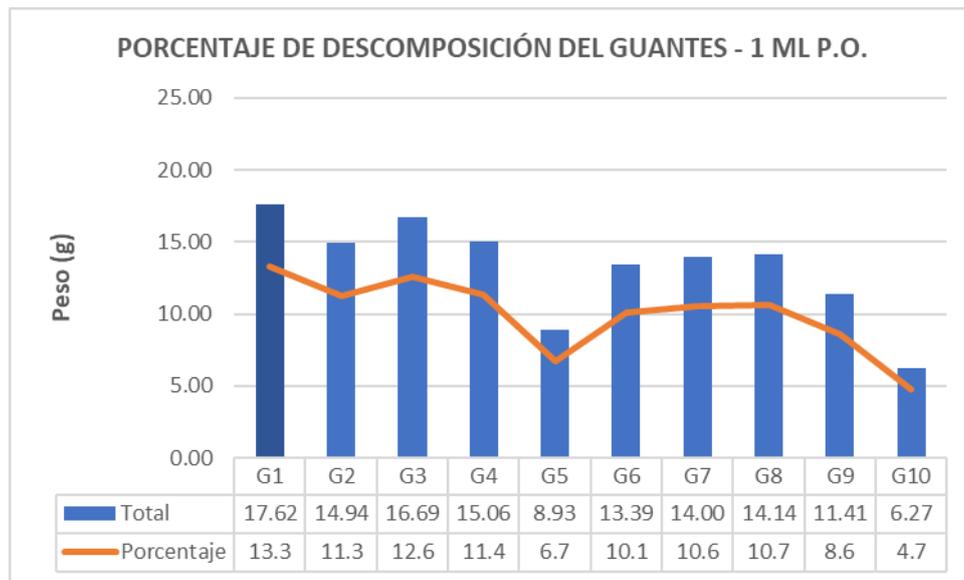
Diferencia de peso (g) de guantes con 1 ml de Pleurotus Ostreatus



Nota. En la figura 22 se visualiza la muestra G1 mayor reducción de peso en la sexta, séptima y octava semana, la muestra G2, G3, G4, y G6 mayor reducción de peso en la sexta y séptima semana, la muestra G5 en la sexta semana, la muestra G7 en la octava semana, la muestra G8 en la quinta semana, G9 en la sexta semana. La muestra G10 en las tres primeras semanas.

Figura 23

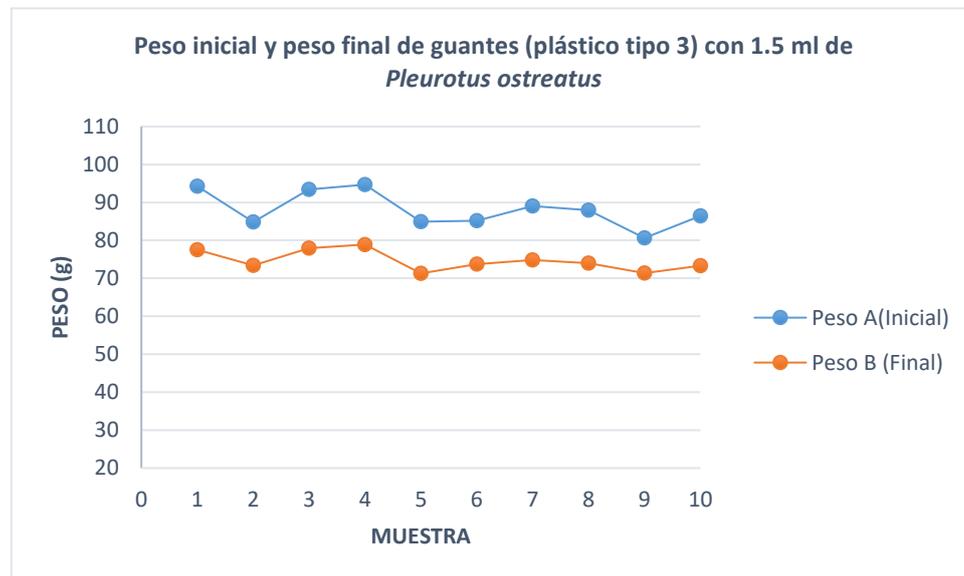
Porcentaje de descomposición de guantes (plástico tipo 3) con 1 ml de *Pleurotus ostreatus*



Nota. En la figura 23 se visualiza la muestra G1 indicando el 13.3% (17.62 g) de descomposición con un conteo de 8 semanas.

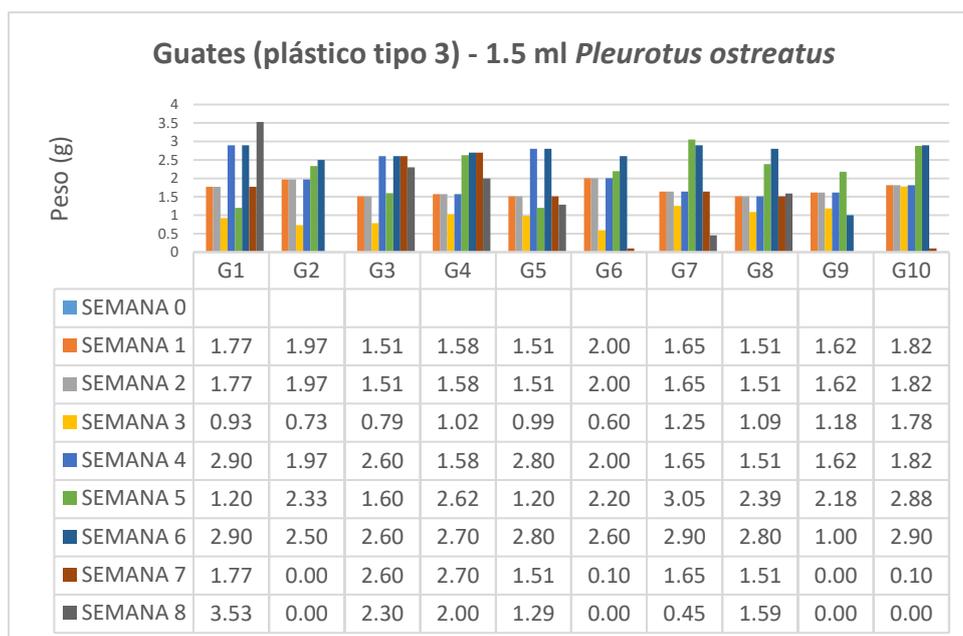
Figura 24

Peso inicial y peso final de guantes (plástico tipo 3) con 1.5 ml de *Pleurotus ostreatus*



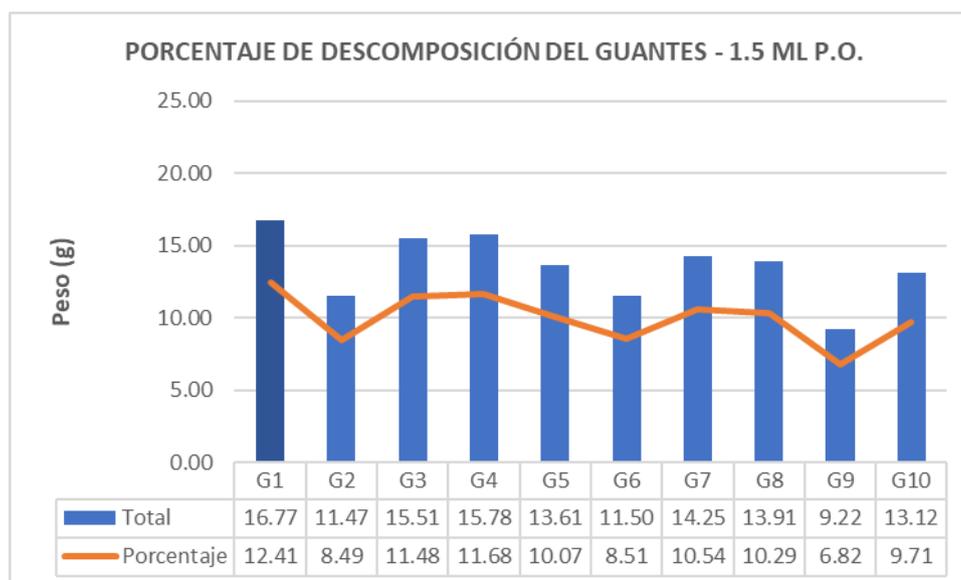
Nota. En la figura 24 se muestra la diferencia de pesos antes y después del experimento.

Figura 25
Diferencia de peso (g) de guantes con 1.5 ml de *Pleurotus Ostreatus*



Nota. En la figura 25 se visualiza la muestra G1 mayor reducción de peso en la octava semana, las muestras G2, G4, G6, G8 y G10 en la sexta semana, la muestra G3 en la cuarta, sexta y séptima semana, la muestra G5 en la cuarta y sexta semana. La muestra G7 y G9 se observa mayor reducción de pesos en la quinta semana.

Figura 26
Porcentaje de descomposición de guantes (plástico tipo 3) con 1.5 ml de *Pleurotus ostreatus*



Nota. En la figura 26 se visualiza la muestra G1 indicando el 12.41% (16.77 g) de descomposición con un conteo de 8 semanas.

Tabla 9
Resumen de mascarilla (plástico tipo 5) con dosificaciones (0.5 ml, 1 ml, 1.5 ml) de P.o.

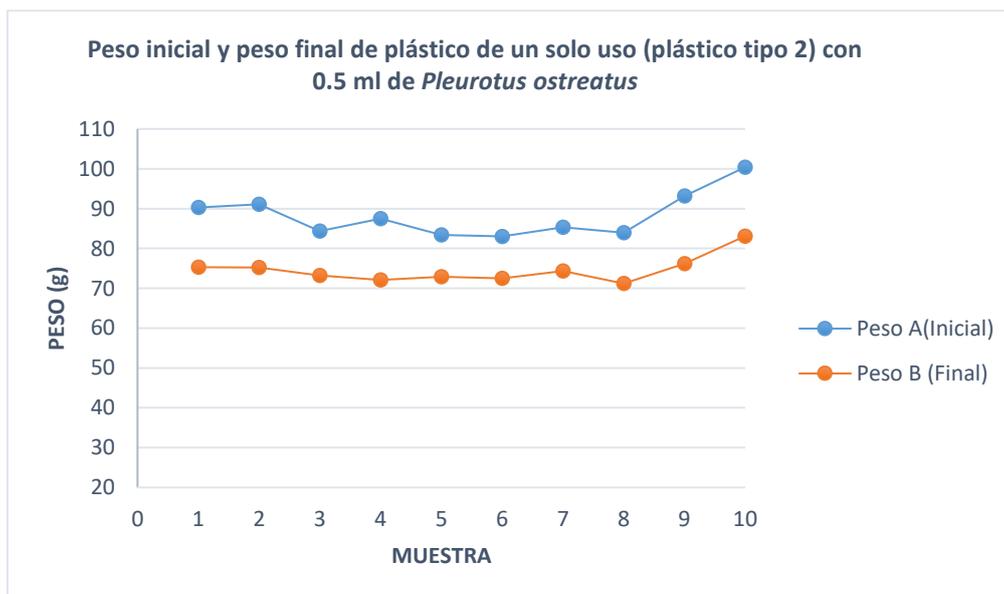
Dosis (ml)	Muestra	Tiempo (Semana)	Suma (g)	Promedio (g)	Varianza	PA (g)	PB (g)
0.5	P1	8	659.4000	82.4250	22.3707	90.2807	75.3000
	P2	8	655.1000	81.8875	28.4413	91.1192	75.2000
	P3	8	612.6000	76.5750	15.0764	84.3635	73.2000
	P4	8	623.0000	77.8750	29.1850	87.5099	72.1000
	P5	8	605.7000	75.7125	13.1613	83.4316	72.9000
	P6	8	605.5000	75.6875	12.6670	83.0297	72.5000
	P7	8	623.0000	77.8750	13.6793	85.3079	74.3000
	P8	8	605.6000	75.7000	18.0629	83.9434	71.2000
	P9	8	674.7000	84.3375	30.8055	93.1782	76.2000
	P10	8	731.7000	91.4625	30.8741	100.4126	83.1000
1	P1	8	590.6000	73.8250	12.0079	82.0850	71.1000
	P2	8	639.3000	79.9125	21.9727	87.9896	72.9000
	P3	8	624.6152	78.0769	27.6477	85.9000	71.2000
	P4	8	677.6000	84.7000	25.4971	93.5533	77.2000
	P5	8	619.7000	77.4625	20.3941	95.9067	72.2000
	P6	8	629.3000	78.6625	20.9684	86.9854	72.9000
	P7	8	728.0000	91.0000	22.6029	99.0878	83.5000
	P8	8	588.4000	73.5500	3.6657	78.7129	72.1000
	P9	8	607.9700	75.9963	16.6052	83.5885	70.6000
	P10	8	713.3000	89.1625	20.7027	97.2043	82.4000

1.5	P1	8	658.2260	82.2783	18.4023	89.3370	75.9000
	P2	8	607.4200	75.9275	13.4432	82.5800	71.4000
	P3	8	719.7420	89.9678	31.8951	98.8790	82.7000
	P4	8	735.0689	91.8836	28.2686	100.2437	83.7000
	P5	8	702.6730	87.8341	24.3028	96.1090	81.6000
	P6	8	681.3218	85.1652	19.9338	91.9391	78.3000
	P7	8	664.2683	83.0335	21.2384	91.1439	77.2000
	P8	8	603.7256	75.4657	13.4787	82.5372	71.5000
	P9	8	731.1406	91.3926	27.6262	99.7297	82.8000
	P10	8	658.2260	82.2783	18.4023	MC	MC

Nota. En la tabla 9 se muestra el peso promedio de las 10 muestras (PDA+P.o.+mascarilla) con dosificaciones de 0.5 ml, 1 ml y 1.5 ml, con un conteo de 8 semanas. *PDA = Agar Papa Dextrosa, *P.o = *Pleurotus ostreatus*, *PA = Peso inicial, *PB = Peso final, *MC = Muestra contaminada.

Figura 27

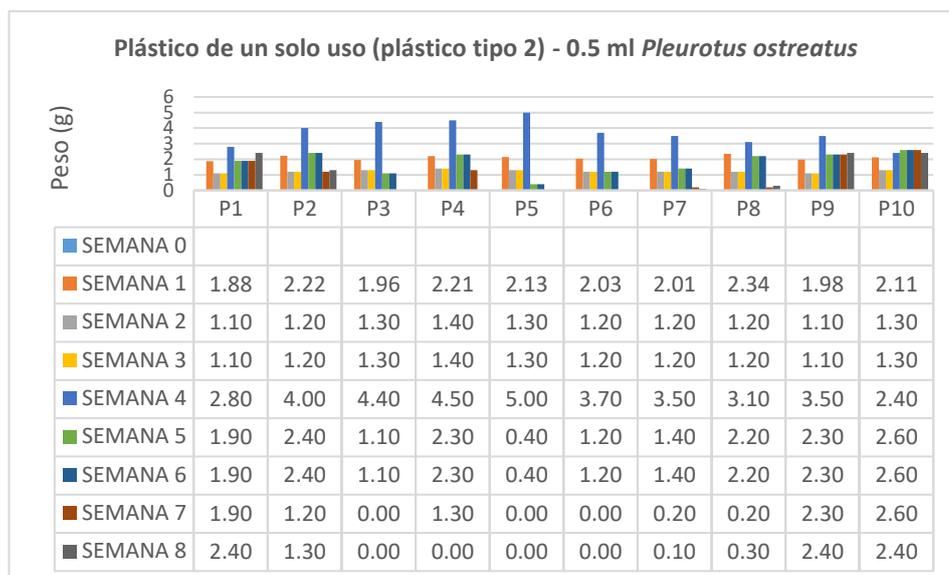
*Peso inicial y peso final de plástico de un solo uso (plástico tipo 2) con 0.5 ml de *Pleurotus ostreatus**



Nota. En la figura 27 se muestra la diferencia de pesos antes y después del experimento.

