



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

Estudio de *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* para la  
biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo

Libre, Lima – 2023

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
Ingeniera Ambiental**

**AUTORAS:**

Gonzales Amaral, Laddy Margarita (orcid.org/0000-0001-5808-783X)

Sánchez Inga, Thalia Lucero (orcid.org/0000-0001-5397-0615)

**ASESOR:**

Mg. Bañón Arias, Jonnatan Víctor (orcid.org/0000-0002-0996-9593)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Tratamiento y Gestión de los Residuos

**LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:**

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2023

## DEDICATORIA

A mi madre, Guadalupe Amaral por tu apoyo y amor, por tus consejos y valores que hacen de mí una persona de bien. ¡Te amo mamá!

A mi esposo, Ángel Huamán Rodríguez por brindarme en todo momento su apoyo incondicional y darme esa confianza para poder cumplir una de mis metas; eres el mejor compañero de mi vida y la clave fundamental de mis sueños.

A mis hijos, Leonel y Sofía por ser mi fuerza y mi motivación principal para terminar la carrera.

A mis hermanos, Walter y Claudia por ser parte de mi vida.

***Gonzáles Amaral, Laddy Margarita***

A mi familia por brindarme su apoyo incondicional durante todo mi proceso formativo y ser mi soporte emocional en los momentos más difíciles de mi proceso formativo y a todos mis seres queridos que de alguna forma u otra me mostraron su aprecio y apoyo, gracias.

***Sánchez Inga, Thalía Lucero***

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, por su amor, bondad y misericordia hacia mi persona; estoy muy agradecida a él por darme la salud y las fuerzas de seguir adelante, a pesar de las adversidades que se me presentaron.

A nuestro asesor Jonnatan Victor Bañon Arias por guiarnos y apoyarnos en la elaboración de nuestra tesis.

***Gonzáles Amaral, Laddy Margarita***

A Dios por brindarme salud día a día, a mi compañera Laddy Margarita Gonzales Amaral por permitirme llevara cabo esta investigación con ella y por brindarme su apoyo en momentos complicados.

A nuestro asesor Jonnatan Victor Bañon Arias por guiarnos y apoyarnos en la elaboración de nuestra tesis, a nuestra casa de estudios por habernos formado durante estos 5 años para ser futuros ingenieros ambientales.

***Sánchez Inga, Thalía Lucero***



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Declaratoria de Autenticidad del Asesor**

Yo, BAÑON ARIAS JONNATAN VICTOR, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis Completa titulada: "Estudio de Pleurotus ostreatus y Ganoderma lucidum para la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023", cuyos autores son GONZALES AMARAL LADDY MARGARITA, SÁNCHEZ INGA THALIA LUCERO, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 13.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis Completa cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

LIMA, 26 de Julio del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Asesor:</b>	<b>Firma</b>
BAÑON ARIAS JONNATAN VICTOR <b>DNI:</b> 43661382 <b>ORCID:</b> 0000-0002-0996-9593	Firmado electrónicamente por: JBANONAR el 26-07- 2023 12:54:56

Código documento Trilce: TRI - 0621076



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Declaratoria de Originalidad de los Autores**

Nosotros, GONZALES AMARAL LADDY MARGARITA, SÁNCHEZ INGA THALIA LUCERO estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Estudio de Pleurotus ostreatus y Ganoderma lucidum para la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

1. No ha sido plagiada ni total, ni parcialmente.
2. Hemos mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o de paráfrasis proveniente de otras fuentes.
3. No ha sido publicada, ni presentada anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

<b>Nombres y Apellidos</b>	<b>Firma</b>
LADDY MARGARITA GONZALES AMARAL <b>DNI:</b> 75097634 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5808-783X	Firmado electrónicamente por: LGONZALESAM el 26-07-2023 18:26:55
THALIA LUCERO SÁNCHEZ INGA <b>DNI:</b> 75690700 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5397-0615	Firmado electrónicamente por: TSANCHEZI el 26-07-2023 14:55:22

Código documento Trilce: TRI - 0621078

## INDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iii
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR.....	iv
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DE LOS AUTORES .....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	5
III. METODOLOGÍA.....	16
3.1 Tipo y diseño de investigación.....	16
3.2 Variables y operacionalización .....	16
3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis .....	16
3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	18
3.5 Procedimientos .....	19
3.6 Método de análisis de datos .....	43
3.7 Aspectos éticos .....	43
IV. RESULTADOS .....	44
V. DISCUSIÓN.....	60
VI. CONCLUSIONES .....	64
VII. RECOMENDACIONES.....	65
REFERENCIAS .....	66
ANEXOS.....	75

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Registros de instrumentos de recolección de datos .....	18
<b>Tabla 2.</b> Validación de instrumentos .....	18
<b>Tabla 3.</b> Confiabilidad del instrumento .....	19
<b>Tabla 4.</b> Georreferenciación de la zona de toma de muestra .....	21
<b>Tabla 5.</b> Caracterización inicial del sustrato (poda de jardín) .....	44
<b>Tabla 6.</b> Materia orgánica del sustrato (poda de jardín) .....	44
<b>Tabla 7.</b> Nitrógeno orgánico del sustrato (poda de jardín) .....	45
<b>Tabla 8.</b> Relación Carbono/Nitrógeno del sustrato (poda de jardín) .....	46
<b>Tabla 9.</b> Caracterización de la segregación del pañal desechable .....	47
<b>Tabla 10.</b> Eficiencia biológica de los hongos.....	49
<b>Tabla 11.</b> Biodegradación de pañales a los 10 días respecto a las dosis.....	50
<b>Tabla 12.</b> Biodegradación de pañales a los 20 días respecto a las dosis.....	51
<b>Tabla 13.</b> Biodegradación de pañales a los 30 días respecto a las dosis.....	52
<b>Tabla 14.</b> Tiempos de biodegradación .....	53
<b>Tabla 15.</b> Prueba de normalidad de eficiencia biológica .....	54
<b>Tabla 16.</b> Anova de la eficiencia biológica .....	54
<b>Tabla 17.</b> Prueba de normalidad según dosis.....	55
<b>Tabla 18.</b> Anova de biodegradación según dosis.....	56
<b>Tabla 19.</b> Prueba Post hoc Tukey según dosis.....	56
<b>Tabla 20.</b> Prueba de normalidad según tiempo de tratamiento .....	57
<b>Tabla 21.</b> <i>Anova de biodegradación según tiempo</i> .....	57
<b>Tabla 22.</b> Prueba Post hoc Tukey según tiempo .....	58
<b>Tabla 23.</b> Prueba de normalidad de la eficiencia de biodegradación .....	59
<b>Tabla 24.</b> Prueba T student para la eficiencia de biodegradación .....	59

## ÍNDICE DE FIGURA

<b>Figura 1.</b> Diagrama de flujo de procedimientos en la investigación.....	20
<b>Figura 2.</b> Lugar de recolección de muestra .....	21
<b>Figura 3.</b> CAR Divino Jesús .....	21
<b>Figura 4.</b> Recolección de pañales usados .....	22
<b>Figura 5.</b> <i>Recolección de poda del vivero del distrito de Los Olivos</i> .....	22
<b>Figura 6.</b> <i>Segregación de las partes del pañal usado</i> .....	23
<b>Figura 7.</b> Pesado de los componentes del pañal usado .....	23
<b>Figura 8.</b> Secado del pañal usado y sustrato en la estufa. ....	24
<b>Figura 9.</b> Medición de dimensiones del pañal .....	25
<b>Figura 10.</b> Segregación de pañales .....	26
<b>Figura 11.</b> Homogenización de pañales .....	26
<b>Figura 12.</b> Segregación de sus partes.....	27
<b>Figura 13.</b> Proceso de corte.....	27
<b>Figura 14.</b> Selección de muestras óptimas .....	28
<b>Figura 15.</b> Proceso de lavado del sustrato.....	28
<b>Figura 16.</b> Proceso de secado.....	29
<b>Figura 17.</b> Proceso de pesaje de sustrato seco .....	29
<b>Figura 18.</b> Proceso de corte de sustrato .....	30
<b>Figura 19.</b> Proceso de desinfección del sustrato .....	30
<b>Figura 20.</b> Pasteurización del sustrato .....	31
<b>Figura 21.</b> Disolución del agar-agar.....	32
<b>Figura 22.</b> Esterilización de la disolución .....	32
<b>Figura 23.</b> Siembra del Hongo.....	33
<b>Figura 24.</b> Acondicionamiento de las placas Petri para obtención de la célula madre .....	33
<b>Figura 25.</b> Colocación de placas Petri en reactor oscuro .....	34
<b>Figura 26.</b> Crecimiento de la célula madre.....	34
<b>Figura 27.</b> <i>Desinfección de la cebada</i> .....	35
<b>Figura 28.</b> Medición de pH del grano.....	35
<b>Figura 29.</b> Remojo de cebada.....	36
<b>Figura 30.</b> Cocción de la cebada.....	36
<b>Figura 31.</b> Secado y esterilización de la cebada.....	37
<b>Figura 32.</b> Embolsado de la cebada para la inoculación .....	37
<b>Figura 33.</b> Inoculación de Hifas .....	38
<b>Figura 34.</b> Zona de incubación para la expansión de los micelios .....	38
<b>Figura 35.</b> Crecimiento de micelio en la semilla de cebada.....	39
<b>Figura 36.</b> Preparación de las bolsas de biodegradación .....	40
<b>Figura 37.</b> Tratamientos experimentales.....	40
<b>Figura 38.</b> Repeticiones según tratamiento .....	41
<b>Figura 39.</b> Cajón para fructificación .....	41
<b>Figura 40.</b> <i>Hongos cultivados</i> .....	42
<b>Figura 41.</b> Materia orgánica del sustrato (poda de jardín) .....	45
<b>Figura 42.</b> Nitrógeno orgánico del sustrato (poda de jardín) .....	46
<b>Figura 43.</b> Relación Carbono/Nitrógeno del sustrato (poda de jardín).....	47
<b>Figura 44.</b> Peso de pañales desechables después del uso .....	48
<b>Figura 45.</b> Humedad de pañales según su talla.....	48

<b>Figura 46.</b> Eficiencia biológica de los hongos.....	49
<b>Figura 47.</b> Biodegradación de pañales a los 10 días respecto a los parámetros de proceso de cultivo.....	50
<b>Figura 48.</b> Biodegradación de pañales a los 20 días respecto a las condiciones de cultivo .....	51
<b>Figura 49.</b> Biodegradación de pañales a los 30 días respecto a las condiciones de cultivo .....	52
<b>Figura 50.</b> Biodegradación de pañales respecto al tiempo de tratamiento.....	53

## RESUMEN

Los pañales son considerados como residuos sólidos no aprovechables para el cual no existe una adecuada segregación, lo que representa una amenaza para el ambiente. Por tal razón, el estudio tiene por objetivo determinar la influencia de los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* en la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023. Para lo cual, en lo metodológico se acondicionaron los pañales usados recolectados (pañales con contenido de orina) para el proceso de biodegradación, donde sometieron a prueba tres dosis compuestas por hongos y sustrato (residuos de gras) que aceleró la producción de hongos. El proceso de tratamiento fue evaluado a los 10, 20 y 30 días. Los resultados mostraron que la dosis óptima estuvo compuesta por 100g de hongo *Pleurotus ostreatus* + 100g de hongo *Ganoderma lucidum* + 62 g de pañal + 80 g de sustrato, alcanzando el mayor nivel de biodegradación de pañales desechables (64,79%) a los 30 días de tratamiento. En conclusión, a mayor tiempo de tratamiento y mayor dosis con presencia de ambos hongos (*Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum*) se obtiene una mayor en la biodegradación de pañales desechables en Pueblo Libre, Lima – 2023.