Figura 28

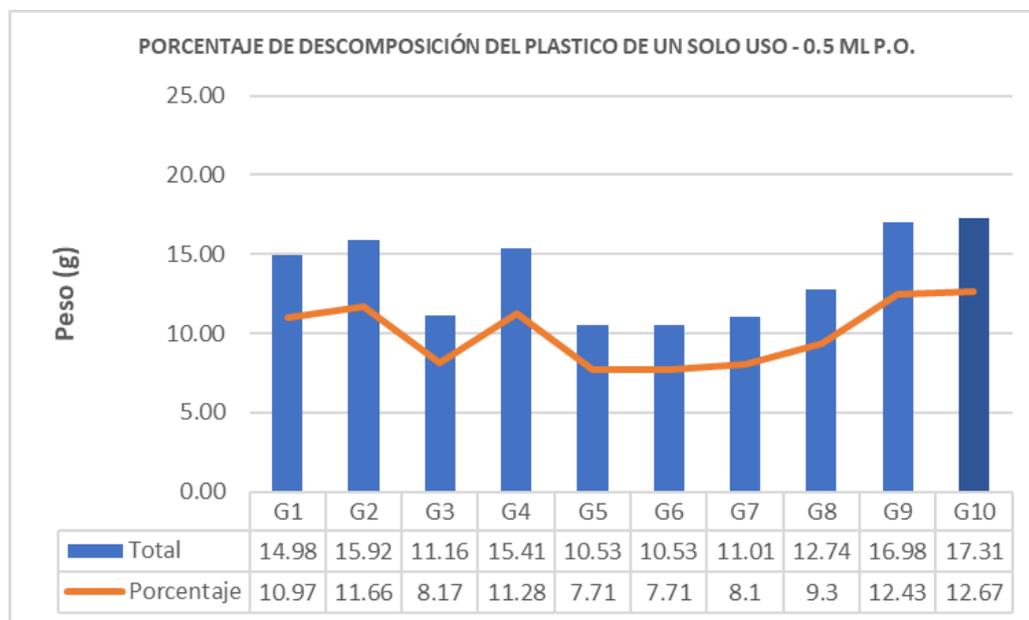
Diferencia de peso (g) de plástico de un solo uso con 0.5 ml de Pleurotus Ostreatus



Nota. En la figura 28 se visualiza las muestras P1, P2, P3, P4, P5, P6, P7, P8 y P9 mayor reducción de peso en la cuarta semana. La muestra G10 se observa con mayor reducción de pesos en la quinta, sexta y séptima semana.

Figura 29

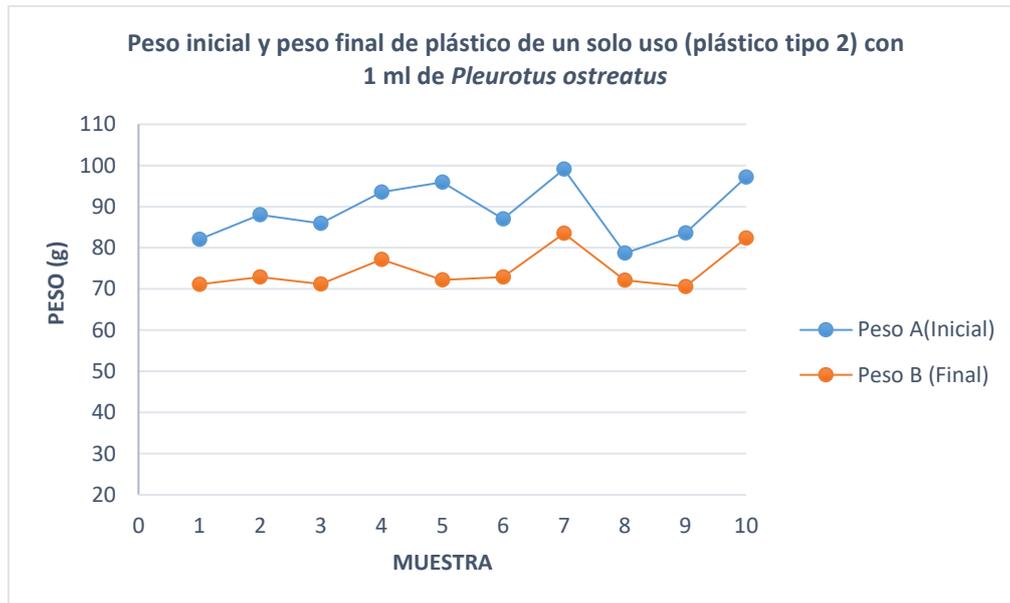
Porcentaje de descomposición de plástico de un solo uso (plástico tipo 2) con 0.5 ml de Pleurotus ostreatus



Nota. En la figura 29 se visualiza la muestra P10 se observa el 12.67% (17.31 g) de descomposición con un conteo de 8 semanas.

Figura 30

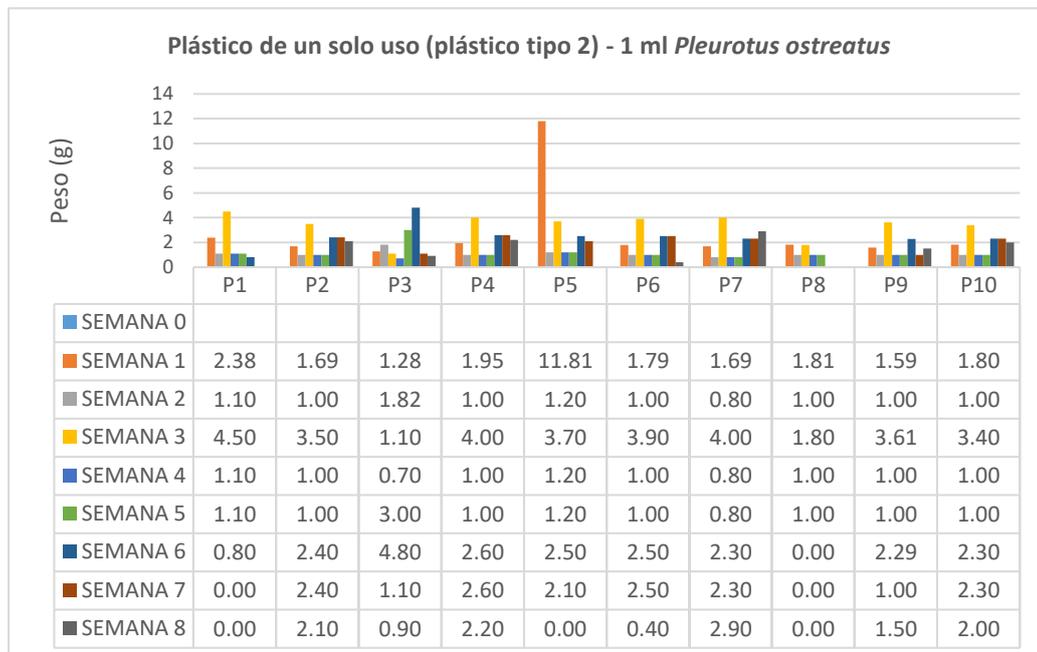
Peso inicial y peso final de plástico de un solo uso (plástico tipo 2) con 1 ml de Pleurotus ostreatus



Nota. En la figura 30 se muestra la diferencia de pesos antes y después del experimento.

Figura 31

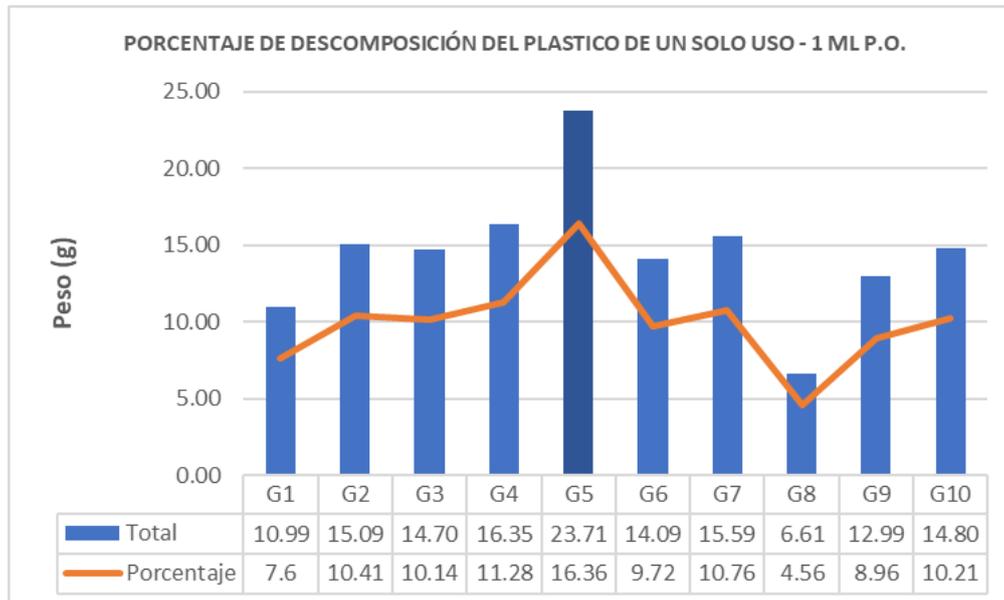
Diferencia de peso (g) de plástico de un solo uso con 1 ml de Pleurotus Ostreatus



Nota. En la figura 31 se visualiza las muestras P1, P2, P4, P6, P7, P8, P9 y P10 mayor reducción de peso en la tercera semana, la muestra P3 en la sexta semana. La muestra P5 se observa mayor reducción de pesos en la primera semana.

Figura 32

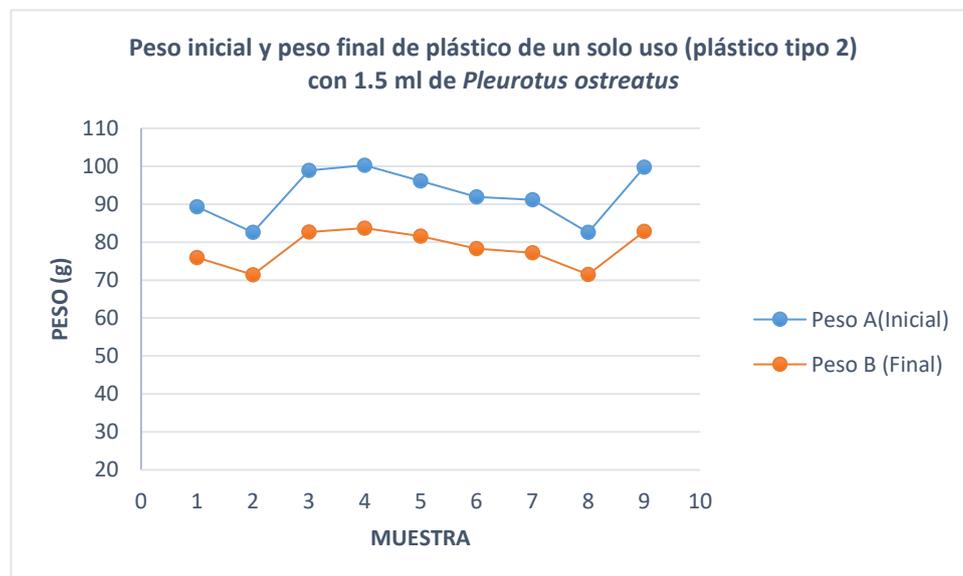
Porcentaje de descomposición de plástico de un solo uso (plástico tipo 2) con 1 ml de *Pleurotus ostreatus*



Nota. En la figura 32 se visualiza la muestra P5 se observa el 16.36% (23.71 g) de descomposición con un conteo de 8 semanas.

Figura 33

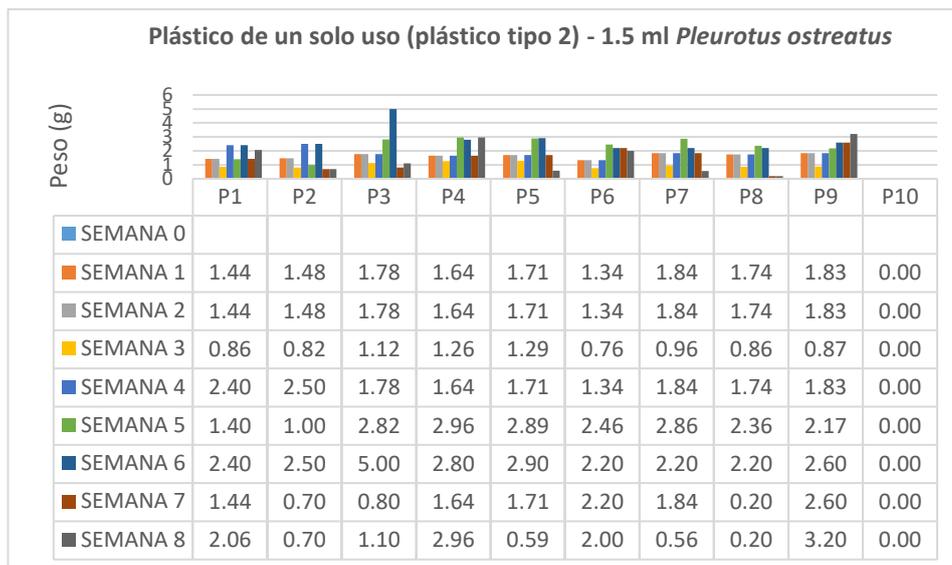
Peso inicial y peso final de plástico de un solo uso (plástico tipo 2) con 1.5 ml de *Pleurotus ostreatus*



Nota. En la figura 33 se muestra la diferencia de pesos antes y después del experimento.

Figura 34

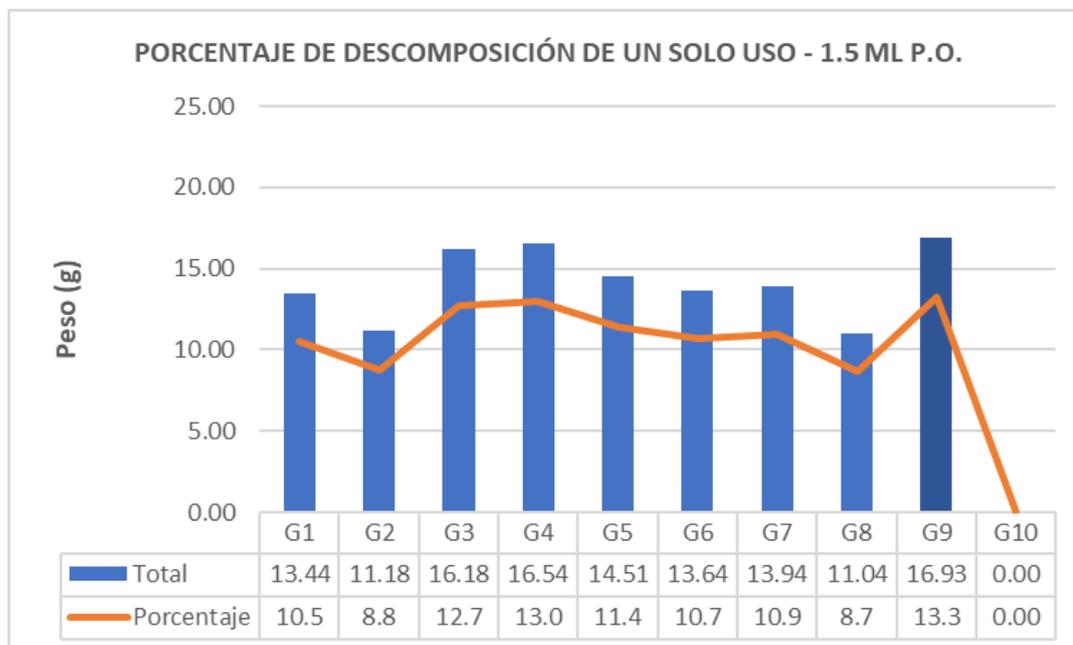
Diferencia de peso (g) de plástico de un solo uso con 1.5 ml de Pleurotus Ostreatus



Nota. En la figura 34 se visualiza las muestras P1 y P2 mayor reducción de peso en la cuarta y sexta semana, las muestras P3 y P5 en la sexta semana, las muestras P4, P6, P7 y P8 en la quinta semana. La muestra P9 se observa mayor reducción de pesos en la octava semana.

Figura 35

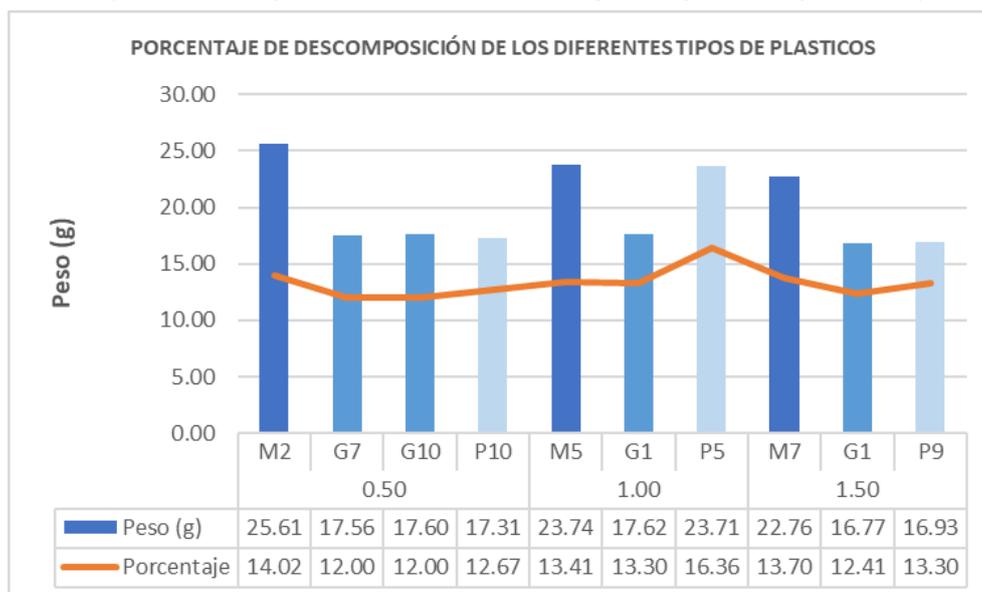
Porcentaje de descomposición de plástico de un solo uso (plástico tipo 2) con 1.5 ml de Pleurotus ostreatus+



Nota. En la figura 35 se visualiza la muestra P9 se observa el 13.3% (16.93 g) de descomposición con un conteo de 8 semanas.

Figura 36

Porcentaje de descomposición de los diferentes tipos de plásticos (PP, PVC y HDPE)



Nota. En la figura 36 se visualizan las muestras de mascarilla (PP), guantes (PVC) y plástico de un solo uso (HDPE) con dosificaciones de 0.5 ml, 1 ml y 1.5 ml de descomposición con un conteo de 8 semanas.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS Y PRUEBA DE HIPÓTESIS

La presente investigación plantea la contratación y prueba de hipótesis, lo siguiente:

Ho: No tendrá efecto el hongo sobre la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024.

Hi: Tendrá efecto el hongo sobre la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024.

Método estadístico: se utilizó la prueba ANOVA para mostrar los resultados de significancia de $p > 0.05$.

El método estadístico muestra las diferencias existentes entre los resultados por cada uno de los tipos de plástico y dosificación correspondiente.

Análisis estadístico de la mascarilla:

Tabla 10

Análisis de varianza de mascarilla (plástico tipo 5) con 0.5 ml de Pleurotus ostreatus

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre muestras	1082.9654	9	120.3295	4.3746	0.0001	2.0166
Dentro de las muestras (mascarilla)	1925.4561	70	27.5065			
Total	3008.42152	79				

Nota. En la tabla 10 se muestra el p-valor obtenido indica que es menor a 0.05, existiendo diferencias en los pesos con una probabilidad de 0.0001.

Tabla 11

Análisis de varianza de mascarilla (plástico tipo 5) con 1 ml de Pleurotus ostreatus

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre muestras	1072.4386	9	119.1598	3.7816	0.0006	2.0166
Dentro de las muestras (mascarilla)	2205.7413	70	31.5106			
Total	3278.1799	79				

Nota. En la tabla 11 se muestra el p-valor obtenido indica que es menor a 0.05, existiendo diferencias en los pesos con una probabilidad de 0.0006.

Tabla 12*Análisis de varianza de mascarilla (plástico tipo 5) con 1.5 ml de Pleurotus ostreatus*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre muestras	645.5581	9	71.7287	2.3086	0.0246	2.0166
Dentro de las muestras (mascarilla)	2174.9138	70	31.0702			
Total	2820.4719	79				

Nota. En la tabla 12 se muestra el p-valor obtenido indica que es menor a 0.05, existiendo diferencias en los pesos con una probabilidad de 0.0246.

Análisis estadístico de guantes:

Tabla 13*Análisis de varianza de guantes (plástico tipo 3) con 0.5 ml de Pleurotus ostreatus*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Valor crítico para F</i>
Entre muestras	1451.9225	9	161.3247	6.8396	0.0000005456	2.0166
Dentro de las muestras (guantes)	1651.0775	70	23.5868			
Total	3103	79				

Nota. En la tabla 13 se muestra el p-valor obtenido indica que es menor a 0.05, existiendo diferencias en los pesos de con una probabilidad de 0.0000005456.

Tabla 14*Análisis de varianza de guantes (plástico tipo 3) con 1 ml de Pleurotus ostreatus*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre muestras	4371.0218	9	485.6691	25.3974	0.000000000000000009799	2.0166
Dentro de las muestras (guantes)	1338.5970	70	19.1228			
Total	5709.6188	79				

Nota. En la tabla 14 se muestra el p-valor obtenido indica que es menor a 0.05, existiendo diferencias en los pesos con una probabilidad de 0.000000000000000009799.

Tabla 15*Análisis de varianza de guantes (plástico tipo 3) con 1.5 ml de Pleurotus ostreatus*

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre muestras	1343.2069	9	149.2452	7.3645	0.0000001802	2.0166
Dentro de las muestras (guantes)	1418.5654	70	20.2652			
Total	2761.7723	79				

Nota. En la tabla 15 se muestra el p-valor obtenido indica que es menor a 0.05, existiendo diferencias en los pesos de la biomasa con una probabilidad de 0.0000001802.

Análisis estadístico de plástico de un solo uso:

Tabla 16

Análisis de varianza de plástico de un solo uso (plástico tipo 2) con 0.5 ml de Pleurotus ostreatus

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre muestras	1886.8551	9	209.6506	9.7820	0.000000001582	2.0166
Dentro de las muestras (plástico de un solo uso)	1500.2638	70	21.4323			
Total	3387.1189	79				

Nota. En la tabla 16 se muestra el p-valor obtenido indica que es menor a 0.05, existiendo diferencias en los pesos con una probabilidad de 0.000000001582.

Tabla 17

Análisis de varianza de plástico de un solo uso (plástico tipo 2) con 1 ml de Pleurotus ostreatus

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre muestras	2673.4956	9	297.0551	15.4664	0.0000000000001563	2.0166
Dentro de las muestras (plástico de un solo uso)	1344.4497	70	19.2064			
Total	4017.9453	79				

Nota. En la tabla 17 se muestra el p-valor obtenido indica que es menor a 0.05, existiendo diferencias en los pesos con una probabilidad de 0.0000000000001563.

Tabla 18

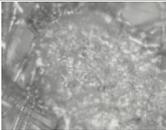
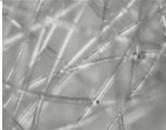
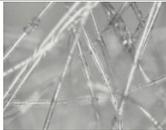
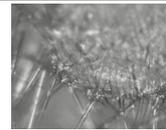
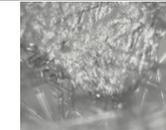
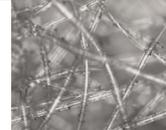
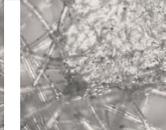
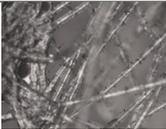
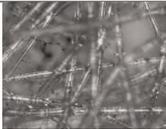
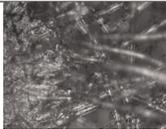
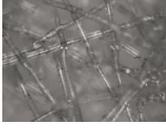
Análisis de varianza de plástico de un solo uso (plástico tipo 5) con 1.5 ml de Pleurotus ostreatus

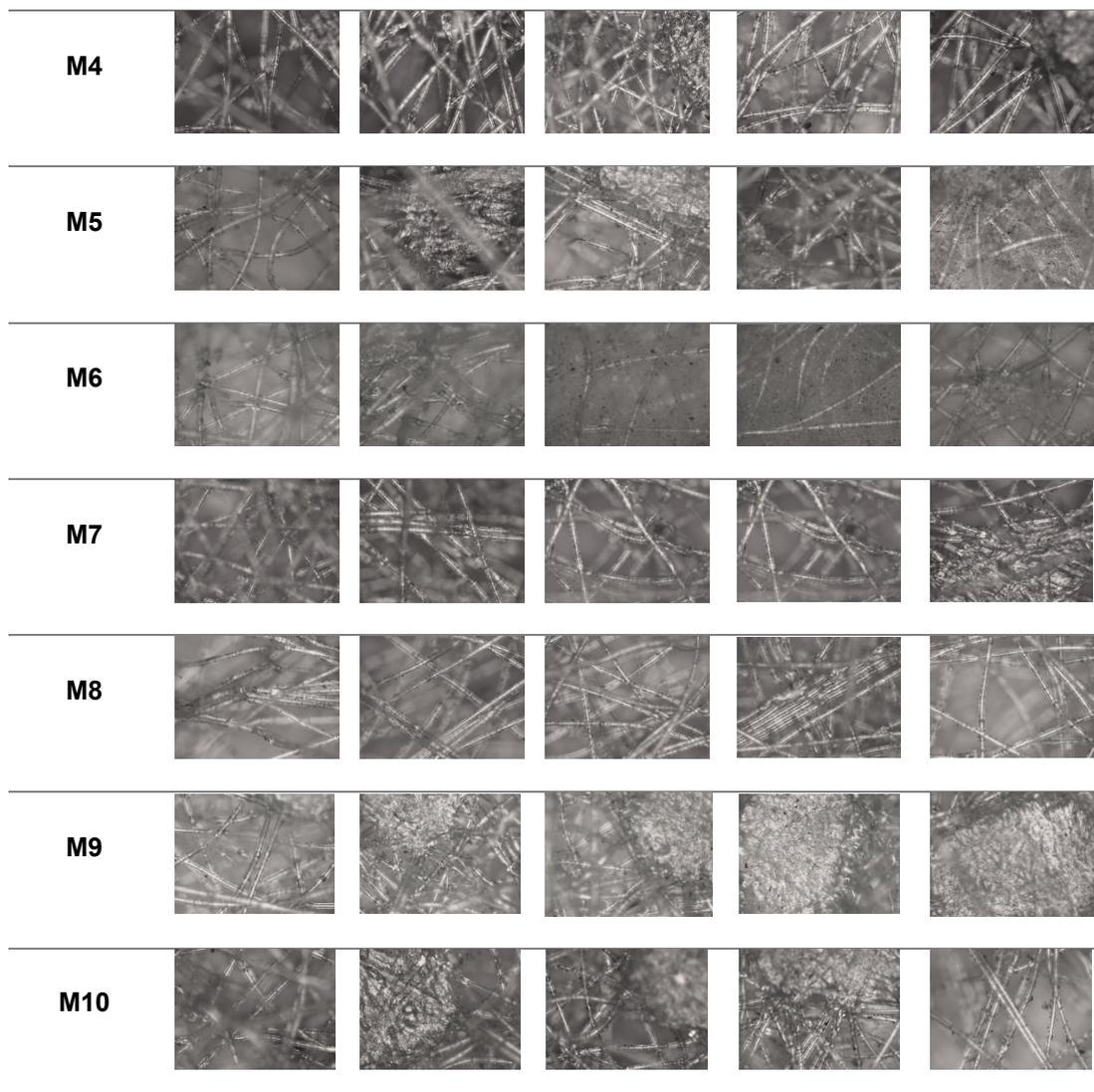
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Entre muestras	1886.8551	8	305.0075	13.8229	0.0000000002328	2.0892
Dentro de las muestras (plástico de un solo uso)	1500.2638	63	22.0655			
Total	3387.1189	71				

Nota. En la tabla 18 se muestra el p-valor obtenido indica que es menor a 0.05, existiendo diferencias en los pesos con una probabilidad de 0.0000000002328.

Tabla 19

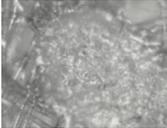
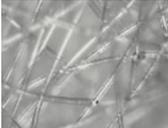
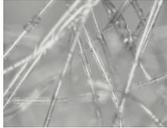
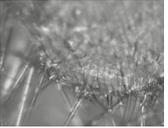
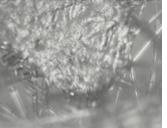
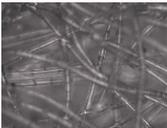
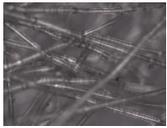
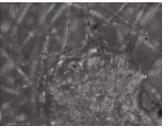
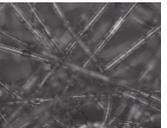
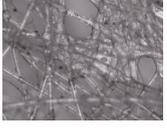
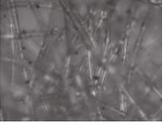
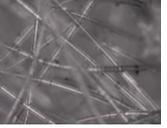
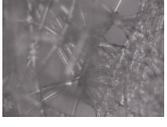
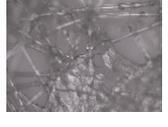
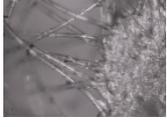
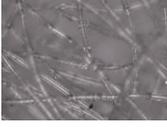
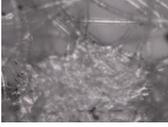
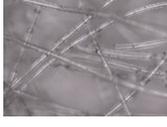
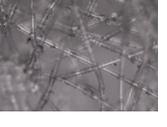
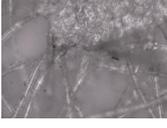
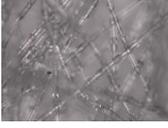
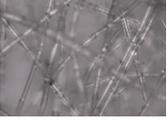
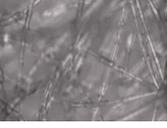
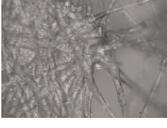
Observación microscópica de plástico tipo 5 (mascarilla) de 0.5 ml P.o

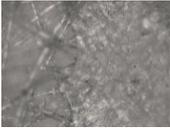
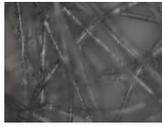
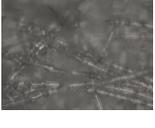
MUESTRA	PLASTICO TIPO 5 – PP (mascarillas)				
0.5					
CONTROL					
M1					
M2					
M3					



Nota. En la tabla 19 se muestra fotografías microscópicas de las 10 muestras de mascarilla después de las 8 semanas usando el objetivo de 10x. En la muestra M2 se observa mayor colonización del *Pleurotus ostreatus*. Asimismo, presuntos fragmentos en la mascarilla.