**Palabras clave:** *Ganoderma lucidum*, *pleurotus ostreatus*, pañales desechables, sustrato.

## ABSTRACT

Diapers are considered unusable solid waste for which there is no adequate segregation, which represents a threat to the environment. For this reason, the study aims to determine the influence of the *Pleurotus ostreatus* and *Ganoderma lucidum* fungal cultures on the biodegradation of disposable diapers in Pueblo Libre, Lima - 2023. For which, the collected used diapers were methodologically conditioned (diapers with urine content) for the biodegradation process, where they tested three doses composed of fungi and substrate (grass residue) that accelerated the production of fungi. The treatment process was evaluated at 10, 20 and 30 days. The results showed that the optimal dose was dose composed of 100g of *Pleurotus ostreatus* fungus + 100g of *Ganoderma lucidum* fungus + 62g of diaper + 80g of substrate, reaching the highest level of biodegradation of disposable diapers (64,79%) at 30 days of treatment. In conclusion, the longer the treatment time and the higher the dose with the presence of both fungi (*Pleurotus ostreatus* and *Ganoderma lucidum*) a greater is obtained on the biodegradation of disposable diapers in Pueblo Libre, Lima - 2023.

**Keywords:** *Ganoderma lucidum*, *pleurotus ostreatus*, diapers, substrate.

## I. INTRODUCCIÓN

Los pañales desechables son productos utilizados en gran medida tanto en niños recién nacidos, como en personas de tercera edad; pero poco se ha hecho por gestionar su disposición final y su tratamiento de degradación. Las empresas lo fabrican sin ningún interés de saber dónde son desechados y aun conociendo que este es un residuo urbano no aprovechable y para el cual no existe una gestión ambiental bien definida para controlar los impactos que estos producen; cabe resaltar que su degradación toma unos 500 años.

Estos desechos se han convertido en una gran preocupación; ya que, si no se gestionan de una manera adecuada, terminan afectando el ambiente y la salud humana. Coello (2018) Como es el caso de Surabaya – Indonesia, donde los pañales desechables representan el 6,9% del total de los residuos y terminan depositados en los ríos desencadenando la proliferación de microorganismos patógenos en los cuerpos de agua; también, sucede en España, donde se tiran cerca de 40 mil toneladas de pañales mensualmente, los cuales son botados en vertederos sin ningún tipo de tratamiento ni un adecuado proceso de biodegradación, esto deja en claro que existen problemas en el manejo de estos residuos, ya sea por el alto costo de la tecnología o porque aún falta aplicar otros métodos de tratamientos.

El Perú es uno de los países que carece de políticas y planes nacionales para el manejo de residuos sólidos urbanos; por ende, no cuenta con las condiciones necesarias para dar un ciclo de manejo integral a los residuos sólidos urbanos, poniendo en evidencia que la mayoría de los desechos no reciben ningún tratamiento y terminan en los botadores o en mejor de los casos en un relleno sanitario. ANA (2021) muestra en un informe realizado por SIGERSOL que existe un 18,86% de residuos no aprovechados y no valorizados; donde se consideran a los pañales desechables usados, los cuales terminan de manera íntegra en vertederos o rellenos sanitarios.

Uno de los lugares donde se producen gran cantidad de estos desechos son los albergues de niños, donde acogen a bebés desde los cero meses hasta su adultez. Tal es el caso del albergue CAR Hogar Divino Jesús, donde residen 25 niños que usan pañales desechables (desde los 0 meses a los 2 años); las cuales

son indispensables para su cuidado personal (SIGEIR, 2023). Un niño en promedio usa de 4 a 6 pañales diarios y si sacamos cuentas un niño promedio, estaría produciendo aproximadamente 2,16 toneladas de residuos, las cuales son no aprovechables, siendo estos transportados y puesto como disposición final a los rellenos sanitarios; cabe destacar que estos residuos no reciben ningún tratamiento. Quedando en evidencia una vez más, el gran impacto negativo que causan estos residuos en el ambiente; por ello, se buscan alternativas que ayuden a acelerar el proceso de degradación de esos desechos, en especial de aquellos residuos de difícil degradación, como en el caso de los pañales que es el tercer artículo más usado por el hombre; por tal motivo, la investigación propone la reducción de este impacto ambiental que ejercen los pañales desechables utilizando la biodegradación como aporte fundamental para la sociedad. Los pañales son considerados como residuos sólidos no aprovechables (MINAM, 2019) para el cual no existe una adecuada segregación, lo que representa una amenaza para el ambiente, cuya huella ambiental es de 62 kg de CO<sub>2</sub> (Coello, 2018, p.62).

Otro residuo aprovechado en esta investigación es la poda de jardín, ya que es utilizada como sustrato y soporte para el desarrollo del hongo; este residuo que se genera a partir del mantenimiento de los jardines provoca un gasto a las municipalidades, como es el caso de la municipalidad de Los Olivos, donde aproximadamente se producen 3 toneladas de residuos de poda, en la cual hacen una inversión diaria de 210 soles para su disposición final. (Municipalidad de Los Olivos, 2023)

La presente investigación tiene como problemática general: ¿Cuál es la influencia de los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* en la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023?, como a la vez se tiene los problemas específicos: ¿Cuáles son las características de los pañales desechables usados en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023? ¿Cuál es la eficiencia biológica de los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* en guardería de Pueblo Libre, Lima - 2023?, ¿Cuál fue la dosis óptima del tratamiento para la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023?, ¿Cuál fue el tiempo óptimo para la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima –

2023?, ¿Cuál es la eficiencia de biodegradación del pañal desechable en guardería de Pueblo Libre, Lima - 2023?

Los pañales desechables son considerados residuos urbanos no reciclables, por lo que la presente investigación realizó una biodegradación utilizando los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum*, con la finalidad de crear niveles más aceptables de vida, siendo estos niveles considerados los siguientes. **Nivel Social:** Se busca minimizar los impactos negativos sobre la salud de la población, ya que estos al ser dispuestos en las vías públicas generan la proliferación de agentes patógenos; por lo que, si se realiza la segregación de estos residuos, evitamos la generación de malos olores de descomposición y sobre todo la liberación de gases de efecto invernadero. **Nivel económico:** Es importante porque los pañales desechables fueron tratados por dos tipos de hongos (*Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum*) que son reconocidos por sus actividades degradadores de lignocelulosa, lo cual aprovechan estos residuos para satisfacer sus necesidades biológicas; al mismo tiempo que maximiza la utilización y el potencial de reciclaje de los desechos, reduciendo a su vez en masa y volumen los residuos contribuyendo económicamente al excesivo gasto en el manejo de residuos sólidos. **Nivel ambiental:** Se utilizó un método eficiente en el proceso de degradación de estos residuos (pañales desechables) evitando así que los lugares de disposición final se deterioren o peor aún sean un foco de infección o contaminación para los residentes de su alrededor.

Para ello la presente investigación planteo como objetivo general: Determinar la influencia de los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* en la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023. Teniendo como objetivos específicos: Determinar las características de los pañales desechables usados en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023; Determinar la eficiencia biológica de los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* para la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023; Determinar la dosis óptima del tratamiento para la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023; Determinar el tiempo óptimo para la biodegradación de pañales desechables

en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023; Determinar la eficiencia de biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima - 2023.

La presente investigación tiene como hipótesis general: Los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* influyen en la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023. Las hipótesis específicas fueron: Es posible caracterizar los pañales desechables usados en una guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023. La eficiencia biológica de los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* son adecuados para la biodegradación de los pañales desechables, La dosis 3 es óptima para la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023, El tiempo de 30 días es óptimo para la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023, y Los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* logran una eficiencia de biodegradación significativa de pañales desechables en Pueblo en guardería de Libre, Lima - 2023.

## II. MARCO TEÓRICO

En Kusumawati y Mangkoedihardjo (2021), en su investigación mencionan que debido a que cada año crece exponencialmente el número de habitantes, el uso de los pañales ha ido creciendo cada día, con lo cual aumentamos la generación de residuos sólidos que por lo general son vertidos a cielo abierto sin ningún tipo de precaución, haciendo que los rellenos se acumulen con este tipo de residuos, es por ello que la biodegradación de este producto empleando especies microbianas resulta ser una de las opciones más ecológica para la degradación de estos desechos. El uso de especies microbianas para la degradación de este material tiene muchos beneficios como: mejor degradación de lignocelulosa, sustrato libre de patógenos, desempeñan un rol importante para la degradación de plásticos y eliminan toxinas nocivas.

Oliveira et al. (2020) menciona en su investigación que los plásticos son materiales que nos aportan mucho en nuestro día a día, sin embargo, dicho material se acumula de manera exponencial en el medio ambiente debido a la baja tasa de biodegradabilidad de este residuo que generan gran impacto en la vida marina y en los seres humanos. La biodegradación de este producto empleando especies microbianas por hongos genera que los compuestos en acción se vuelvan compuestos más simples, lo que facilita su degradación, para la cual las condiciones óptimas se encuentran en los 30 °C y el método de detección de la biodegradación es por la pérdida de peso.

Pinedo y torreta (2020) En su investigación mencionan que la mala gestión y disposición de los residuos es un problema ambiental, es por ello que la valoración de algunos residuos resulta ser una alternativa viable y sobre todo económica, para evitar la gran acumulación de los residuos en los rellenos sanitarios. Una de las alternativas que ha brindado buenos resultados para la degradación de pañales es el empleo de hongos con residuos de jardinería.

Ekanayaka et al. (2022) mencionan que el plástico es uno de los materiales más versátiles que producimos, debido a su gran versatilidad que tiene este producto hace que se acumulen en el ambiente, es por ello que el tratamiento de este producto es indispensable, una de las alternativas más viables es el uso de hongos, para su degradación los resultados de dicha investigación confirman que

los hongos degradadores de plástico son taxonómicamente diversos y pertenecen a tres filos fúngicos principales: Ascomycota, Basidiomycota y Mucoromycota.

Temporiti et al. (2022) en su investigación mencionan que existen diversos hongos enfocados en la degradación de plásticos, uno de ellos el basidiomiceto *Pleurotus ostreatus* el cual se encarga de hidrolizar los enlaces y también menciona que el hongo *Ganoderma sp* se encuentra en etapa pionera como biodegradador de este residuo que promete dar buenos resultados como los otros hongos ya empleados para la degradación de este residuo.

Cunha et al. (2023) mencionan en su investigación que los hongos son capaces de bioconvertir residuos orgánicos, el micelio de los hongos puede secretar enzimas que se encargan de degradar la lignina, haciéndolos formar cuerpos fructíferos a partir de dichas enzimas, la familia de hongos *Pleurotus* tiene gran adaptabilidad a cualquier tipo de sustrato.

Por otro lado, Khoo et al. (2019) en su investigación mencionan que los pañales usados son un problema eco tecnológico que cada día se incrementa por el aumento de la población; por ello, la aplicación de tratamientos a base de hongos alimenta de material celulósico, la variedad de *Pleurotus ostreatus* usa la celulosa que se encuentra dentro de los pañales desechables como fuente de alimento, para formar sus cuerpos fructíferos. El sustrato empleado en su investigación para la degradación de los pañales estuvo conformado por hojas secas, pasto y paja de trigo, arrojando como resultado una eficiencia del 80% en la degradación de la celulosa de los pañales, mostrando así que a través de la degradación de los pañales por medio de tratamientos biológicos se mejora la gestión de estos desechos de un solo uso y se evita su acumulación.

Ganash et al. (2021) mencionan que la lignocelulosa es uno de los recursos naturales más renovables, los hongos de pudrición blanca (*Pleurotus ostreatus*) son los principales que se encargan de la degradación de la lignina, debido a que estos hongos liberan enzimas esenciales para su degradación.

Mismisuraya et al. (2021) en su investigación tuvo como objetivo principal determinar la eficiencia de degradación biótica de productos plásticos para la higiene usando los hongos *Pleurotus ostreatus*, donde se usaron toallas sanitarias

y dos marcas de pañales (Drypers y Giant diapers); en este estudio se usó las partes frontales de cada una de las muestras que contenían plásticos como el polietileno y el polipropileno, las cuales fueron acondicionados en fragmentos de 4cm por 4cm, con un peso de alrededor de 10g, para después ser colocados en la superficie del agar conjuntamente con el micelio del hongo, estas muestras se colocaron en un gabinete oscuro, las cuales fueron evaluadas durante los 30, 45, 60, 75 y 90 días. Teniendo como resultados, que todas las muestras sufren una degradación biótica desde los 30 hasta los 90 días, obteniendo que las toallas higiénicas tuvieron una pérdida de peso del 31%, el pañal Giant del 39% y por último el pañal de la marca Drypers del 46%, demostrándose que el hongo *Pleurotus ostreatus* puede degradar el polietileno y el polipropileno presentes en los productos de higiene, evidenciando la capacidad y eficiencia de los hongos en la biodegradación.

Nyuk et al. (2022) en su artículo redujo los desechos de pañales y alimentos residuales (desechos de café, bagazo de caña, cascaras de plátanos y huevos) transformándolos un único sustrato para crecimiento, como alternativa con cultivos de hongos. Obteniéndose como resultado, el medio de cultivo se caracterizó por un alto contenido de celulosa (27%), hemicelulosa (16%) y nutrientes como nitrógeno (15779 mg/kg), fósforo (867 mg/kg) y potasio. (7758 mg/kg), lo que promovió casi el doble de producción de hongos (*P. ostreatus*) (73 g) en comparación con el medio comercial (37 g). Dicho cultivo de hongos también dio como resultado una reducción del 40 % en el peso del sustrato, lo que confirma su uso efectivo en cultivo de hongos y de la misma manera una forma de reducir los desechos. En conclusión, la aplicación de estos sustratos de crecimiento aumentó de la producción de hongos hasta dos veces en comparación con el mostrado por el sustrato de crecimiento comercial, el cual mostrándose como una manera adecuada y factible para ser utilizados en la degradación de los residuos con dichos hongos.

Liza (2019), en su tesis doctoral evaluó el sustrato del cultivo de hongos ostra en lugar de la paja de trigo de los pañales desechables y toallas higiénicas, y de esta manera recomendar el uso de hongos ostra para la limpieza ambiental. Dicho estudio se realizó con 5 muestras por puntos de muestreo, estas al mismo tiempo conformándose por 5 fases en 4 puntos de muestreo, obteniendo un monto total de

100 muestras. Los resultados se analizaron mediante Anova seguido de la prueba de Tukey. La masa de hongos en almohadillas y pañales no varió significativamente ( $p < 0,05$ ), pero fue significativamente menor ( $p < 0,05$ ) que en la paja de trigo. Finalmente, cuando estas tres fuentes de sustrato se ordenan por peso residual en relación con el número de días, se observa una tendencia similar, es decir, sustrato de paja de trigo es mayor al sustrato de pañal, y este es mayor al de toallas sanitarias. Sin embargo, al considerar la eficiencia de uso reflejada por el porcentaje de peso residual de los tres sustratos (paja de trigo, pañales, toallas sanitarias), los valores fueron de 52,5%, 40,2% y 36,6% para paja de trigo, pañales y toallas higiénicas, respectivamente. Esto significa que el uso de los tres sustratos por parte de los hongos ostra no difirió notablemente.

Khoo et al. (2022), en su artículo determinó la viabilidad de reducción de residuos de biomasa de café molido, plátano, cáscara de huevo, residuos de té, bagazo de caña de azúcar, aserrín y residuos de pañales como sustrato para el hongo *Lingzhi (Ganoderma lucidum)*. Sus bolsas de tratamientos se prepararon con diferentes concentraciones de pañal desechable (1%, 2%, 4% y 5%), además se mezclaron con las biomásas secas de los residuos y se empaquetaron por triplicado, teniendo un peso final de 600g por bloque. Los resultados obtenidos mostraron lo siguiente, la adición del pañal hasta en un 5% resultó con una tasa mayor de propagación del micelio del hongo. Además, se reflejó una reducción del 70% en los desechos durante el proceso de biodegradación en el cultivo de hongos (*Ganoderma lucidum*). En conclusión, dicho estudio da una alternativa de solución a una posible gestión adecuada de residuos y una economía circular para el cultivo de hongos de manera eficiente en la degradación de residuos.

Campos y Risco (2021), en su investigación determinó la eficiencia del cultivo de setas (*Pleurotus ostreatus*), en la biodegradación de pañales desechables usados. Para llevar a cabo el trabajo de investigación se climatizó la sala con las condiciones óptimas para evitar la contaminación de las muestras, luego se preparó 1 kg de sustratos a base de paja de arroz, virutas de madera, pañales desechables utilizados con orina y heces y semillas de los mismos. hongo *Pleurotus ostreatus* en diferentes proporciones, estas muestras se colocaron en fase oscura durante 42 días y en fase clara hasta alcanzar los resultados después

de 3 meses. Finalmente, la muestra con hongo *Pleurotus ostreatus* tuvo una gran afectividad en la degradación de sustratos en masa 16,02 % y volumen un 22%.

Ilyina et al. (2019), en su artículo utilizó sustancias orgánicas de cultivos miceliales de basidiomicetos xilotróficos para la biorremediación de suelos contaminados por compuestos polifenólicos y metales pesados. Los resultados mostraron una disminución en el indicador complejo de toxicidad del suelo de 0,9 a 3 veces bajo la influencia de los complejos sustrato micelial (cultivo de hongos y desechos biotecnológicos). También se estudió la dinámica del contenido de humus en muestras de suelo como resultado de la introducción del hongo ostra (*Pleurotus ostreatus*) como fertilizante. Se encontró que el contenido de humus en las variantes experimentales aumentó de 0,08 a 0,14%. Al mismo tiempo, el uso de los restos del cultivo de hongos como fertilizante permitió aumentar el rendimiento del trigo de primavera de la variedad Tulaykovskaya 10 en un 10,7-29,5%.

Rainert et al. (2021), en su artículo evaluó la decoloración del colorante Remazol Brilliant Blue Reactive (RBBR) por bioabsorbente, constituido por micelio macrofúngico ligninolítico soportado sobre papel SBS recubierto de PET. Los resultados obtenidos son los siguientes, los efluentes de los baños y lavados de colorantes se extrajo una muestra y se analizó, dando lugar a que el efluente final tuviera una concentración media de colorante residual de 57,3 mg/L. Dicho resultado demostró que las concentraciones más altas de carbono y nitrógeno se forman debido a los bioadsorbentes de hongos arrojando valores altos de proteínas totales y actividad enzimática. Dicha prueba de uso y reutilización de bioadsorbentes mostraron un 94% de eliminación de color RBBR dentro de los 30 días posteriores a la reutilización. El uso de bioadsorbente para el blanqueo de colorantes y residuos textiles es un potencial eficaz y económico. Por lo tanto, los hongos de la pudrición blanca pueden secretar muchos tipos de oxidasas extracelulares que están involucradas en la degradación de la lignina en sustratos lignocelulósicos naturales y de esta manera reducir el impacto del contaminante.

Mohammadi et al. (2019), en su artículo descontaminó suelos con hidrocarburos mediante la aplicación de bioremediación. En su metodología utilizó el compost gastado de hongos de *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* y

*Ganoderma lucidum* se utilizó como inóculo (10%) para la bioremediación de suelos contaminados por hidrocarburos de petróleo, dicho tratamiento se mantuvo entre 25 y 28 °C y con un 60% en la capacidad de retención de líquido, asimismo para mantener la aireación se realizaron 2 volteos por semana. Como resultado final los hidrocarburos de petróleo fueron degradados con las muestras aplicadas por hongos de pudrición blanca, sin embargo, los *Bisporus* mostró una alta degradación de dichos hidrocarburos con una efectividad del 71.5 %. El cual se concluye que los tratamientos por *A. bisporus*, *P. ostreatus* y *G. lucidum* aumentó, analizados en cromatografía de gases mostraron una disminución de los hidrocarburos totales de petróleo en todos los tratamientos. Finalmente, el compost de hongos reduce la toxicidad de los residuos de hidrocarburos de petróleo en un periodo de 3 meses de biorremediación.