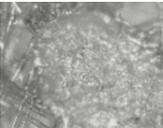
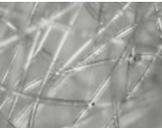
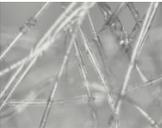
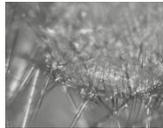
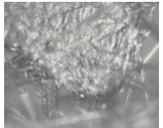
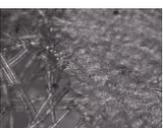
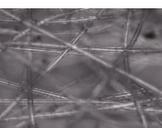
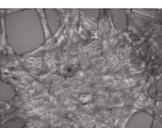
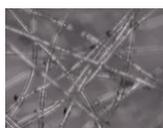
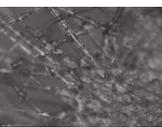
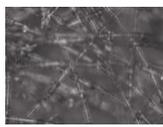
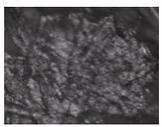
Tabla 20
Observación microscópica de plástico tipo 5 (mascarilla) de 1 ml P.o

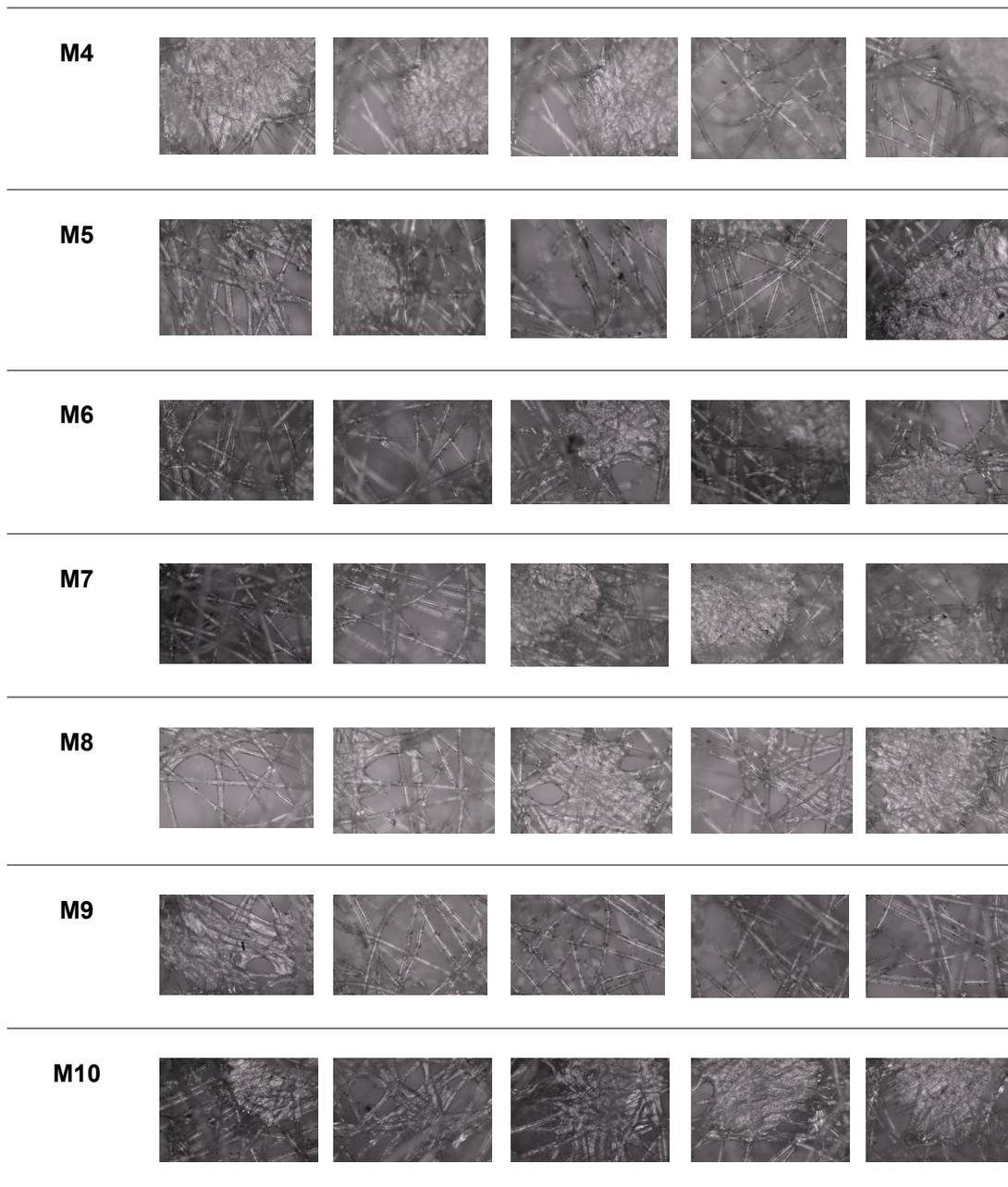
MUESTRA	PLASTICO TIPO 5 – PP (mascarillas)				
1					
CONTROL					
					
					
					
					
					
					
					

M8					
M9					
M10					

Nota. En la tabla 20 se muestra fotografías microscópicas de las 10 muestras de mascarilla después de las 8 semanas usando el objetivo de 10x. En la muestra M5 se observa mayor colonización del *Pleurotus ostreatus*. Asimismo, presuntos fragmentos en la mascarilla.

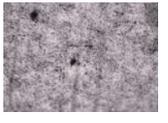
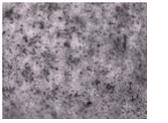
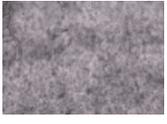
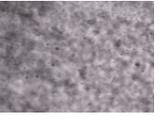
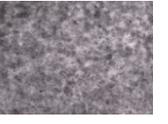
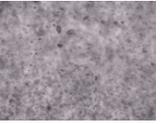
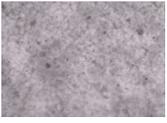
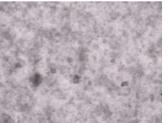
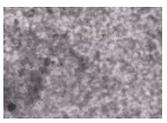
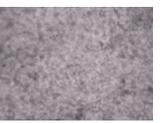
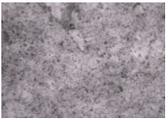
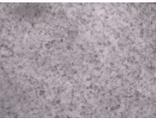
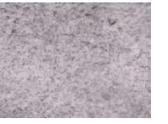
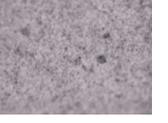
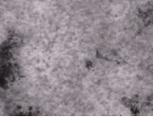
Tabla 21
Observación microscópica de plástico tipo 5 (mascarilla) de 1.5 ml *P.o*

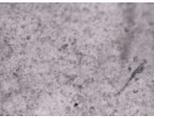
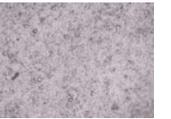
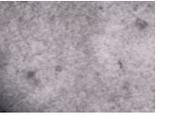
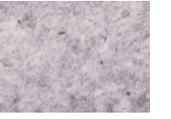
MUESTRA	PLASTICO TIPO 5 – PP (mascarillas)				
1.5					
CONTROL					
M1					
M2					
M3					



Nota. En la tabla 21 se muestra fotografías microscópicas de las 10 muestras de mascarilla después de las 8 semanas usando el objetivo de 10x. En la muestra M7 se observa mayor colonización del *Pleurotus ostreatus*. Asimismo, presuntos fragmentos en la mascarilla.

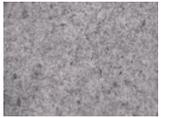
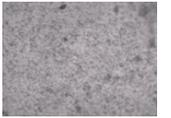
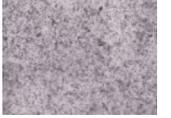
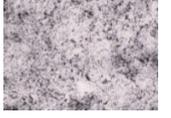
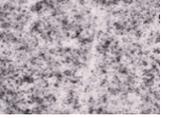
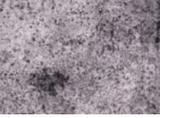
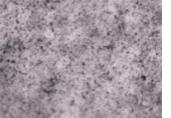
Tabla 22
Observación microscópica de plástico tipo 3 (guantes) de 0.5 ml P.o

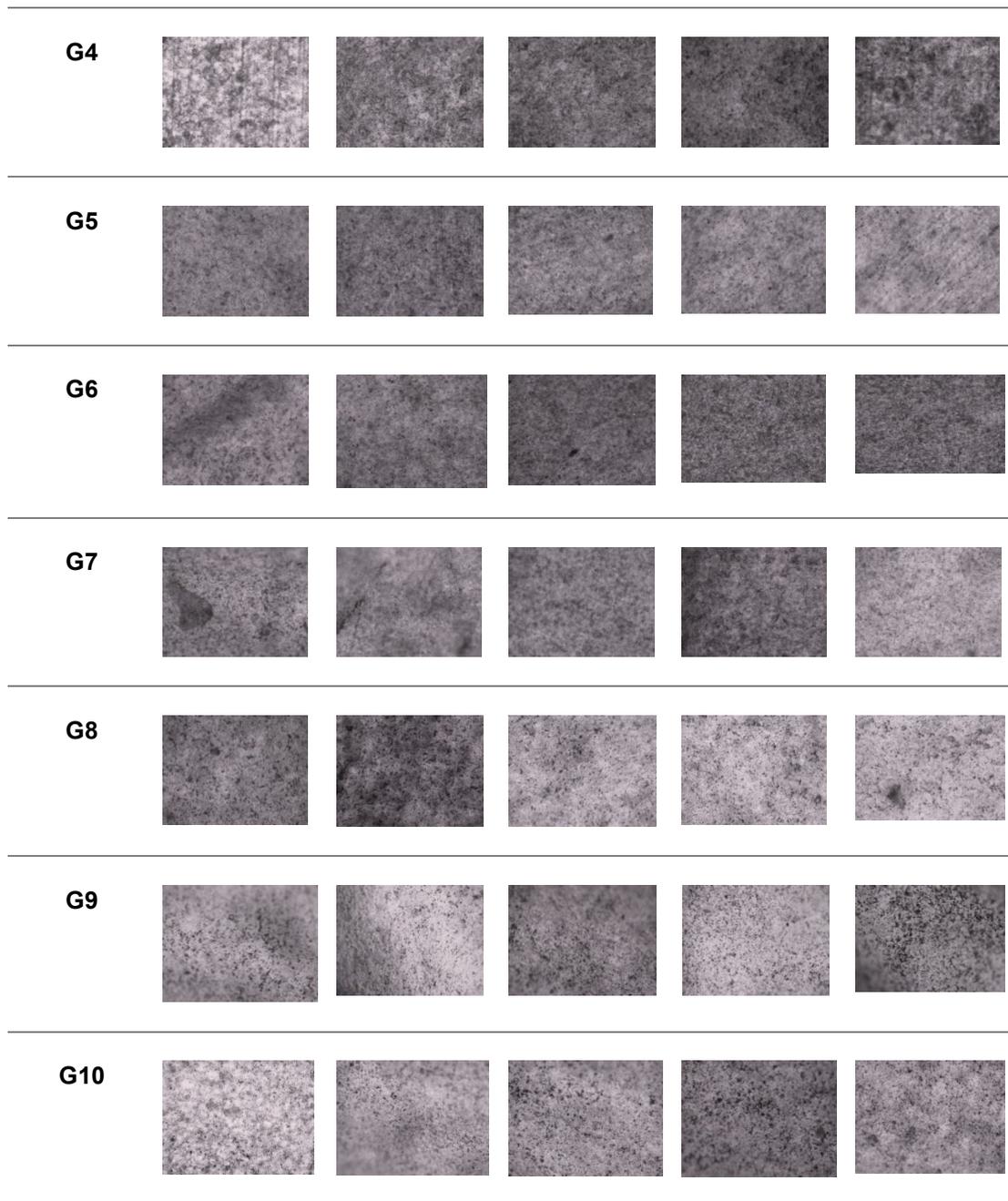
MUESTRA	PLASTICO TIPO 3 – PVC (guantes)				
0.5					
CONTROL					
					
					
					
					
G5					
G6					
G7					

G8					
G9					
G10					

Nota. En la tabla 22 se muestra fotografías microscópicas de las 10 muestras de mascarilla después de las 8 semanas usando el objetivo de 10x. En las muestras G7 y G10 se observan mayor colonización del *Pleurotus ostreatus*. Asimismo, presuntos fragmentos en los guantes.

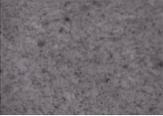
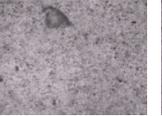
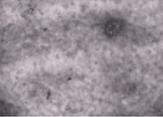
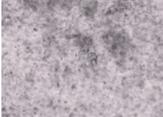
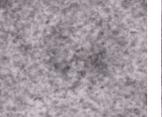
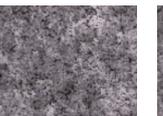
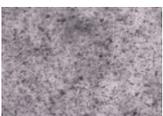
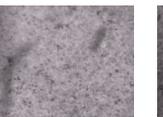
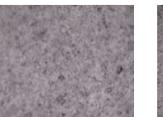
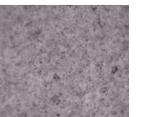
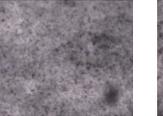
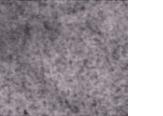
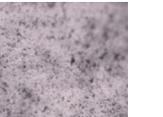
Tabla 23
Observación microscópica de plástico tipo 3 (guantes) de 1 ml *P.o*

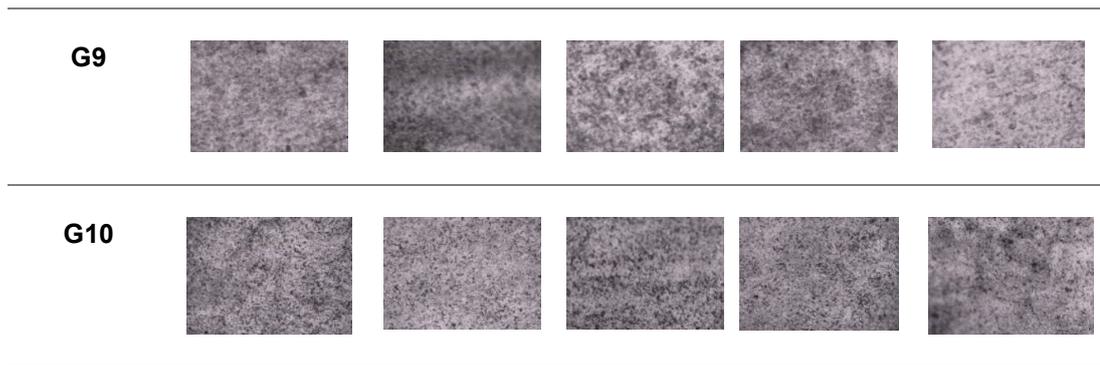
MUESTRA	PLASTICO TIPO 3 – PVC (guantes)				
1					
CONTROL					
G1					
G2					
G3					



Nota. En la tabla 23 se muestra fotografías microscópicas de las 10 muestras de mascarilla después de las 8 semanas usando el objetivo de 10x. En la muestra G1 se observa mayor colonización del *Pleurotus ostreatus*. Asimismo, presuntos fragmentos en los guantes.

Tabla 24
Observación microscópica de plástico tipo 3 (guantes)

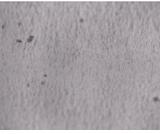
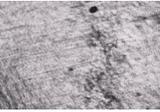
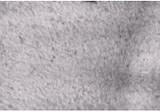
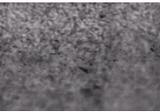
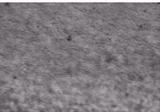
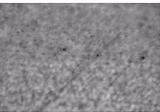
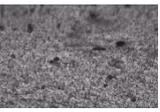
MUESTRA	PLASTICO TIPO 3 – PVC (guantes)				
1.5					
CONTROL					
					
					
					
					
G5					
G6					
G7					
G8					

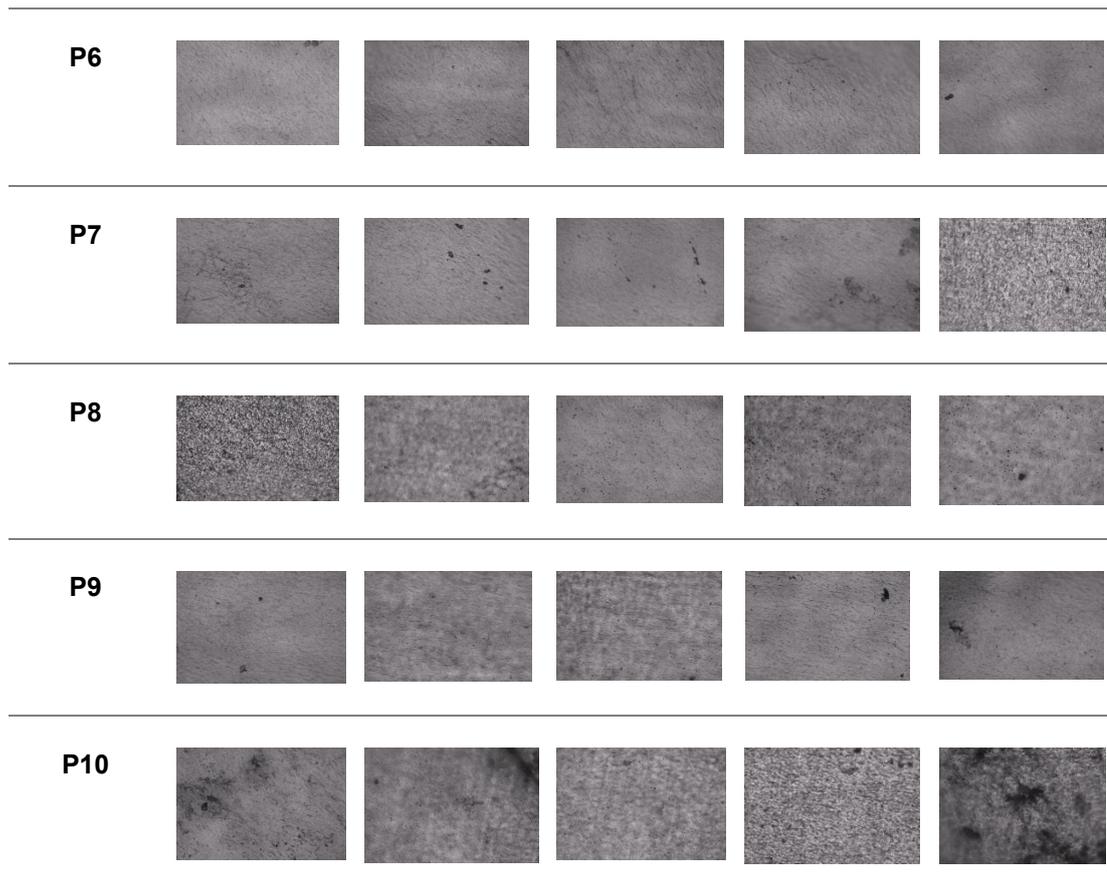


Nota. En la tabla 24 se muestra fotografías microscópicas de las 10 muestras de mascarilla después de las 8 semanas usando el objetivo de 10x. En la muestra G1 se observa mayor colonización del *Pleurotus ostreatus*. Asimismo, presuntos fragmentos en el guantes.

Tabla 25

Observación microscópica de plástico tipo 2 (plástico de un solo uso) de 0.5 ml P.o

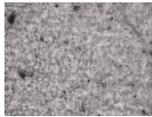
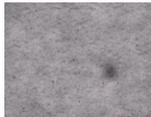
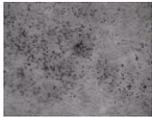
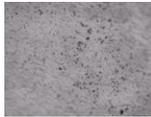
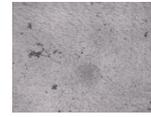
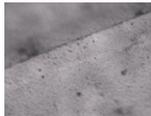
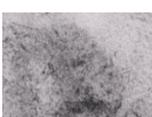
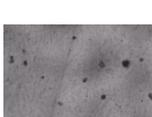
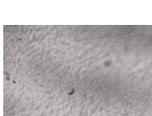
MUESTRA	PLASTICO TIPO 2 – (plástico de un solo uso)				
0.5					
CONTROL					
P1					
P2					
P3					
P4					
P5					

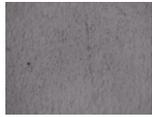
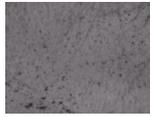


Nota. En la tabla 25 se muestra fotografías microscópicas de las 10 muestras de mascarilla después de las 8 semanas usando el objetivo de 10x. En la muestra P10 se observa mayor colonización del *Pleurotus ostreatus*. Asimismo, presuntos fragmentos en el plástico de un solo uso.

Tabla 26

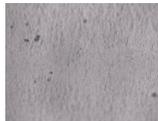
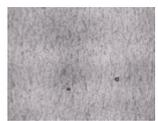
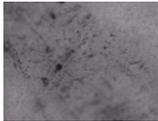
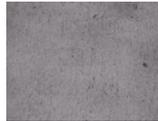
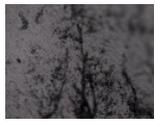
Observación microscópica de plástico tipo 2 (plástico de un solo uso) de 1 ml P.o

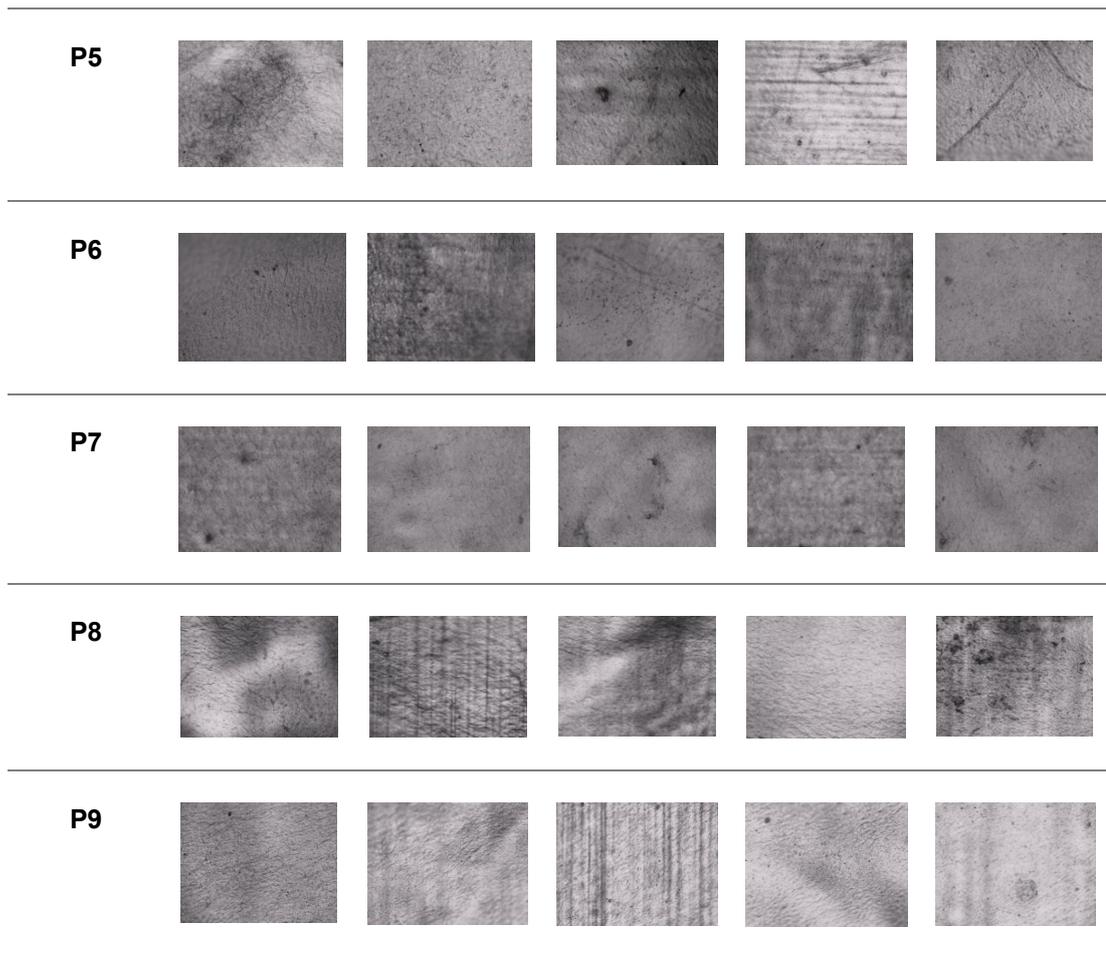
MUESTRA	PLASTICO TIPO 2 – (plástico de un solo uso)				
1					
CONTROL					
P1					
P2					
P3					
P4					
P5					
P6					
P7					
P8					

P9					
P10					

Nota. En la tabla 26 se muestra fotografías microscópicas de las 10 muestras de mascarilla después de las 8 semanas usando el objetivo de 10x. En la muestra P5 se observa mayor colonización del *Pleurotus ostreatus*. Asimismo, presuntos fragmentos en el plástico de un solo uso.

Tabla 27
Observación microscópica de plástico tipo 2 (plástico de un solo uso) de 1.5 P.o

MUESTRA	PLASTICO TIPO 2 – (plástico de un solo uso)				
1.5					
CONTROL					
P1					
P2					
P3					
P4					



Nota. En la tabla 27 se muestra fotografías microscópicas de las 10 muestras de mascarilla después de las 8 semanas usando el objetivo de 10x. En la muestra P9 se observa mayor colonización del *Pleurotus ostreatus*. Asimismo, presuntos fragmentos en el plástico de un solo uso.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

5.1. CONTRASTACIÓN DE LOS RESULTADOS DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio tuvo como objetivo principal: Demostrar el efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024. Para ello, se evaluaron los cambios en el peso inicial y final de tres tipos específicos de plásticos: plásticos de un solo uso, guantes quirúrgicos y mascarillas quirúrgicas.

Con respecto a los objetivos:

O1: Evidenciar el porcentaje de la diferencia significativa del peso inicial y peso final que existe en el efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de plástico de un solo uso.

Se evidencia una descomposición significativa de plástico de un solo uso en un conteo de 8 semanas: Con 0.5 ml de *Pleurotus ostreatus* la muestra P10 se observa el 12,67% (17,31g). Con 1 ml de *Pleurotus* la muestra P5 se observa el 16,36% (23,71g). Y, con 1.5 ml de *Pleurotus* la muestra P9 se observa el 13,3% (16,93g).

O2: Evidenciar el porcentaje de la diferencia significativa del peso inicial y peso final que existe en el efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de plástico de guantes quirúrgico.

Se evidencia una descomposición significativa de guantes quirúrgico en un conteo de 8 semanas: Con 0.5 ml de *Pleurotus ostreatus* las muestras G7 y G10 se observan el 12% (17,56 g y 17,60g). Con 1 ml de *Pleurotus* la muestra G1 se observa el 13,30% (17,62g). Y, con 1.5 ml de *Pleurotus* la muestra G1 se observa el 12.41% (16,77g).

O3: Evidenciar el porcentaje de la diferencia significativa del peso inicial y peso final que existe en el efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de plástico de mascarilla quirúrgica.

Se evidencia una descomposición significativa de mascarilla en un conteo de 8 semanas: Con 0.5 ml de *Pleurotus ostreatus* la muestra M2 se observa el 14,02% (25,61g). Con 1 ml de *Pleurotus* la muestra M5 se observa el 13,41% (23,74g). Y, con 1.5 ml de *Pleurotus* la muestra M7 se observa el 13,7% (22,76g).

En el estudio se observó poca colonización del *Pleurotus* en algunas placas Petri debido a que no hubo un pre tratamiento. Gutiérrez (2022) en su estudio evaluó microorganismos para degradar plásticos de un solo uso, resalta la importancia del pretratamiento para aumentar la porosidad del plástico y facilitar la colonización microbiana.

Castro (2021) Se centró en la colonización de mascarillas quirúrgicas por hongos, destacando a *Pleurotus ostreatus* como el más significativo en términos de área de colonización y peso seco. La presente investigación amplía este enfoque al mostrar que, en las mascarillas, plástico de tipo 5, alcanza hasta un 14,02% de descomposición con respecto al peso.

Castillo (2020) Trabajó con polietileno de baja densidad y *Pleurotus ostreatus* en sistemas de microcosmos, concluyendo que, aunque la biotransformación fue positiva con 53,6%, 135 días no fueron suficientes para biodegradar y mineralizar. Comparativamente, el presente estudio evidencio 16,36% de polietileno de alta densidad, no se logró la mineralización de la mascarilla, guantes y plástico de un solo uso según los resultados de 8 semanas.

Carrillo (2019) Evaluó el poliestireno expandido tratado con óxido de zinc, demostrando que el hongo, descompone significativamente polímeros complejos. Este hallazgo complementa a la presente investigación al reforzar el potencial del hongo en aplicaciones como plástico de mascarilla, guantes y plástico de un solo uso.

Espinoza (2018) Aunque se evalúan diferentes hongos, *Pleurotus ostreatus* mostró una descomposición significativa limitada en LDPE con pérdidas de peso del 1.4%. El presente estudio destaca al hongo como una posible alternativa para polímeros específicos bajo condiciones optimizadas.

Valdiviezo et al. (2022) Demostraron que hongos *Pleurotus ostreatus* logró porcentajes menores en su estudio de 2,85% PEAD y 1,83% PEBD a 26 °C durante 46 días. Esto resalta la importancia de las condiciones experimentales (tiempo y temperatura) y del tipo de plástico tratado en la eficiencia del hongo ya que se incubo a 28 °C durante 8 semanas.

Portella (2019) encontró que otras especies fúngicas (como *Aspergillus* y *Geotrichum*) alcanzaron degradaciones significativas en LDPE. El presente estudio amplía las aplicaciones de *Pleurotus ostreatus* a una variedad de plásticos (mascarilla, guantes y plástico de un solo uso), mostrando resultados significativos.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos evidenciaron diferencias significativas de capacidad de descomposición según el tipo de plástico: Mascarilla (Tipo 5), en la muestra M2 de 0.5 ml con *Pleurotus ostreatus* se observa el 14.02% (25.61 g) de descomposición con un conteo de 8 semanas. Guantes (Tipo 3), en la muestra G1 con 1 ml de *Pleurotus ostreatus* se observa el 13.30% (17.62 g) de descomposición en el mismo conteo de 8 semanas. Plástico de un solo uso (Tipo 2), la muestra P5 de 0.5 ml con *Pleurotus ostreatus* se observa el 16.36% (23.71 g) de descomposición con un periodo de 8 semanas.

En el estudio se refleja el potencial del *Pleurotus ostreatus* como una herramienta biotecnología, tiene una capacidad significativa para degradar plásticos. Los plásticos de un solo uso y la mascarilla mostraron ser más susceptibles a la acción del hongo, mientras que los guantes quirúrgicos debido a su estructura y composición más complejas, presentaron tasas de descomposición ligeramente inferiores. Asimismo, la mineralización en su totalidad aún no se ha logrado.

Para lograr una efectividad, es crucial continuar optimizando las condiciones de cultivo (temperatura y tiempo), evaluar la interacción con otros microorganismos.

Contribuye significativamente al ámbito del conocimiento, ya que en la ciudad de Huánuco no se han desarrollado estudios previos sobre la degradación de plásticos utilizando hongos. Este tema reviste gran importancia debido a que los plásticos son residuos omnipresentes en nuestra vida diaria, provenientes de una amplia variedad de productos de consumo. Al abordar esta problemática, el estudio no solo genera datos relevantes para la región, sino que también abre nuevas perspectivas para estudios experimentales de residuos de plástico.

En conclusión, este estudio sienta las bases para futuras investigaciones orientadas a la aplicación práctica del hongo *Pleurotus ostreatus* en residuos plásticos, contribuyendo así a buscar alternativas de reducción del impacto ambiental de estos materiales.