Kumar *et al.* (2010), en su artículo usó 8 tipos de papel (papel satinado, papel marrón, papel de periódico, papel de revista, papel cuadriculado, papel cometa, papel de copia rugosa y papel de impresión de tamaño A-4), y dos tipos de cartón (cartón corrugado y cartulina). El cual se evaluaron con diversas manifestaciones de hongos ostra blanco *Pleurotus florida* Cepa P1, asimismo, se utilizó la totalidad del sustrato de hongo para el crecimiento y formación de esporóforos. El cultivo de hongos se recogió en tres lotes, en los que el rendimiento y la eficiencia biológica variaron de 190 a 495 g, del 38 al 99% para el sustrato utilizado. El papel de diario (450 g; 90%) y el cartón (495 g; 99%) mostraron un rendimiento y eficacia biológica importantes ( $P = 0,05$ ) en comparación con el control. También produjeron un número significativo de cuerpos fructíferos de hongos (56 y 64, respectivamente). El cartón ondulado (10,29 g) fue significativo en relación con el peso medio de esporocarpo. También se evaluó el rendimiento porcentual de varios sustratos. Entre los sustratos, el cartón representa el 14% de la producción total de setas, seguido del papel de revista (13%) y el papel de diario (12%).

Maulianawati *et al.* (2021), en su artículo evaluó la capacidad de la bacteria *Pseudomonas aeruginosa* en cocultivo con el hongo de la podredumbre blanca *Pleurotus eryngii* para degradar el DDT. Se obtuvo 82% de degradación del DDT a partir de cultivos de hongos con una edición de 10 ml de P. obteniendo mejor relación de optimización de 0.57, dicho ensayo mostro que el P. *aeruginosa* no

tuvo ningún efecto sobre el *P. Eryngii* (0.39 cm/día). Se detectaron DDD (1,1-dicloro-2,2-bis(4-clorofenil) etano), DDE (1,1-dicloro-2,2-bis(4-clorofenil) etileno) como productos metabólicos de la degradación del DDT por co-cultivos bacteria *P. aeruginosa* y hongo *P. eryngii*. Este estudio indicó que la bacteria *P. aeruginosa* se puede utilizar para mejorar la degradación del DDT por el hongo *P. eryngii*.

Pañal desechable, Serrano *et. al* (2021), definen los pañales desechables como artículos de higiene personal que se utilizan en los primeros años de vida de un niño, estos son productos indispensables para el cuidado personal de los bebés, su principal función se centra en la absorción de la orina y retención de las heces fecales.

SERNAC (2020) menciona que el pañal desechable está conformado principalmente por materiales poliméricos superabsorbentes (SAP) en su centro, polímeros que cumplen la función de bloques, los cuales se encargan de la absorción y retención de los fluidos que generan los bebés, este también tiene una pulpa esponjosa conocida como celulosa, componente encargado de recolectar el líquido, este constituye el 50% del núcleo.

No degradable, los materiales no degradables son aquellos de difícil descomposición y no son capaces de hacerlo por sí mismo. La degradación se define como el cambio de las propiedades iniciales del material; es decir, las estructuras del material sufren una ruptura química, donde las macromoléculas rompen los enlaces y se transforman en otra sustancia más sencilla (López y Franco, 2021); entonces, podemos decir que un material no degradable es aquello que puede tardar años en el ambiente en su estado inicial, perjudicando los recursos como el suelo, agua y aire.

Basura urbana, son desechos que provienen de las actividades humanas y que gracias al crecimiento poblacional este va aumentando exponencialmente. Estos residuos están constituidos por material orgánico, material inorgánico como el papel, el plástico, latas, vidrio, entre otros; cabe mencionar que estos pueden ser aprovechados y también existen los materiales no aprovechables como los residuos de papel higiénico, envases descartables, pañales o toallas desechables. Según Rodríguez y Baca (2022), afirman que la basura es el resultado de una relación

entre la sociedad y la naturaleza, que una vez desechada, no puede reingresar al sistema metabólico.

Características físicas, son parámetros fundamentales que se toman en cuenta para la descripción de la muestra en estudio, se debe realizar una identificación de sus elementos esenciales como el tamaño, componentes, peso y entre otros.

Adsorbente, hace referencia a una parte del pañal que se encarga de la retención de los líquidos u otros materiales cuasi consistentes. Estos productos son a base de polímeros superabsorbentes como el poliacrilato de sodio, lo que evita que se produzca un desborde y se mantenga la piel seca (Romero, Gómez y Llanos, 2023).

Celulosa, es la molécula biológica más usada, ya que se puede encontrar abundantemente en la naturaleza. Esta tiene una estructura lineal, que tiene como base los enlaces 1,4  $\beta$ -glucosídicos en cadenas no ramificadas, a esto se le adiciona la unión de tres grupos de OH en cada unidad estructural, lo que hace que reaccione como un alcohol, un éster o un éter (Labrador y Osto, 2021). Su gran potencial de modificaciones ha hecho que se apliquen a nivel industrial tanto en el sector alimentario como en el sector textil.

Sustrato, es el componente más importante para el desarrollo de una planta u hongo; está compuesto por uno o más materiales que le permite dar soporte a las raíces de las plantas, asimismo suministra aire, agua y nutrientes minerales (Bárbaro y Karlanian, 2020).

Granulometría, refiere a los diversos tamaños del agregado en una muestra. Para el caso del acondicionamiento del cultivo se debe realizar un cortado del sustrato y del pañal para poder obtener un tamaño adecuado y así el micelio del hongo pueda distribuirse de manera uniforme.

Incubación, este proceso hace referencia al tiempo en el que se desarrolla el crecimiento micelial del hongo en el sustrato o en el medio; es decir, el micelio va creciendo y cubriendo toda la superficie de su medio de color blanco (García *et al.*, 2018). Para ello se recomienda, que la temperatura oscile de 22 a 24°C,

manteniendo la oscuridad y la humedad entre el 70 al 85% en el cultivo (González *et al.*, 2020).

Siembra, etapa donde se coloca la semilla en el sustrato preparado, para ello primero el sustrato pasa por un proceso de pasteurización o esterilización, con el cual se trata de eliminar todo agente patógeno que pueda contaminar el cultivo; después de ello, en una bolsa de polietileno se coloca una capa de sustrato y se riega la semilla del hongo, y así sucesivamente hasta completar el peso deseado (Montenegro y Stuardo, 2021).

Fructificación: es la fase donde se evidencia el crecimiento de las setas o cuerpos fructíferos, es decir se producen los frutos. Los hongos aprovechan la materia orgánica residual para producir sus cuerpos fructíferos (González *et al.*, 2020).

Cosecha, para realizar la cosecha de un hongo se debe de observar los cambios físicos de este; por ejemplo, sus bordes tienden a cambiar de cóncavos a convexos. Se realiza de manera manual, procurando recolectar todos los cuerpos fructíferos sin contaminarlo.

Temperatura, es un parámetro físico que se evalúa dentro de las características del desarrollo del hongo. En el caso del *Pleurotus ostreatus* se debe tener una temperatura que oscile del  $22 \pm 3$  °C (Melisa *et al.*, 2021). Por su parte, el cultivo de *G. lucidum* las condiciones ambientales deben ser de 25 a 30°C de temperatura (Xu *et al.*, 2021).

Potencial de hidrógeno, es un parámetro que puede influir en el crecimiento y la colonización del hongo. Por su parte, SUBEDI, *et al.* (2021) menciona que el pH del medio es un parámetro importante para su crecimiento; demostrándose que el *Ganoderma lucidum* obtiene un mayor desarrollo en un pH de 4,5 y 5,5, en la cual se observó un aumento aproximadamente de 1,08 cm en la longitud del micelio por día.

Micelio, tiene una forma algodonosa de color blanco y se desarrolla sobre la superficie de un medio de cultivo nutritivo; además, tiene una estructura filamentosa (hifas) y se puede obtener mediante la digestión de la lignocelulosa con hongos (Fernández *et al.*, 2020).

Hongo, son parte fundamental de la vida, ya que realizan funciones que hacen que la vida siga evolucionando, estos realizan procesos de descomposición y también son usando como controladores de medios, es así como han ayudado al desarrollo de la vida (Montenegro y Stuardo, 2021).

*Pleurotus ostreatus*: es un hongo a base de paja de trigo y residuos, este hongo es fácil de cultivar y se adapta a diversos residuos, su desarrollo se genera a partir de la descomposición de los residuos en cuestión, su mayor desarrollo lo alcanza en temporadas de primavera a otoño. Según Quintana *et al.* (2022), los hongos poseen una estructura que les permite degradar sustancias orgánicas y convertirlas en proteína valiosa, su crecimiento depende de las condiciones climatológicas a las que se encuentra expuesto, la especie *Pleurotus* más conocido como hongo ostra son uno de los hongos más comerciales a nivel mundial por su valor nutricional. Por otro lado, Guevara *et al.* (2021) menciona que el hongo *Pleurotus* requiere de un clima tropical o subtropical, para el desarrollo y formación de sus cuerpos.

Entre las características físicas que más resaltan del *Pleurotus ostreatus* son su superficie, el cual tiene una textura lisa, abombada y convexa cuando está en la etapa de la juventud; después va aplanándose poco a poco, su diámetro oscila entre los 5 a 15 cm dependiendo de la edad del hongo, su color varía de gris claro hasta pardo (Losoya *et al.*, 2021).

Según Quiñonez *et al.* (2022), la técnica de cultivo de *Pleurotus Ostreatus* se encuentra estandarizada y es altamente eficiente, de bajo costo económico, el cual se desarrolla de manera rápida y generalmente este tipo de hongo no suelen ser infectados por enfermedades o plagas. Estos hongos requieren sustratos con fuentes altas de carbono, nitrógeno y compuestos inorgánicos, para su óptimo desarrollo. Por otro lado, según Adebayo *et al.* (2021), menciona que la especie *Pleurotus* cuenta con una variabilidad fenotípica que le permite tener amplios rangos geográficos para su producción, crecimiento y desarrollo, que se ven afectados por la inadecuada elaboración del sustrato o la falta de tecnicismo que causan la degeneración de la cepa y su pérdida genética.

Nieto *et al.* (2021), los hongos del género *Pleurotus ostreatus*, es uno de los hongos más consumidos, producidos y estudiados, esto se debe a las propiedades que contienen y a su facilidad de producción logrando un alto valor proteico que varían de 10 a 45 %; sin embargo, los valores nutricionales varían dependiendo de los sustratos empleados para su producción y sus condiciones climatológicas a las que están expuesto.

*Ganoderma lucidum*, este en hongo también llamado como “Reishi” en japonés y “Lingzhi” en chino, pertenece a la familia Polyporaceae, su gran valor nutricional y medicinal ha conllevado que su cultivo se desarrolló a nivel artificial en diferentes partes del mundo. Según Diaz y Diaz (2022) el hongo *Ganoderma lucidum* tiene forma de riñón con una textura leñosa con un diámetro de 5 a 20 cm, su superficie tiene un aspecto brillante cuando está mojado. Requiere de una temperatura de 30°C y una humedad relativa de 95% aproximadamente.

Familia fungí, antiguamente los hongos eran considerados como un tipo de plantas, pero sin flores, que eran agrupadas con los otros tipos de organismos, sin embargo, sus funciones estructurales eran totalmente diferente al de la planta; actualmente, estos conforman otro grupo llamado el Reino Fungí, estas especies son heterótrofos, es decir, consiguen su alimento de la materia orgánica. (Montenegro y Stuardo, 2021)

Según Luque *et al.* (2022), los hongos son considerados los primeros descomponedores de materia muerta existente en las plantas, estos contienen una gran variedad de minerales, vitaminas y proteínas en su composición, su composición puede variar dependiendo de las condiciones climatológicas a las cuales se encuentren expuestos.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1 Tipo y diseño de investigación

##### 3.1.1 Tipo de la Investigación

La investigación fue de tipo aplicada, que según Arias y Covinos (2021), tiene como objetivo resolver problemas prácticos planteados en el estudio y encontrar una solución viable a la investigación. Además, el estudio tuvo un enfoque cuantitativo basado en la recopilación de datos medibles donde se pudo dar respuesta a la interrogante de la investigación y la comprobación de hipótesis experimentales (Monje, 2011).

##### 3.1.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación es experimental, que según Galarza (2021), se caracteriza por el manejo intencionado de la variable independiente, hacia la variable dependiente. Para ello, en el proceso experimental se evaluó un pre y post tratamiento de la variable dependiente, siendo esta manipulada por la variable independiente, con el fin de buscar alternativas más factibles para el manejo de residuos sólidos no aprovechables e identificar que microorganismos degradador (*Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum*) es el más adecuado para tratar los pañales desechables usados.

#### 3.2 Variables y operacionalización

##### 3.2.1 Variables

Las variables del estudio fueron:

**Variable independiente:** Cultivo de hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum*

**Variable Dependiente:** Biodegradación de pañal desechable

##### 3.2.2 Operacionalización

Viene hacer los diferentes componentes de la tabla de operacionalización, comprenden las variables, conceptos conceptuales y operacionales, también tiene las dimensiones, indicadores y las unidades que son medidas (Anexo N° 2).

#### 3.3 Población, muestra, muestreo y unidad de análisis

##### 3.3.1 Población

La población de la investigación estuvo conformada por todos los pañales desechables de la guardería CAR Divino Jesús del distrito de Pueblo Libre, se generan en promedio 60 pañales desechables usados diariamente.

De acuerdo con Castro (2019), llama a la población el universo del estudio que es representado por un conjunto de personas u objetos, que poseen características en común para el estudio, que darán como resultado datos para la investigación.

### **3.3.2 Muestra**

La muestra fue tomada de todas las aulas de la guardería CAR Divino Jesús (edad de recién nacidos a 2 años), los que fueron tomados de manera aleatoria recolectando 30 pañales desechables.

Según Quispe et, al (2020) menciona que el tamaño de muestra es un aspecto primordial del diseño de estudios cuantitativos, un cálculo apropiado del tamaño de muestra nos permite establecer la cantidad mínima de participantes necesarios, lo que nos permite reducir riesgos y costos.

### **3.3.3 Muestreo**

El muestreo fue probabilístico de tipo aleatorio simple, después de la obtención de la muestra se homogenizo los 60 pañales, de los cuales, por cuarteo, se seleccionaron 30 pañales que se encontraron en condiciones favorables para el estudio.

El muestreo es la base de la inferencia estadística, es indispensable para temas como la estimación y el contraste de la hipótesis (Begué et al, 2019).

### **3.3.4 Unidad de Análisis**

La unidad de análisis estuvo dada por 62g de pañales desechables que fueron evaluados de acuerdo a las diferentes dosis de los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum*.

### 3.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

#### 3.4.1 Técnica de la investigación

La técnica empleada en la presente investigación es la observación directa, lo cual se basa en el registro y apunte sistemático de los datos obtenidos en los experimentos, teniendo en cuenta que tienen que ser válido y confiable.

#### 3.4.2 Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos fueron las fichas de recolección de datos, presentes en el Anexo 3.

**Tabla 1.** *Registros de instrumentos de recolección de datos*

<b>FICHAS</b>	<b>DESCRIPCIÓN</b>
Ficha 1	Recolección de pañales y sustrato (poda de jardín) para su caracterización. Anexo 3.
Ficha 2	Biodegradación de pañal desechable. Anexo 4.

#### 3.4.3. Validez

La validez del estudio fue a través del juicio crítico de especialistas del tema de ingeniería ambiental con grados de magister y doctores colegiados como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 2.** *Validación de instrumentos*

<b>Nombre del Especialista</b>	<b>CIP</b>	<b>Porcentaje de validación</b>
Dr. Ing. Aliaga Martínez, María Paulina	59443	95%
Dr. Ing. Mendoza Mogollón, Gianmarco Jorge	200348	90%
Dr. Lizarzaburu Aguinaga, Danny Alonso	95556	85%
Dr. Jave Nakayo Jorge Leonardo	43444	85%
Dr. Acosta Suasnabar Eusterio Horacio	25450	85%

#### 3.4.4. Confiabilidad

Para comprobar la confiabilidad del instrumento se aplicó la prueba de V de Aiken, ya que es un coeficiente que nos permitió cuantificar la validez del contenido de nuestros instrumentos.

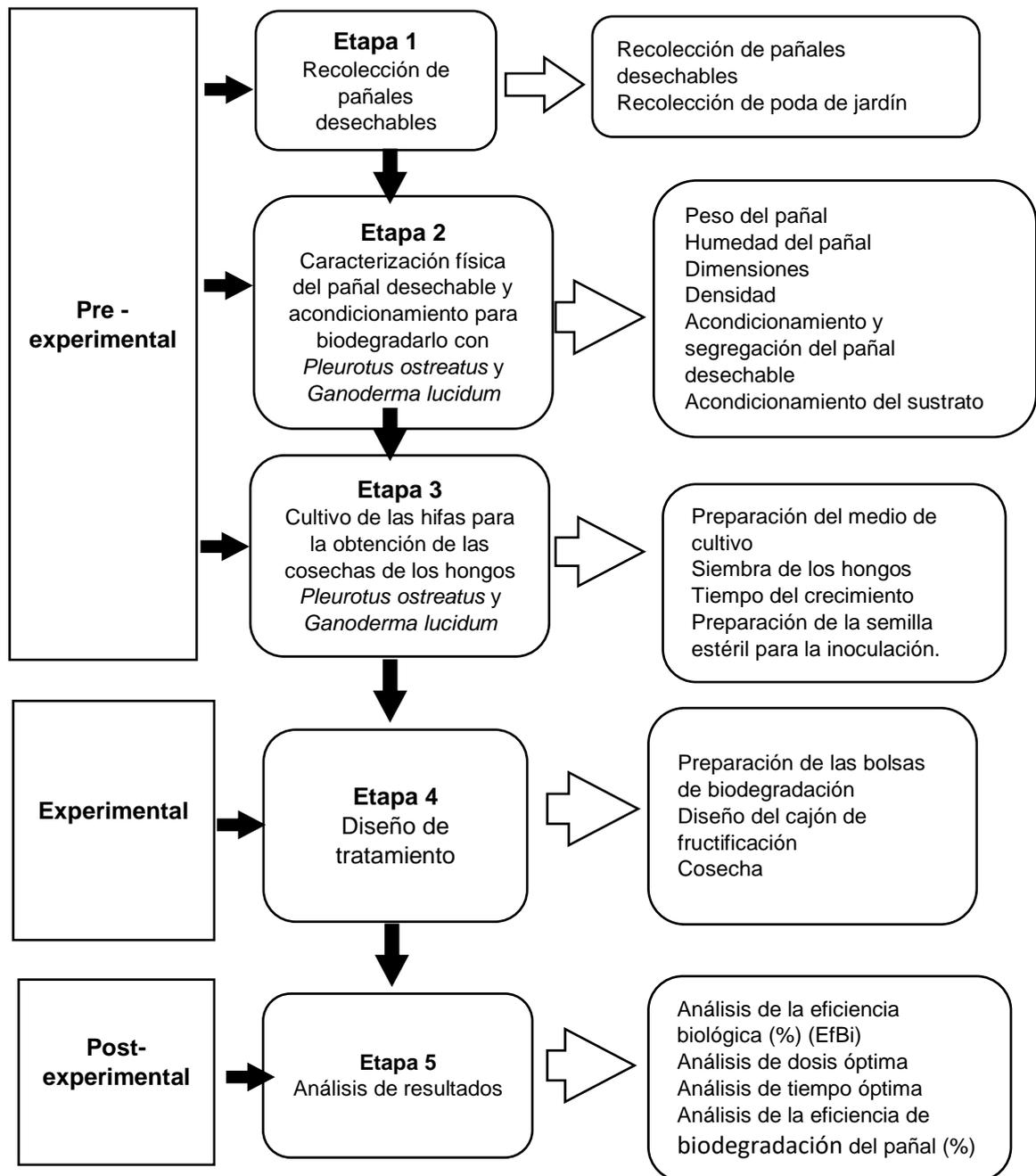
**Tabla 3. Confiabilidad del instrumento**

<b>Prueba V. de Aiken</b>										
$V = \frac{S}{[n(c-1)]}$	S= Suma de la valoración de todos los expertos por ítem n= Número de expertos c = Número de valores de la escala de valoración									
	Valoración promedio					S	n	c	V	
Instrumentos	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5					
Recolección de pañales y sustrato (poda de jardín) para su caracterización.	95	90	85	85	85	440	5	100	0,8889	
Biodegradación de pañal desechable	95	90	85	85	85	440	5	100	0,8889	
PROMEDIO									0,8889	

La Tabla 3, muestra el coeficiente de validez de Aiken de cada instrumento, el cual fue evaluado por 5 expertos, obteniendo un valor de 0,8889 lo que indica que los instrumentos tienen una mayor validez de contenido y por ende son confiables.

### 3.5 Procedimientos

En esta investigación se evaluó la biodegradación de los pañales desechables usados, las cuales serán parte del sustrato para el cultivo de los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum*, para lo cual, se dividió en un proceso preexperimental, experimental y post experimental Figura 1.