RECOMENDACIONES

- Al realizar el procedimiento de limpieza y desinfección del ambiente se debe realizar consecuentemente antes, durante y después del proceso de ejecución.
- Al esterilizar el ambiente con lámparas UV, se debe comunicar previamente a todo el personal que se encuentre cerca y evitar el tránsito de personas en el laboratorio durante la esterilización.
- Durante la esterilización con lámparas UV, se debe programar un tiempo mínimo de 15 minutos para asegurarse de salir del laboratorio antes de que inicie el proceso de esterilización.
- Se debe lavar las placas Petri para proceder con la esterilización en la estufa.
- Antes de esterilizar los materiales en la estufa se debe envolver con papel graf.
- Antes y después de utilizar el autoclave, verifique si hay restos de agua en su interior. Si los hay, abra la compuerta interna y elimine el agua acumulada.
- No llene el autoclave con exceso de agua para evitar derrames del medio de cultivo durante el proceso de autoclavar (esterilización).
- En caso de que el matraz no ocupa toda el área de la base del autoclave se debe colocar algún material de soporte como gradilla para evitar que se derrame el medio de cultivo durante el proceso de autoclavar (esterilización).
- Colocar torundas en la boca del matraz para para evitar que se derrame el medio de cultivo durante el proceso de autoclavar (esterilización).
- Después de autoclavar, evitar abrir tapa del autoclave inmediatamente ya que al estar en 121°C te podrías provocar quemaduras con el vapor.

- Al finalizar el proceso de esterilización con la autoclave, no se debe abrir inmediatamente la tapa de la autoclave, dado que el vapor a 121 °C puede causar quemaduras graves.
- Antes de iniciar el pesado de las muestras, se debe de verificar que la balanza se encuentre correctamente nivelada.
- Se recomienda realizar un pretratamiento a los diferentes tipos de plásticos para facilitar la colonización microbiana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aleman, F. (2002). *Estudio de los procesos de reticulado, espumado y decomposición y descomposición térmica de formulaciones industriales de copolímeros de EVA y PE: métodos cinéticos*. [Tesis para Optar el Grado de Doctor en la Universidad de Alicante].
- Aquae Fundación (2021, 17 de mayo). *Clasificación de los tipos de plásticos y su reciclaje*. <https://www.fundacionaquae.org/wiki/tipos-de-plasticos/>
- Arandes, J., Bilbao, J., & López, D. (2004). Reciclado de residuos plásticos. *Revista Iberoamericana de polímeros*, 5(1), 28-45. <https://arpet.org/docs/Reciclado-de-residuos-plasticos-Revista-Iberoamericana-de-Polimeros.pdf>
- ASECA (2021, 05 de Abril). *Diferencia entre plástico degradable, biodegradable y compostable*. <https://aseca.com/diferencia-entre-plastico-degradable-biodegradable-y-compostable/>
- Bracamonte Jiménez, S. M., & Orellana León, F. L. (2020). *Comparación de la degradación parcial de pañales desechables por variedades *Pleurotus ostreatus*: un metaanálisis de resultados, 2020*. [Tesis para Optar Título en la Universidad Cesar Vallejo] https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/53692/Bracamonte_JSM-Orellana_LFL-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cahuana, J. (2019). *Comparación de condiciones para la degradabilidad de biopolímero, plásticos oxo-biodegradables y polietileno de baja densidad*. [Tesis para Optar el Bachiller en la Universidad Peruana Unión]. <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/20.500.12840/2433>
- Camacho, R., Gerardo, J., Navarro, K. & Sánchez, J. (2017). Producción de enzimas ligninolíticas durante la degradación del herbicida paraquat por hongos de la pudrición blanca. *Revista argentina de microbiología*, 49(2), 189-196. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0325754117300135>

- Carrillo, D. (2019). *Evaluación, prevención y control de la contaminación ambiental. Evaluación de la capacidad del hongo pleurotus ostreatus en la biodegradación del poliestireno expandido modificado con óxido de zinc*. [Tesis para Optar el Grado en la Universidad Libre]. <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/19676>
- Castillo, A. (2020). *Evaluación de dos sistemas de microcosmos para la biotransformación con Pleurotus ostreatus de polietileno de baja densidad Oxo-degradable (PEBD Oxo) pretratado con plasma de oxígeno*. [Tesis para Optar grado en la Pontificia Universidad Javeriana Bogotá]. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/50148/TG%20ALEJANDRA%20TORO%20FV.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Castro, S. (2021). *Evaluación de hongos filamentosos con capacidad de colonización de tapabocas quirúrgicos*. [Tesis para Optar el Título en la Pontificia Universidad Javeriana]. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/58205>
- Ccallo, M. & Sacaca, F. (2020). *Una revisión de la biodegradación de plásticos por Pseudomonas*. [Tesis para Optar el Grado de Bachiller en la Universidad Peruana Unión]. https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/3333/Magali_Trabajo_Bachiller_2020.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Cedrón, J., Landa, V., & Robles, J. (2023) *Química General*. Corinto de la Pontificia Universidad Católica del Perú. <http://corinto.pucp.edu.pe/quimicageneral/contenido/82-polimeros.html>
- Coello, J. (2012). *Aplicación del hongo Pleurotus ostreatus como alternativa para la biorremediación de suelos contaminados con metales pesados*. [Tesis para Optar el Grado de Bachiller en la Escuela Superior Politécnica del Litoral]. <https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/21150>
- Constitución política del Perú (1993). Congreso de la República. Plataforma

del congreso de la República del Perú.
<https://www.congreso.gob.pe/Docs/constitucion/constitucion/Constitucion-Agosto-2023.pdf>

Clínica Universidad de Navarra (2023). *Hongo*. Diccionario médico.
<https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/hongo>

Cruz, D., de León, E., Pascual, L. & Battaglia, M. (2010). Guía técnica de producción de hongos comestibles de la especie *Pleurotus ostreatus*. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, 104(3-4):139-154.

<https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/83169223/16->

libre.pdf?1649051218=&response-content-

disposition=inline%3B+filename%3DGuia_tecnica_de_produccion_de_hongos_com.pdf&Expires=1691000404&Signature=HQs2GRyUaQU

88AGDcgzSP6Y0~huPJA7BE0zGiE6pzaA61eAv8d7QwtinHeg5haao

R-fcY6OCebUVXBfg5DBYeYrEMZ4c6dsbx1xx3a~FT-

wWv1Tvlm3iUKPNmaioK5rlzMTQXbTiVUnWfhFSB9N~-q9y-

0~TFUhd3D-

sZfIYU22tGttNiR3q6gLfjqjW1oyplTV~TpVQsJoQ5o279ZJWvJI9Wo7M

8ycqs9N9KYgd2BahHPeEDNd8VdoVbFTzRQgc1xSguy-

clwPwaFm~KZym9VjGwuVvHWKF3Lkw-

GjQ2sENKcLMiso2YVaH4gdB7vMrh~aPI-B2-6jUWOOUxxFQ__&Key-

Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Cruz, L. (2016). Degradación de polietileno de baja densidad a partir de hongos de podredumbre blanca: revisión sistemática de la literatura. [Tesis para Optar el Título en la Pontificia Universidad Javeriana].
<https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/57936>

Díaz, G. (2023). *Biodegradación del polietileno de baja densidad usando diferentes concentraciones de Aspergillus niger, bajo condiciones de laboratorio* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Santa de Nuevo Chimbote, Perú]. Repositorio Institucional.
<https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/4344/Te>

sis%20D%c3%adaz%20Cabellos.pdf?sequence=11&isAllowed=y

El Peruano (2023, 04 de agosto). *Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables*. Diario oficial del Bicentenario El Peruano. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/ley-que-regula-el-plastico-de-un-solo-uso-y-los-recipientes-ley-n-30884-1724734-1/#:~:text=los%20seres%20vivos.-,PI%C3%A1sticos.,brindar%20caracter%C3%ADsticas%20particulares%20al%20material.>

El Peruano (2018, 19 de diciembre). *Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartables*. Diario oficial del Bicentenario El Peruano. <https://busquedas.elperuano.pe/dispositivo/NL/1724734-1>

Envases y embalajes. Guía terminológica en el campo de biodegradabilidad, Normativa Técnica Peruana 900.079 (2015, 24 de mayo). Indecopi. http://www.biodegradable.com.pe/documentos/Doc-2020/05-INDECOPI-NTP_900_079_2015_ENVASES_Y_EMBALAJE.pdf

Eraza, M. (2018). *Evaluación del comportamiento de Aspergillus niger y Penicillium spp en la degradación de bioplástico elaborado a partir de almidón de cáscara de plátano*. [Tesis para Optar el Título en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/10554>

Espinoza, L. (2018). *Evaluación de la degradación de polietileno de baja densidad mediada por diferentes especies de hongos*. [Tesis para Optar el Título en la Universidad San Francisco de Quito USFQ]. <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/7410>

Gestores de Residuos (2020, 01 de agosto). *La clasificación de los plásticos*. <https://gestoresderesiduos.org/noticias/la-clasificacion-de-los-plasticos>

Gutiérrez, G. (2022). *Comparación de la capacidad de biodegradación de plásticos de un solo uso por microorganismos aislados versus consorcios microbianos* [Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica del Litoral de Guayaquil Ecuador]. Repositorio Institucional.

<https://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/55840>

Haro, C. (2021). *Determinación de la cinética para la descomposición catalítica de residuos de plástico de polipropileno*. [Tesis para Optar el Título en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/14538>

Informe de Ecologistas en acción (2017). Basuras marinas, plásticos y microplásticos orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global.
<https://www.ecologistasenaccion.org/wp-content/uploads/adjuntos-spip/pdf/informe-basuras-marinas.pdf>

Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (2016). Documentación toxicológica para el establecimiento del límite de exposición profesional del cloruro de polivinilo (PVC). Documentación Límites Exposición Profesional.
<https://www.insst.es/documents/94886/289981/DLEP+105.pdf/8b1ac9ad-eb47-40b8-851d-a1c062de654f>

Lahoz, E. (2024, 29 de abril). *Degradación del plástico: problemática y proyectos innovadores para acelerarla*. DKV.
<https://dkv.es/corporativo/blog-360/medioambiente/contaminacion/degradacion-del-plastico>.

Ley de Gestión Integral de Residuos sólidos Decreto Legislativo 1278. (2017, 28 de abril). Ministerio del Ambiente. Portal de Transparencia.
<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1278.pdf>.

Ley de Gestión Integral de Residuos sólidos Decreto Legislativo 1278 (2017, 28 de abril). Ministerio del Ambiente. Portal de Transparencia.
<https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/04/Decreto-Legislativo-N%C2%B0-1278.pdf>.

Ley General del Ambiente 28611 (2005, 13 octubre). Ministerio del Ambiente. Sistema Nacional de Información Ambiental.
<https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-ambiente>

- Ley Orgánica de Municipales 27972 (2003, 27 de mayo). Congreso de la República. Compendio normativo. [https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/BCD316201CA9CDCA05258100005DBE7A/\\$FILE/1_2.Compendio-normativo-OT.pdf](https://www2.congreso.gob.pe/sicr/cendocbib/con4_uibd.nsf/BCD316201CA9CDCA05258100005DBE7A/$FILE/1_2.Compendio-normativo-OT.pdf)
- Ley que regula el plástico de un solo uso y los recipientes o envases descartable 30884 (2018, 19 de diciembre). Ministerio del Ambiente. Sistema Nacional de Información Ambiental. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-que-regula-plastico-un-solo-uso-recipientes-envases-descartables>
- Loaiza, D. (2022). *Análisis de la aplicación de microorganismos para la degradación de plásticos*. [Tesis para Optar el Título en la Fundación Universidad de América]. <http://repository.uamerica.edu.co/handle/20.500.11839/8964>
- López, M. & Franco, A. (2021). Indagación sobre la degradación de plásticos con estudiantes de secundaria. *Educación química*, 32(2), 21-36. [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2021000200021#:~:text=La%20degradaci%C3%B3n%20qu%C3%ADmica%20son%20los,la%20naturaleza%20\(degradaci%C3%B3n%20hidrol%C3%ADtica\).](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2021000200021#:~:text=La%20degradaci%C3%B3n%20qu%C3%ADmica%20son%20los,la%20naturaleza%20(degradaci%C3%B3n%20hidrol%C3%ADtica).)
- López, M. (2017, 26 de marzo). *Proceso de degradación de las bolsas plásticas*. 1ro "D". <https://www.youtube.com/watch?v=3MEz8XBi-GI>
- Macro Naturaleza (2018, 18 de Junio). *Micología*. Clasificación de los Hongos. <https://macronaturaleza.com/micologia/micologia-clasificacion-de-los-hongos/>
- Materials (2023) *Policloruro de vinilo*. Grupo de Innovación millonaria docencia en estructura, propiedades y procesos de materiales de la Universidad Bacelona. <http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/policloruro-de-vinilo>
- Materials (2023) *Polietileno*. Grupo de Innovación millonaria docencia en

estructura, propiedades y procesos de materiales de la Universidad
Bacelona. <http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/polietileno>

Materials (2023) *Polipropileno*. Grupo de Innovación millonaria docencia en
estructura, propiedades y procesos de materiales de la Universidad
Bacelona. <http://www.ub.edu/cmematerials/es/content/polipropileno>

Naciones Unidas (2021, 30 de marzo). *El uso exagerado del plástico durante
la pandemia de COVID-19 afecta a los más vulnerables*.
<https://news.un.org/es/story/2021/03/1490302#:~:text=Desde%20el%20a%C3%B1o%20pasado%20el,han%20colapsado%20en%20algunos%20pa%C3%ADses>.

Olivera, A., Ortega, E., Díaz, P., Aranda, E., Ramos, J., & Mendoza, G. (2019).
Efecto de *Pleurotus ostreatus* en la degradación de los residuos
agrícolas. *Agrociencia*, 53(1), 25-33. [https://agrociencia-
colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/1748](https://agrociencia-colpos.org/index.php/agrociencia/article/view/1748)

Parlamento Europeo (2018, 22 de noviembre). Microplásticos: causas, efectos
y soluciones.
[https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20181116S
TO19217/microplasticos-causas-efectos-y-soluciones](https://www.europarl.europa.eu/news/es/headlines/society/20181116STO19217/microplasticos-causas-efectos-y-soluciones)

Pérez Porto, J., Merino, M. (15 de setiembre de 2023). *Descomposición-Qué
es, en la química, definición y concepto*.
<https://definicion.de/descomposicion/>

Portella, K. (2019). *Determinación de la capacidad degradativa de plásticos
por cinco especies de hongos del botadero Muyuna* [Informe final de
Práctica preprofesional, Universidad Nacional Agraria de la Selva de
Tingo Maria, Perú]. Plataforma DocPlayer.
[https://docplayer.es/193593735-Universidad-nacional-agraria-de-la-
selva.html](https://docplayer.es/193593735-Universidad-nacional-agraria-de-la-selva.html)

Posada, B. (1994). La degradación de los plásticos. *Revista Universidad
EAFIT*, 30(94), 67-86.
<https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/16534>

Reglamento de la Ley 30884, el Decreto Supremo 006 (2019, 23 de agosto).
Ministerio del Ambiente. Sistema Nacional de Información Ambiental.
<https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-reglamento-ley-ndeg-30884-ley-que-regula-plastico-un-solo-uso>

Reglamento del Decreto Legislativo 1278, el Decreto Supremo 014 (2017, 21 de diciembre). Ministerio del Ambiente. Portal de Transparencia.
<https://www.minam.gob.pe/disposiciones/decreto-supremo-n-014-2017-minam/>

Samaniego, A. (2021). *Estudio cinético de la descomposición térmica de plásticos de poliestireno (PS) reciclado*. [Tesis para Optar el Título en la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo].
<http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14979>

Segura, D., Noguez, R., & Espín, G. (2007). Contaminación ambiental y bacterias productoras de plásticos biodegradables. *Biotecnología*, 14(3), 361-372.
https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/70333506/capitulo_31-libre.pdf?1632777290=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DContaminacion_ambiental_y_bacterias_prod.pdf&Expires=1690239067&Signature=Hj06JHgL5GJn~GpOzvdTD2LQPUBfvj1xeV3aA-zWqFQoP9xdt~A8XxrLRWqGI0QBfSLh1bgKjYtgTxJpUqfI3~3XNo3m9wxeSc3gYjQXLS6-NKEvSGXEH~m9WY-opWHh4myjnkSj~so2GZeou6p2yjtyD-JpfbWztesyfcRfcftkCkWTzFUV~aWsaq83juROua0PFmysF2dBfSP7wo5~XbkVLRfZESX9BBABOnBsrHyC1eiBAAV8g0wFqVuYi8JxAu4myypHmdJW~UQJINs96u7kx~DLo1JBYuQ66Qv1JcNola52gNk7OCwaqTomCG2zbKmlz9jml-RKNfdZTjzKfw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA

Supo, J., & Zacarías, V. H. (2020). Metodología de la investigación científica: Para las Ciencias de la Salud y las Ciencias Sociales (3ra Edición ed.).