**Figura 1.** Diagrama de flujo de procedimientos en la investigación

## Etapa 1: Recolección de muestras

### Recolección de pañales desechables

Los pañales desechables de las guarderías fueron recaudados en el distrito de pueblo libre, guardería CAR Divino Jesús, teniendo como ubicación:

Tabla 4. Georreferenciación de la zona de toma de muestra

Código	Coordenadas UTM – WG84	
WW78+4X7	X: 0273333	Y: 8662917

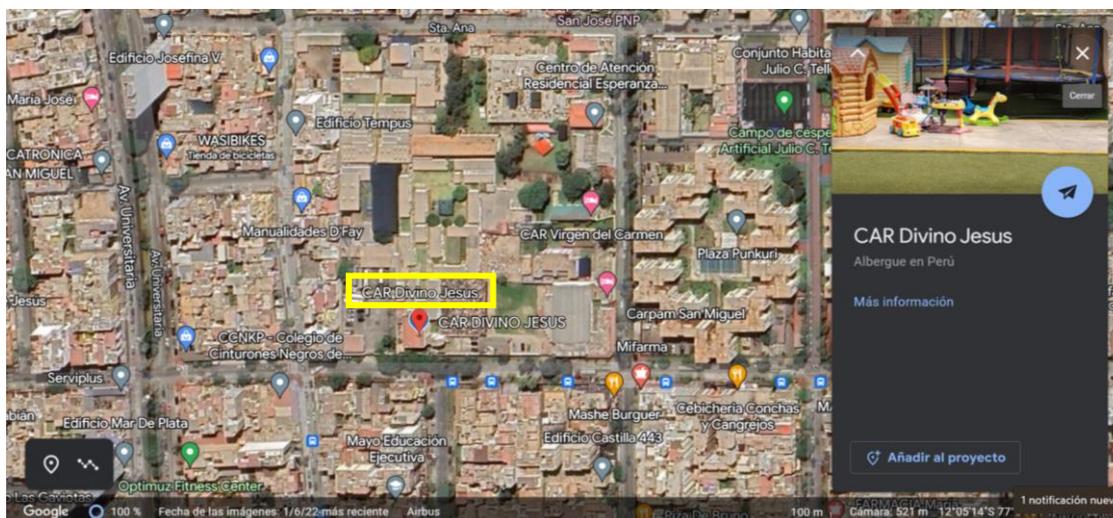


Figura 2. Lugar de recolección de muestra

Fuente: Google Earth



Figura 3. CAR Divino Jesús

La Figura 2 y 3, muestran el lugar donde se recolectó de la muestra de pañales desechable que fue tomada de manera aleatoria simple, porque todos estaban en las mismas condiciones de ser representativas para la investigación. Esta actividad se realizó el día 18 de abril 2023, a las 9:00 horas. Se procedió a dejar las bolsas plásticas de color rojo (10 unidades) para que las tutoras

encargadas nos faciliten los pañales usados. A las 17:00 horas, se recogió las bolsas, porque fue la hora que finalizan sus actividades de ese turno; luego, estos pañales fueron trasladados al lugar donde se realizó la experimentación de los cultivos.



**Figura 4.** *Recolección de pañales usados*

#### **Recolección de poda de jardín**



**Figura 5.** *Recolección de poda del vivero del distrito de Los Olivos*

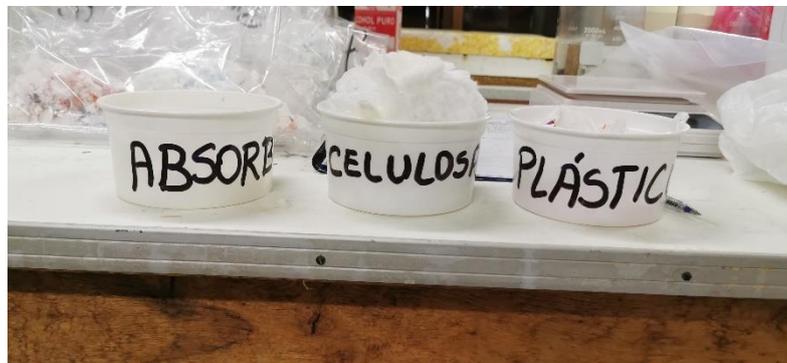
La *Figura 5* muestra el proceso de recolección de poda del vivero del distrito de Los Olivos que fue aproximadamente de 10 kg, los cuales fueron depositados

en una bolsa de color negro de dimensión grande, porque los residuos ocupan gran volumen, para lo cual se utilizaron protocolos de seguridad en el proceso de recolección.

## **Etapas 2: Características físicas del pañal desechable y acondicionamiento para la biodegradarlo**

### **Peso del pañal desechable**

Entre sus principales características físicas del pañal desechable estuvo en preparar el pañal para su biodegradación lo que fue segregado y lavado con la finalidad de retirar los orines que estos contienen; luego, se realizó el pesado de 10 pañales para poder determinar el promedio de su peso y poder utilizarlo en el proceso.



**Figura 6.** Segregación de las partes del pañal usado



**Figura 7.** Pesado de los componentes del pañal usado

### Humedad del pañal (método Norma ASTM D 2216)

Segregado y lavados los pañales estos fueron picados en trozos pequeños para pesarlos en un crisol, previamente pesados en balanza analítica, luego se colocó en una estufa a 105°C, por 60 minutos, para enfriarlos hasta temperatura ambiente en un desecador y volver a pesarlos en balanza analítica y obtener sus resultados esta se realizaron en 4 muestras con la finalidad de obtener datos representativos.

$$H\% = \frac{W_{(C+PH)} - W_{(C+PS)}}{W_{(C+PS)} - W_C} \times 100 \dots\dots\dots [\text{Ec. 1}]$$

Donde:

H%: Porcentaje de humedad del pañal desechable.

$W_{(C + PH)}$ : Peso del crisol + peso del pañal húmedo (g).

$W_{(C+PS)}$ : Peso del crisol + peso del pañal seco a 105 °C por 60 minutos (g).

$W_C$ : Peso del crisol (g).



**Figura 8.** Secado del pañal usado y sustrato en la estufa.

## Dimensiones del pañal desechable

Para poder tener las dimensiones se tomaron 05 pañales desechables los que fueron medidos con un micrómetro digital y regla metálica para poder evaluarlos en sus diferentes componentes que este tiene.



**Figura 9.** *Medición de dimensiones del pañal*

## Densidad del pañal (método de la parafina)

La densidad del pañal se obtuvo cortando un pañal para luego cuartearlo y tomar una parte representativa, siendo esta llevada al proceso de pesado y bañado de parafina dejarlo enfriar para colocarlo en una probeta de 250 mL introduciéndolo y determinar la densidad por la diferencia de volumen.

$$Da \text{ (g/cm}^3\text{)} = \frac{\text{masa}}{\text{volumen}} \dots\dots\dots [\text{Ec. 2}]$$

## Acondicionamiento del pañal desechable

Para el desarrollo de este procedimiento de trabajo, en todo momento se consideró el uso de equipos de protección personal, tales como: guantes quirúrgicos, mascarillas KN95 y guardapolvo, porque se trabajó con muestras contaminadas.



**Figura 10. Segregación de pañales**

La *Figura 10*, muestra la segregación de los solo pañales desechables que fueron los pañales con contenido de orina, los cuales se biodegradaron a través de los cultivos de hongos.



**Figura 11. Homogenización de pañales**

La *Figura 11*, muestra el proceso de homogenización de pañales con la finalidad de trabajar con pañales de una misma característica (pañales con contenido de orina).



**Figura 12.** *Segregación de sus partes*

La *Figura 12*, muestra el proceso de separación de celulosa (algodón), plástico (parte estirante) y adsorbente (gel) de forma manual.



**Figura 13.** *Proceso de corte*

La *Figura 13*, muestra el proceso de recorte cada una de las partes del pañal a fin de trabajar con tamaño de 4mm, que faciliten el proceso de biodegradación. Para ello, fue necesario el uso de tijeras de cocina por su mayor fuerza de corte.

## Acondicionamiento del sustrato (poda de jardín)



**Figura 14.** Selección de muestras óptimas

La *Figura 14*, muestra la selección de muestras con mejores condiciones físicas para su uso, para ello se consideró como criterio de selección la pureza de sustrato (alejar ramas, hojas y residuos)



**Figura 15.** Proceso de lavado del sustrato

La *Figura 15*, muestra el proceso de lavado de la muestra de sustrato (poda de jardín), con la intención de alejar agentes contaminantes físicos de dicha muestra empleando agua potable para dicho proceso.



**Figura 16.** *Proceso de secado*

La *Figura 16*, muestra el proceso de secado del sustrato donde expuso dicha muestra a temperatura ambiente y bajo exposición solar, durante 2 días.



**Figura 17.** *Proceso de pesaje de sustrato seco*

La *Figura 17*, muestra el proceso de pesaje de la muestra donde a través de una balanza digital se registró el peso del sustrato seco, donde se obtuvo un valor de 6 200 kg.



**Figura 18.** *Proceso de corte de sustrato*

La *Figura 18*, muestra el proceso de corte de sustrato a fin de lograr que el micelio del hongo pueda adherirse completamente al sustrato en la etapa de biodegradación.



**Figura 19.** *Proceso de desinfección del sustrato*

La *Figura 19*, muestra el proceso de desinfección del sustrato donde se agregó 250 mL de etanol al 70% (alcohol convencional), 250 mL peróxido de hidrógeno al 30% y 50 mL hipoclorito de sodio al 30%. Este proceso se desarrolló con la intención de eliminar insectos, parásitos y hongos que perjudiquen el proceso de cultivo.



**Figura 20.** *Pasteurización del sustrato*

La *Figura 20*, muestra el proceso de pasteurización donde se aplicó una temperatura de 70°C durante 5 horas, esto permitió la destrucción de agentes patógenos.

### **Etapas 3: Cultivo de las hifas para la obtención de las cosechas de los hongos**

El cultivo de las hifas consistió primero en la obtención del micelio a partir de las semillas de los hongos, para ello se realizó los siguientes pasos:

## Preparación del medio de cultivo



**Figura 21.** *Disolución del agar-agar*

La *Figura 21* muestra la recolección de 8 g de agar agar, en 400 mL de agua bidestilada, donde se agregó, 1g glucosa ecológica y 1g de levadura; posteriormente, se llevó a baño maría por 75 minutos hasta que la disolución contenida en el matraz de 250 mL adquiera un color transparente.



**Figura 22.** *Esterilización de la disolución*

La *Figura 22*, muestra la esterilización de la disolución en una autoclave a 121°C por 15 minutos, seguido de su introducción en placas Petri en un ambiente caliente (35°C) para prevenir cualquier contaminación. Adicionalmente, las placas Petri fueron previamente esterilizadas y secadas.

## Siembra de los hongos



**Figura 23.** *Siembra del Hongo*

La *Figura 23*, muestra la siembra del hongo, que inició con el tratamiento del medio de cultivo en la palca Petri a una temperatura de 35°C, donde se añadió 2 g de semilla de hongo por placa que deben permanecer en la superficie del agar-agar.



**Figura 24.** *Acondicionamiento de las placas Petri para obtención de la célula madre*

La *Figura 24*, muestra el acondicionamiento de las placas Petri que fueron selladas con bolsas propileno, para prevenir el contacto con agentes contaminantes del ambiente.



**Figura 25.** Colocación de placas Petri en reactor oscuro

La Figura 25, muestra la deposición de las bolsas que contenían las placas Petri, en el reactor oscuro a una temperatura de 25 °C y se procedió con su evaluación periódica (4 ,6 ,10 ,12, 14 y 16 días).

### Tiempo del crecimiento



**Figura 26.** Crecimiento de la célula madre

La Figura 26, muestra el crecimiento micelial de los hongos (*Ganoderma lucidum* y *Pleurotus ostreatus*) en el medio agar-agar, para la obtención de la célula madre se tuvo que espera 16 días.

## Preparación de la semilla estéril para la inoculación



**Figura 27.** *Desinfección de la cebada*

La *Figura 27* muestra la desinfección de la cebada, donde se usó el alcohol de 70°, peróxido al 30% e hipoclorito al 30%, todo con el fin de obtener un grano estéril y sin contaminantes.



**Figura 28.** *Medición de pH del grano*

La *Figura 28* muestra la medición del pH del grano, ya que después de cada lavado con los desinfectantes anteriormente mencionados se debe verificar que el pH del grano este en neutro (7).



**Figura 29.** Remojo de cebada

La *Figura 29* muestra el remojo de la cebada por un tiempo de 8 horas con el fin de que la semilla se suavice y facilite su cocción.



**Figura 30.** Cocción de la cebada

La *Figura 30* muestra la cocción de la cebada por un tiempo de 40 minutos, esta llegó a hervir hasta los 100° y se dejó hasta observar que la semilla comenzó a abrirse.



**Figura 31.** *Secado y esterilización de la cebada*

La *Figura 31* muestra el secado de la cebada, donde se utilizó el papel toalla para poder absorber el exceso de agua y poder obtener una humedad del 70%, después de ello, se procedió a esterilizar para eliminar cualquier agente patógeno.



**Figura 32.** *Embolsado de la cebada para la inoculación*

La *Figura 32* muestra el embolsado de la cebada en un ambiente de asepsia y con la ayuda del mechero para mantener una temperatura que oscile de 25 a 28°C y así evitar la contaminación, después de ello se inoculo los micelios de *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* con la ayuda de una jeringa y obtener su expansión en los granos.

## Inóculo de las hifas



**Figura 33.** *Inoculación de Hifas*

La *Figura 33*, muestra las hifas inoculadas, para lo cual inicialmente se identificó los micelios de los hongos entonces lo inoculamos en bolsas de la manera más apretada sacando todo el oxígeno también colocando su tapón de algodón para la respiración toda vez que los hongos son aeróbicos y así puedan expandirse de manera rápida lo que reduce el tiempo del crecimiento de las semillas a 15 días.



**Figura 34.** *Zona de incubación para la expansión de los micelios*

La *Figura 34* muestra la zona donde se colocó las bolsas de semillas inoculadas con los micelios de los hongos; cabe mencionar que estas bolsas fueron selladas con un tapón de algodón para que el cultivo pueda tener un intercambio de oxígeno, además el ambiente previamente desinfectado, tiene que ser oscuro y mantener una temperatura de 25 a 28°C.



**Figura 35.** *Crecimiento de micelio en la semilla de cebada*

La *Figura 35*, muestra el crecimiento de los micelios en las semillas de cebada el cual tuvo una duración de 15 días en incubación, estas semillas se usaron para sembrarlos en las bolsas de tratamientos para la biodegradación, las cuales están compuestas por el sustrato (poda de jardín) y el pañal desechable.

### 3.5.2. Proceso experimental

#### Etapa 4: Diseño de tratamiento



**Figura 36.** Preparación de las bolsas de biodegradación

La *Figura 36*, muestra la preparación de las bolsas de biodegradación donde se añadió el sustrato de poda de pasto, el pañal desechable picado (pañal completo) y las semillas con micelio.

Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3
		
<b>Dosificación:</b> 200 g de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato (poda de jardín).	<b>Dosificación:</b> 200 g de hongo <i>Ganoderma lucidum</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato (poda de jardín).	<b>Dosificación:</b> 100 g de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> + 100 g de hongo <i>Ganoderma lucidum</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato (poda de jardín).

**Figura 37.** *Tratamientos experimentales*

La *Figura 37*, muestra que en el estudio se consideró tres tratamientos (dosificaciones) compuestos por cantidades de Hongo *Pleurotus ostreatus*, Hongo *Ganoderma lucidum* y sustrato de poda, para la biodegradación de pañales.



**Figura 38.** Repeticiones según tratamiento

La *Figura 38*, muestra que para la minimización de errores en los resultados se consideró la evaluación de nueve repeticiones por cada tratamiento.

### Diseño del cajón



**Figura 39.** Cajón para fructificación

La *Figura 39* muestra un cajón acondicionado para la fructificación que tuvo por dimensiones: 59 cm de ancho x 69 cm de largo x 97 cm de altura. Este proceso de fructificación consistió en colocar las bolsas en un lugar con poca luz y airear por 2 horas cada día y humedecerlos 2 veces por semana hasta la expansión total.

## Cosecha



**Figura 40.** Hongos cultivados

La *Figura 40*, muestra la evaluación de las bolsas de acuerdo al tiempo establecido (10, 20 y 30 días), donde se procedió a retirar y enviar las bolsas al laboratorio para sus respectivos análisis.

### 3.5.2. Proceso post-experimental

#### **Análisis de la eficiencia biológica (%) (EfBi)**

La eficiencia biológica estuvo determinada por los hongos cosechados los fueron secados a temperatura ambiente, los que al encontrarse ya secos fueron pesados.

$$(\%) \text{ EfBi} = \frac{\text{Peso de hongos frescos}}{\text{Peso seco del sustrato}} \times 100 \dots\dots\dots [\text{Ec. 3}]$$

#### **Análisis de dosis óptima**

Se evaluó el nivel de biodegradación alcanzado con cada dosis aplicada en todo el tiempo de evaluación, lo que permitió determinar la dosis que obtuvo mayor nivel de biodegradación seleccionándola como la dosis óptima.

#### **Análisis de tiempo óptima**

Se evaluó el nivel de biodegradación alcanzado con cada tiempo evaluado (10, 20 y 30 días) aplicando la dosis óptima obtenida en el estudio.

### **Análisis de la eficiencia de biodegradación del pañal (%)**

Es un indicador de la biodegradación del pañal desechable, por lo cual se procedió a pesar la bolsa apenas se realizó la inoculación con las semillas de los hongos, siendo este el ( $W_i$ ), peso inicial, para después de transcurrido el tiempo óptimo y aplicando la dosis óptima, obtener el peso final ( $W_f$ ) peso final, aplicando después la siguiente fórmula para la obtención de la eficiencia de biodegradación

$$\text{Eficiencia de biodegradación} = \left( \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \right) \times 100 \dots\dots\dots [\text{Ec. 4}]$$

### **3.6 Método de análisis de datos**

Los datos que se obtuvieron durante el proceso de biodegradación utilizaron un análisis descriptivo e inferencial. El análisis descriptivo estuvo basado en los objetivos del estudio, para lo cual se utilizó el programa Microsoft Excel donde se presentó gráficas y tablas. El análisis inferencial estuvo basado en las hipótesis del estudio para lo cual se utilizó el software IBM SPSS 26, donde se realizaron pruebas de Normalidad, Análisis de varianza (Anova) y Tukey.

### **3.7 Aspectos éticos**

La presente investigación, respeta los autores, además como valor utiliza la honestidad, todo está fundamentada con la resolución N° 0262-2020 del código de ética de investigación de la universidad cesar vallejo, lo que este sujeto a pasar por el programa anti-plagio Turnitin, y la redacción está utilizando la normativa ISO – 690.

#### IV. RESULTADOS

El análisis de los resultados del estudio se desarrolló desde el ámbito descriptivo e inferencial.

Al iniciar el tratamiento experimental, se optó con anticipación llevar a laboratorio muestras del sustrato (poda de jardín), para realizar los análisis de composición química que influyen en el cultivo de los hongos, donde se consideró materia orgánica (%), nitrógeno orgánico (%) y relación carbono/nitrógeno (C/N), con el fin de tener una base de datos antes y después del tratamiento.

**Tabla 5.** Caracterización inicial del sustrato (poda de jardín)

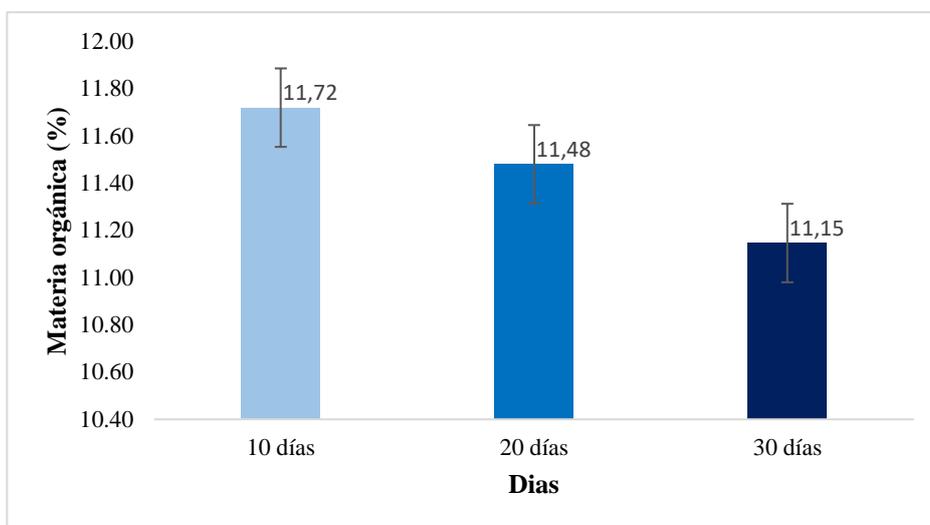
Parámetros	Materia orgánica (%)	Nitrógeno orgánico (%)	Relación C/N
Sustrato (poda de jardín)	11,96	0,55	12,61

La Tabla 5 muestra la caracterización inicial del sustrato (poda de jardín), este se realizó antes del tratamiento experimental, teniendo como resultado Materia orgánica 11,96%

**Tabla 6.** Materia orgánica del sustrato (poda de jardín)

Tiempo de sustrato de poda de jardín	Tratamiento con los hongos	Materia orgánica (%)	Materia orgánica promedio (%)
10 días	<i>Ganoderma lucidum</i>	11,77	11,72
	<i>Pleurotus ostreatus</i>	11,74	
	<i>Ganoderma lucidum</i> + <i>Pleurotus ostreatus</i>	11,65	
20 días	<i>Ganoderma lucidum</i>	11,55	11,48
	<i>Pleurotus ostreatus</i>	11,43	
	<i>Ganoderma lucidum</i> + <i>Pleurotus ostreatus</i>	11,46	
30 días	<i>Ganoderma lucidum</i>	11,29	11,15
	<i>Pleurotus ostreatus</i>	11,22	
	<i>Ganoderma lucidum</i> + <i>Pleurotus ostreatus</i>	10,93	

La Tabla 6, muestra la materia orgánica contenida en el sustrato teniendo como resultado que al cabo de los 30 días de tratamiento la materia orgánica disminuyó en un 11,15% y este disminuye más en el tratamiento de *Ganoderma lucidum* más *Pleurotus ostreatus* obteniendo un 10,93%.