Arequipa, Perú: BIOESTADISTICO EEDU EIRL.

Todo por polímeros (2018, 26 de marzo). *Polipropileno*. Todo en Polímeros.
<https://todoenpolimeros.com/?s=polipropileno&submit=Adelante>

UAGro Verde (2019, 05 de diciembre). *Programa ONU Medio Ambiente*
<https://twitter.com/uagroverde/status/1202705227201142784?lang=zh-Hant>

Valdiviezo, L., Guerrero, J., Cabello, R., Garzon, A. & Reynoso, P. (2022). Aplicación de microorganismos fúngicos para la degradación “in vitro” de polímeros sintéticos. *Universidad Tecnológica del Perú*, 1 – 7.
<https://repositorio.utp.edu.pe/handle/20.500.12867/6233>

Varnero, M., Quiroz, M., & Álvarez, C. (2010). Utilización de residuos forestales lignocelulósicos para producción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*). *Información tecnológica*, 21(2), 13-20.
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-07642010000200003&script=sci_arttext

Vázquez, A., Espinosa, R., Beltrán, M. & Velasco, M. (2014). *Bioplásticos y plásticos degradables*. Asociación Nacional de Industrias del Plástico A. C. en la Universidad Autónoma Metropolitana.
<http://biblioteca.org.anipac.mx/biblioteca/degradabilidad-2/bioplasticos-y-plasticos-degradables>

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Escandón Munguía, Y. (2025). *Efecto de hongos (Pleurotus ostreatus) sobre la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

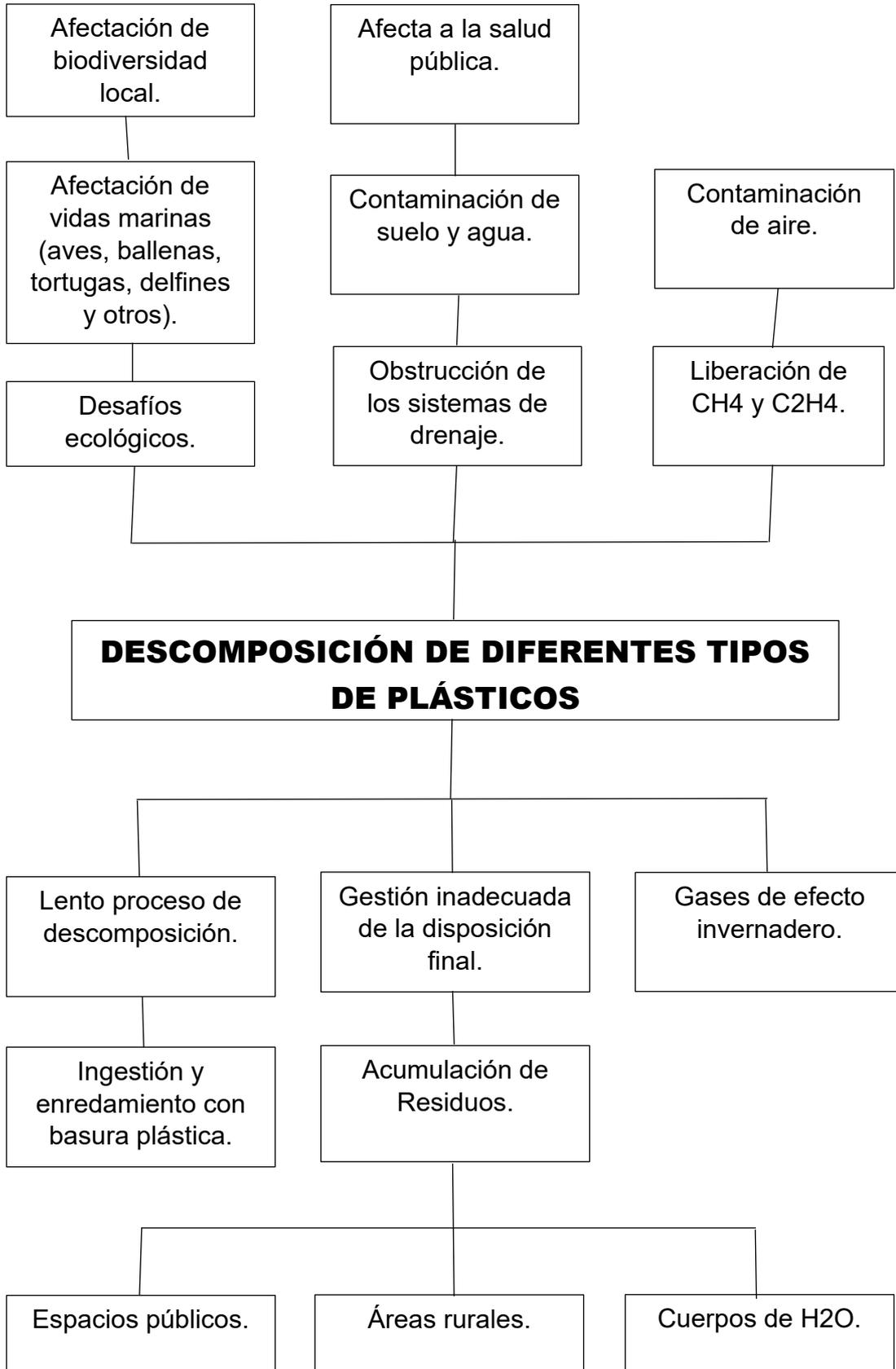
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema General	Objetivo General	Hipótesis	Variables	Método
¿El efecto de hongos (<i>Pleurotus ostreatus</i>) logrará la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024?	Demostrar el efecto de hongos (<i>Pleurotus ostreatus</i>) sobre la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024.	Ho: No tendrá efecto el hongo sobre la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024.	Variable dependiente Descomposición de plástico Variable independiente Hongos	Tipo: Analítico, longitudinal, prospectivo y con intervención Enfoque: Cuantitativo Alcance: Nivel explicativo
Problemas Específicos	Objetivos Específicos	Hi: Tendrá efecto	Indicadores	Diseño: Variante de experimento verdadero.
¿Será posible conocer el porcentaje de la diferencia significativa del peso inicial y peso final que existe en el efecto de hongos (<i>Pleurotus ostreatus</i>) sobre la descomposición de plástico de bolsa de un solo uso?	Evidenciar el porcentaje de la diferencia significativa del peso inicial y peso final que existe en el efecto de hongos (<i>Pleurotus ostreatus</i>) sobre la descomposición de plástico de bolsa de un solo uso.	el hongo sobre la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024.	Variable Dependiente: Peso inicial Peso final	GE: Grupo Experimental. O1 ----- X1 ----- O2 O1 ----- X2 ----- O2 O1 ----- X3 ----- O2
¿Será posible conocer el porcentaje de la diferencia significativa del peso inicial y peso final que existe en el efecto de hongos (<i>Pleurotus ostreatus</i>) sobre la descomposición de plástico de guantes quirúrgico?	Evidenciar el porcentaje de la diferencia significativa del peso inicial y peso final que existe en el efecto de hongos (<i>Pleurotus ostreatus</i>) sobre la descomposición de plástico de guantes quirúrgico.		Variable Independiente: Tiempo Temperatura	Donde:

<p>¿Será posible conocer el porcentaje de la diferencia significativa del peso inicial y peso final que existe en el efecto de hongos (<i>Pleurotus ostreatus</i>) sobre la descomposición de plástico de mascarilla quirúrgica?</p>	<p>Evidenciar el porcentaje de la diferencia significativa del peso inicial y peso final que existe en el efecto de hongos (<i>Pleurotus ostreatus</i>) sobre la descomposición de plástico de mascarilla quirúrgica.</p>	<p>GEi: Grupo Experimental (<i>Pleurotus ostreatus</i>) O1: Medición inicial O2: Medición final Xi: Intervención (Tipos de Plásticos) Población: Polietileno, policloruro de vinilo, polipropileno. Muestra: Bolsas de un solo uso, mascarillas y guantes quirúrgicos.</p>
--	---	---

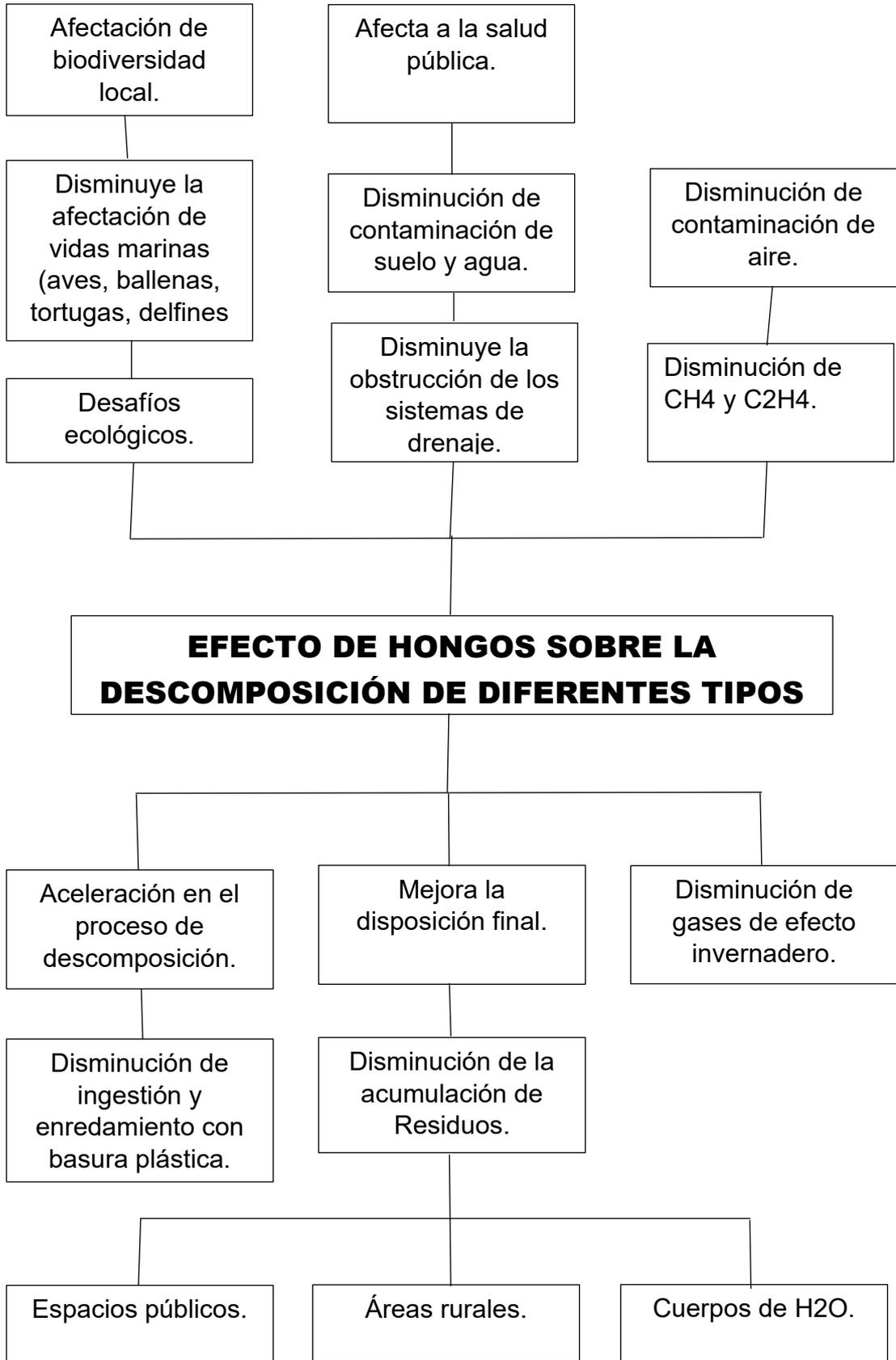
ANEXO 2

DIAGRAMA CAUSA-EFECTO



ANEXO 3

DIAGRAMA MEDIOS Y FINES

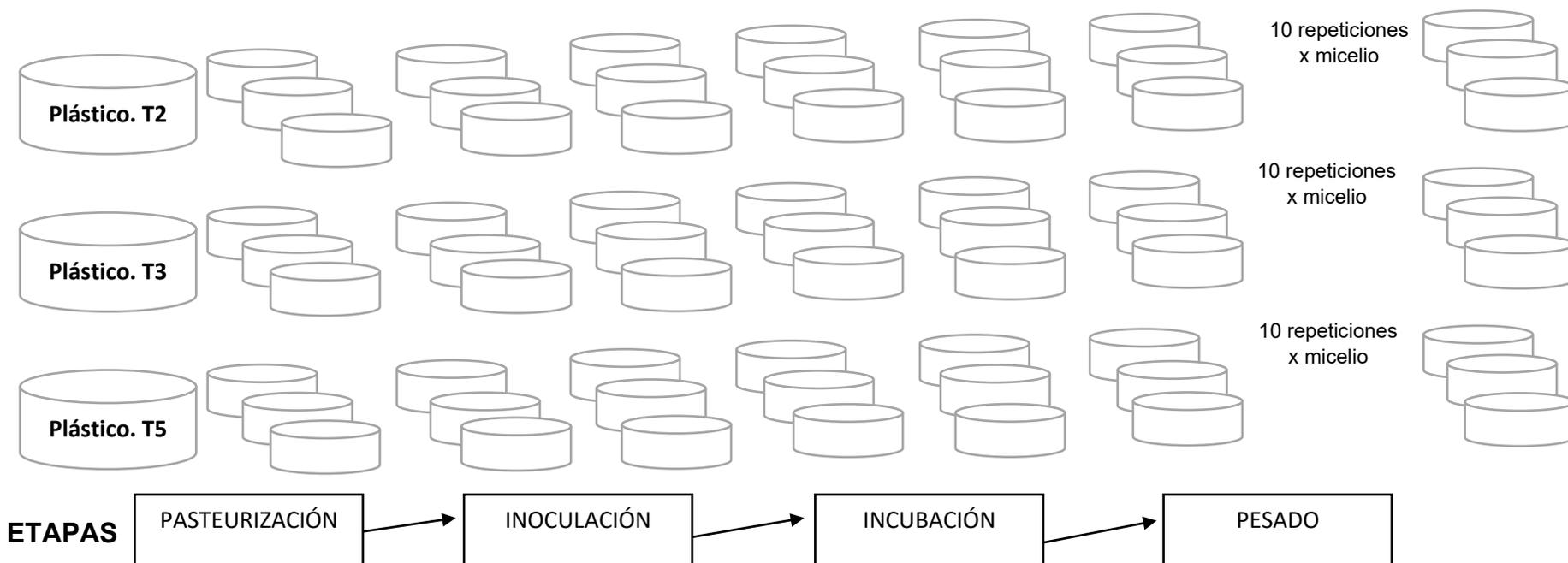


ANEXO 4

DISEÑO EXPERIMENTAL

Título: “Efecto de hongos (*Pleurotus ostreatus*) sobre la descomposición de diferentes tipos de plásticos, Huánuco 2024”

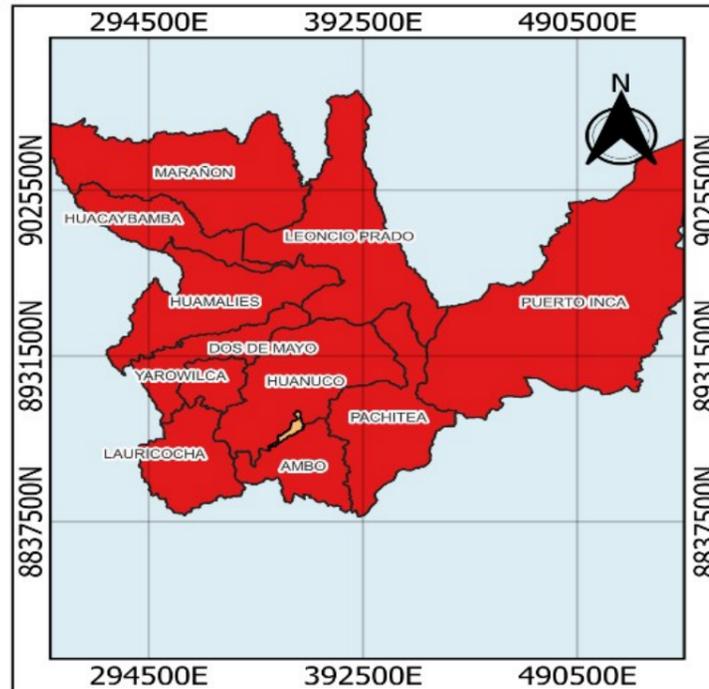
0.5 ml, 1ml y 1.5ml Micelio



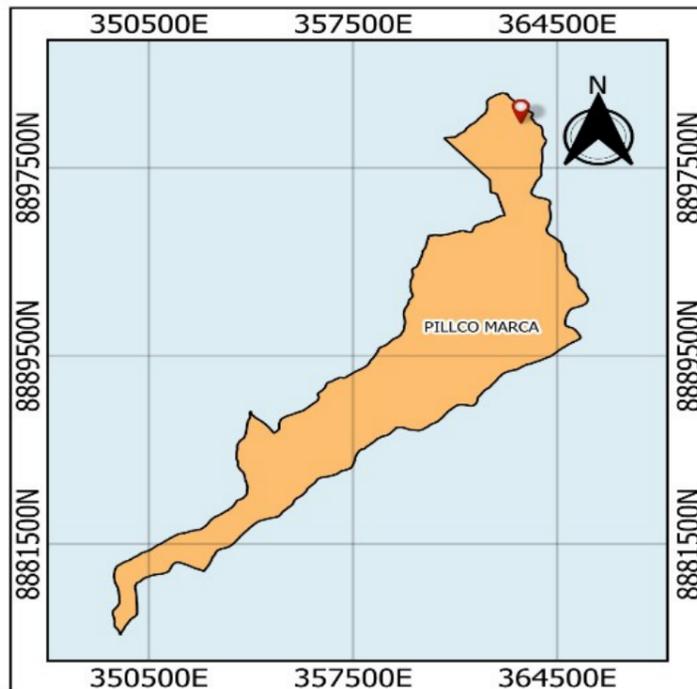
ANEXO 5 PLANO DE UBICACIÓN



Escala: 1 / 20 000 000



Escala: 1 / 4 000 000



Escala: 1 / 3 00 000

LEYENDA

 Laboratorio Central UNHEVAL

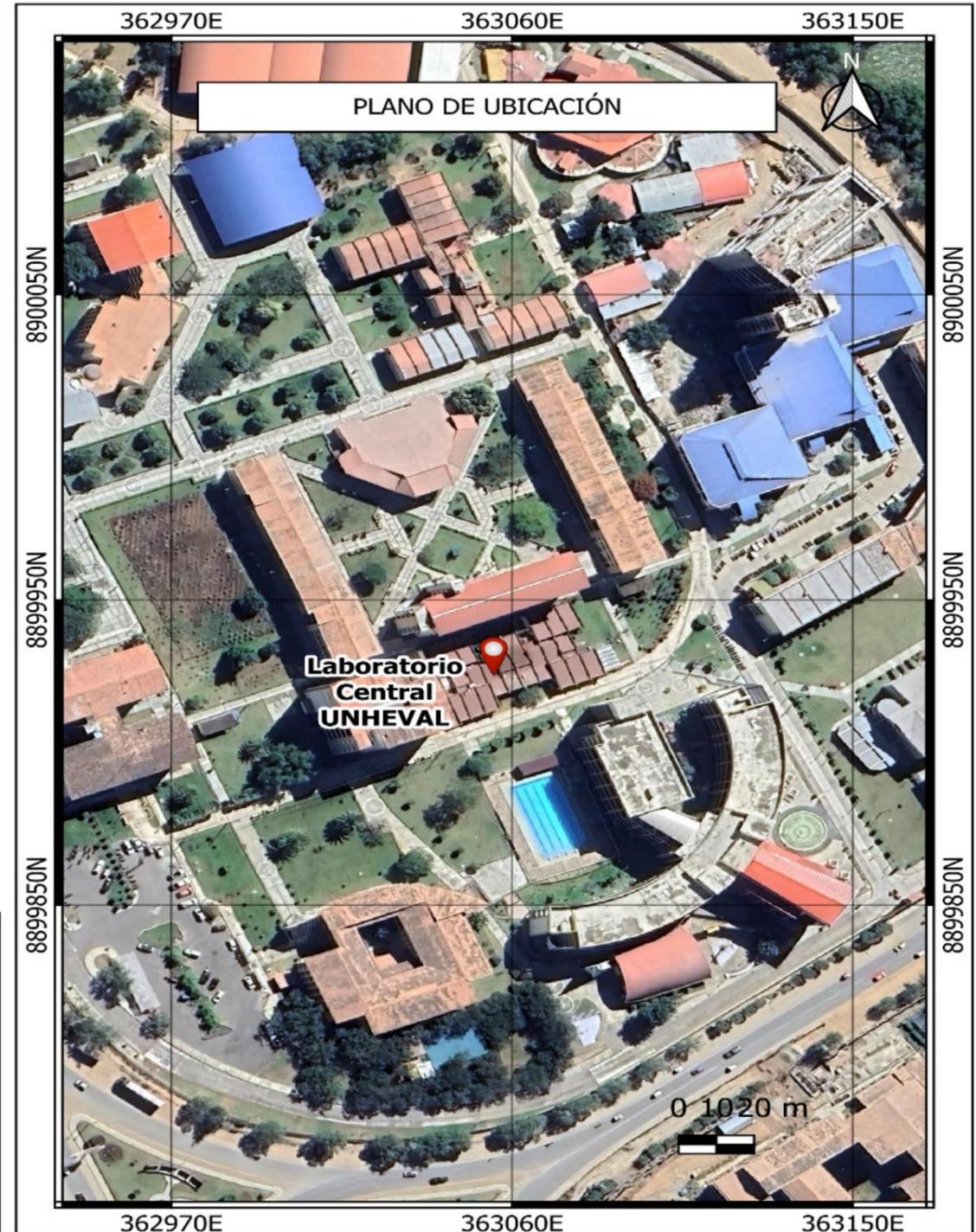
EFFECTO DE HONGOS *Pleurotus Ostreatus* SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE PLÁSTICOS, HUÁNUCO 2024

ELABORADO POR: YASMIL TALIA ESCANDON MUNGUÍA

PLANO: PLANO DE UBICACIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

UBICACIÓN:
DEPARTAMENTO: HUÁNUCO
PROVINCIA: HUÁNUCO
DISTRITO: PILLCO MARCA

PLANO:
 P-01



Escala: 1 / 2 000

ANEXO 6

PANEL FOTOGRÁFICO 1

Verificación de hongos (*Pleurotus ostreatus*)



Esterilización de los materiales
A una temperatura de 90-96 por 1 hora.



Homogenización del PDA
Con agitador magnético hasta su dilución.



PDA en Autoclave
Autoclavar 121 °C x 15 min.



Enfriamiento
Abriendo la llave para la salida de vapor antes de abrir el autoclave.



PDA después de autoclavar



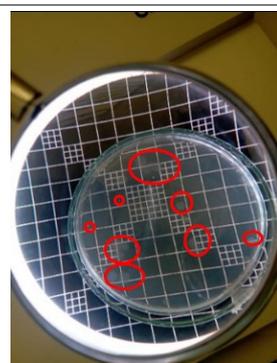
Solidificación de PDA
En las placas petri.



Cabina de bioseguridad



Contador de colonias



Presencia de *Pleurotus ostreatus*

ANEXO 7
PANEL FOTOGRÁFICO 2

Verificación de la contaminación del ambiente (Lab. Biología)



**Limpieza y desinfección
De superficies y piso.**



**Desinfección
Con lámparas Uv x 1
hora**



**Cabina de
bioseguridad**



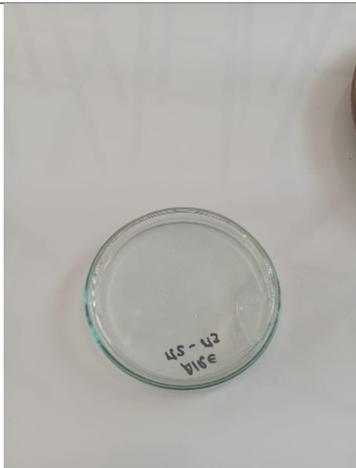
**Pesando
Agar-agar en la balanza
analítica.**



**Autoclavando Agar-
agar**



**Solidificación de
Agar-agar
En las placas petri.**



Placa (aire del ambiente)



**Placas con isopodo
en superficie1**



**Placas petri con
isopodo en
superficie2**

ANEXO 8

PANEL FOTOGRÁFICO 3

Después de observar que en las placas Petri que contiene agar-agar no existe ninguna contaminación, se procede con el siguiente paso.

Incubación de *Pleurotus Ostreatus*

1. Esterilización de materiales



**Lavado de placas Petri
Con detergente**



**Secado
Con estufa**



**Materiales
esterilizados**
A una temperatura de
90 - 96 por 1 hora.

2. Preparación de agua destilada



Destilador



**Abriendo caño del
destilador**

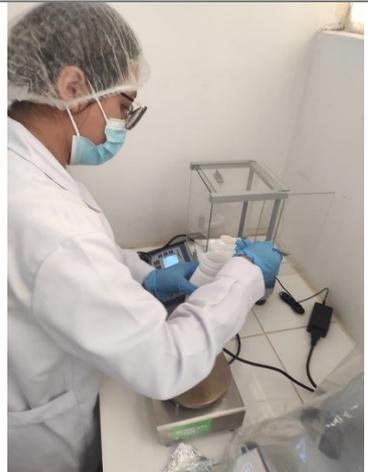


**Llenado de agua
destilada.**

3. Preparación el medio de cultivo



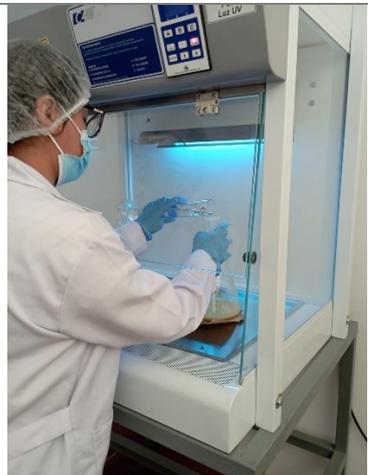
**Esterilización con
Uv**



Pesado de PDA



**Agua destilada
Medición en probeta
de 250 ml**



Agua destilada + PDA



**Capsula de magneto
Se coloca dentro del
matraz con PDA**

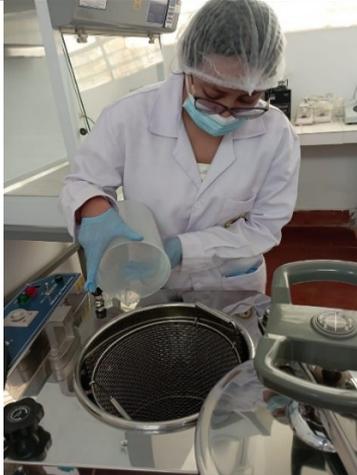


Agitador magnetico

Al matraz se coloca la torunda y luego se realiza la agitación hasta lograr la homogenización del PDA en el agua destilada.



**PDA Homogenizado
Ingresamos al
autoclave**



**Agua destilada
Llenamos en el
autoclave hasta sobre
pasar la rejilla de la base**



**Cerramos la tapa
del autoclave**



**Programamos el
autoclave**



**PDA autoclavado
a 121 °C x 15 min**



**PDA
Se encuentra
autoclavado**

4. Cultivar en cabina bioseguridad biológica



PDA diluido se coloco en las placas petri



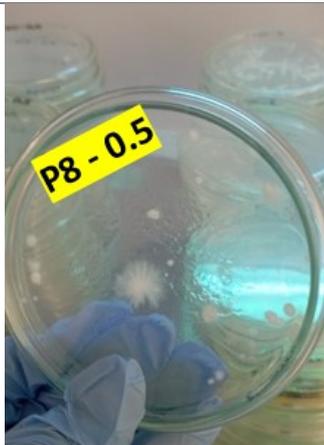
**Solidificación de
PDA**



Inoculo de PDA



Dosificación de *Pleurotus ostreatus*



Despues de incubar



**Cabina de seguridad biologica
Placas petri con *Pleurotus ostreatus* (0.5 ml, 1 ml, 1.5 ml)**



Pesado
Plástico tipo 5 (mascarilla), plástico tipo 3 (Guantes) y plástico tipo 2 (plástico de un uso)





Agregamos los diferentes tipos de plásticos en cada una de las placas y programamos la incubación por 8 semanas.

Crecimiento de Pleurotus Ostreatus





Observación de muestras y visita de jurado



Eliminación de muestras



ANEXO 9 CONSTANCIA



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN – HUÁNUCO
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN - DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN
UNIDAD CENTRAL DE LABORATORIOS DE INVESTIGACIÓN



CONSTANCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTO DE TESIS PREGRADO

La que suscribe Ing. GIZETH KLEIDY DAZA CONDEZO Jefe de la Unidad Central de Laboratorios de Investigación de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, Huánuco

Hace constar que según RESOLUCIÓN No 2466-2023-D-FI-UDH, bachiller de la Facultad de Ingeniería del Programa Académico de Ingeniería Ambiental: YASMIL TALIA ESCANDON MUNGUÍA con DNI 76651120, desarrolló las pruebas experimentales en los laboratorios de la UNHEVAL, el proyecto titulado "EFECTO DE HONGOS (*Pleurotus ostreatus*) SOBRE LA DESCOMPOSICIÓN DE DIFERENTES TIPOS DE PLÁSTICOS, HUÁNUCO 2024".

Bajo el apoyo y supervisión del personal especializado y capacitado en el área, durante el periodo que abarcó del 25 de enero al 20 de mayo del 2024, con un total de 80 días hábiles, trabajando de 3 a 4 horas por días programados.

Durante su permanencia, demostró responsabilidad y puntualidad en sus labores realizadas

Se expide este documento a solicitud de los interesados para los fines que vean por conveniente.

Cayhuayna, 11 de marzo del 2025



Ing. Gizeth Kleidy Daza Condezo
Jefe de la Unidad Central de Laboratorios
de Investigación – Unheval

Nota: Durante la ejecución del proyecto utilizó la balanza analítica que fue su instrumento mecánico de medición, dicho instrumento se encuentra calibrado.

C.c. archivo