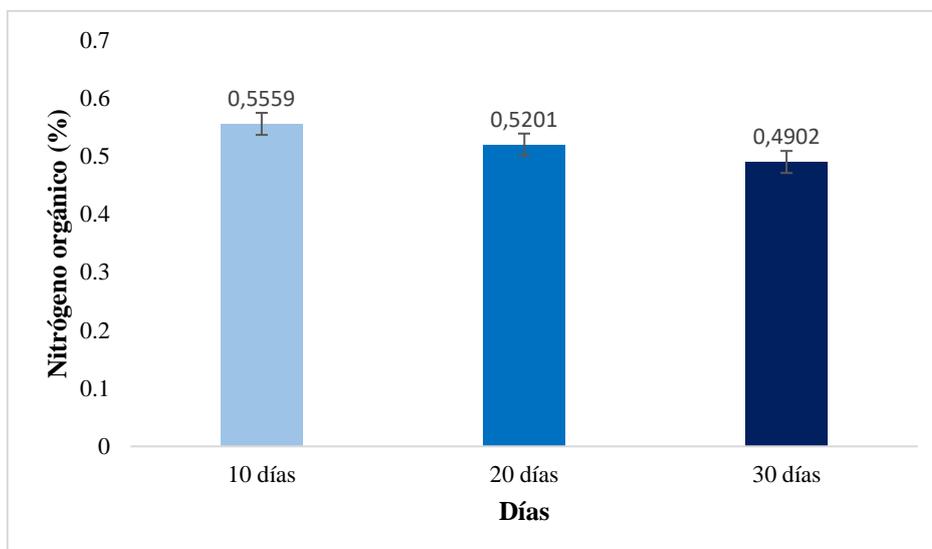
**Figura 41.** *Materia orgánica del sustrato (poda de jardín)*

La Figura 41, reveló que la materia orgánica ha ido disminuyendo al cabo de los tratamientos experimentales, donde en el tiempo de 30 días se obtuvo el 11,15% de materia orgánica.

**Tabla 7.** *Nitrógeno orgánico del sustrato (poda de jardín)*

Tiempo de sustrato de poda de jardín	Tratamiento con los hongos	Nitrógeno orgánico (%)	Nitrógeno orgánico promedio (%)
10 días	<i>Ganoderma lucidum</i>	0,5412	0,5559
	<i>Pleurotus ostreatus</i>	0,5513	
	<i>Ganoderma lucidum</i> + <i>Pleurotus ostreatus</i>	0,5752	
20 días	<i>Ganoderma lucidum</i>	0,5261	0,5201
	<i>Pleurotus ostreatus</i>	0,5142	
	<i>Ganoderma lucidum</i> + <i>Pleurotus ostreatus</i>	0,5201	
30 días	<i>Ganoderma lucidum</i>	0,4912	0,4902
	<i>Pleurotus ostreatus</i>	0,4902	
	<i>Ganoderma lucidum</i> + <i>Pleurotus ostreatus</i>	0,4892	

La Tabla 7 mostró el nitrógeno orgánico contenido en el sustrato teniendo como resultado que al cabo de los 30 días de tratamiento el nitrógeno orgánico disminuyó en un 0,4902%, en comparación con los resultados iniciales 0,55%.



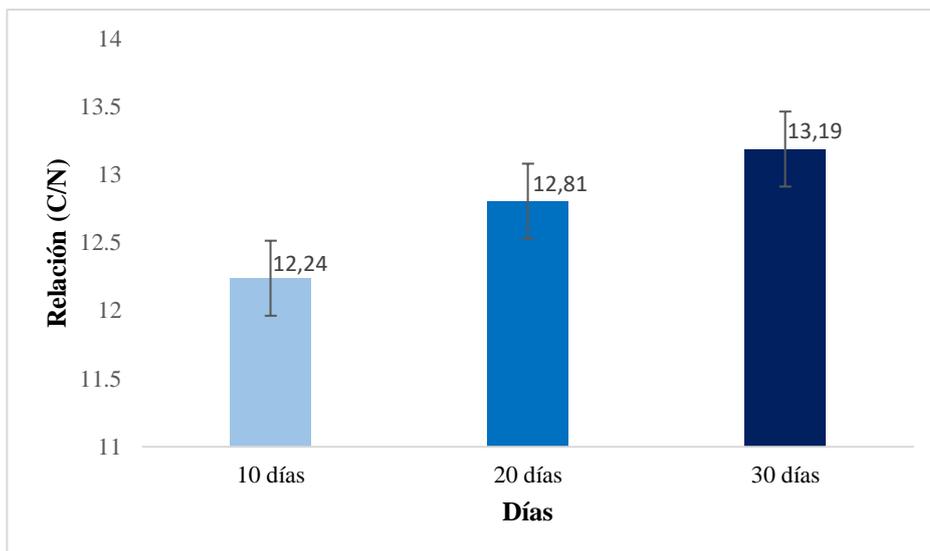
**Figura 42.** Nitrógeno orgánico del sustrato (poda de jardín)

La figura 42, reveló que el nitrógeno orgánico ha ido disminuyendo al cabo de los tratamientos experimentales, donde en el tiempo de 30 días se obtuvo el 0,4902%.

**Tabla 8.** Relación Carbono/Nitrógeno del sustrato (poda de jardín)

Tiempo de sustrato de poda de jardín	Relación (C/N)	Relación promedio (C/N)
10 días	12,62	12,24
	12,35	
	11,75	
20 días	12,74	12,81
	12,89	
	12,79	
30 días	13,33	13,19
	13,28	
	12,96	

La Tabla 8, muestra la relación carbono/nitrógeno donde muestra que en promedio aumento en los tratamientos de los 20 y 30 días, obteniendo un 12, 81% y 13,19% respectivamente; en comparación con el inicial de 12,61%.



**Figura 43.** Relación Carbono/Nitrógeno del sustrato (poda de jardín)

La figura 43, muestra el incremento de la relación carbono/nitrógeno en el sustrato en los tiempos de 20 y 30 días.

#### 4.1. Resultados descriptivos

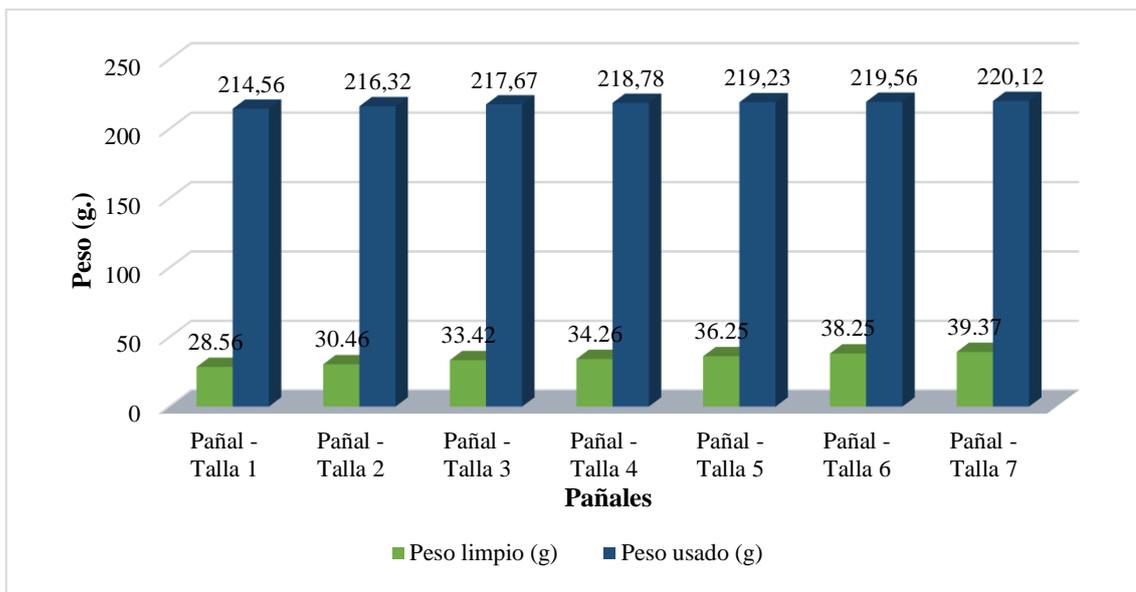
Los resultados descriptivos se encuentran relacionados con los objetivos del estudio. Por ello, son presentados de la siguiente manera:

##### 4.1.1. Características del pañal desechable usado

**Tabla 9.** Caracterización de la segregación del pañal desechable

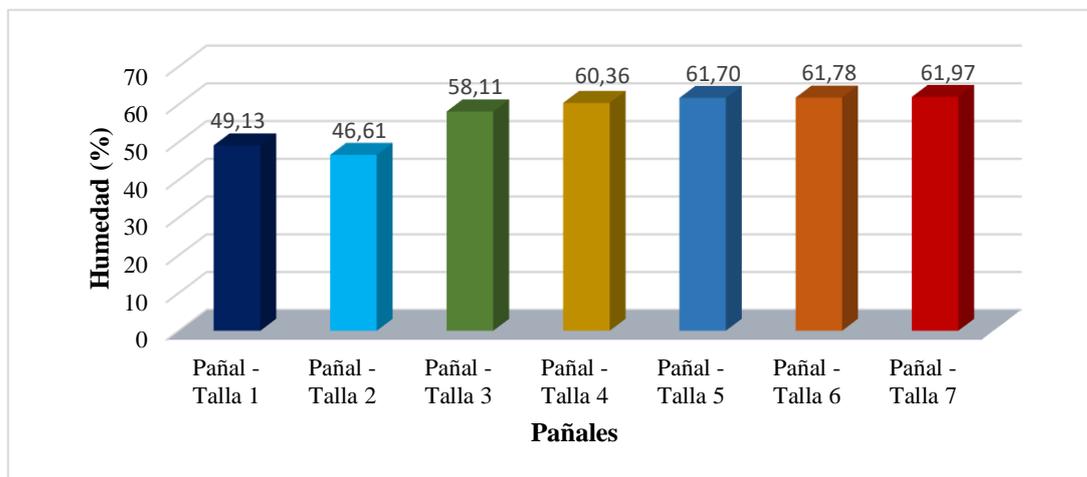
Pañales Usados	Peso plástico (g)	Peso de celulosa (g)	Peso absorbente (g)	Peso total (g)
Talla - 1	6,2	68,25	145,2	219,65
Talla - 2	6,6	69,45	148,3	224,35
Talla - 3	6,8	70,23	149,5	226,53
Talla - 4	7,1	71,85	151,4	230,35
Talla - 5	7,5	73,45	152,7	233,65
Talla - 6	7,6	75,28	152,9	235,78
Talla - 7	7,8	76,68	153,2	237,68

La tabla 9, muestra la composición y el material que están presente en los pañales desechables usados, donde el mayor contenido es del polímero superabsorbente (SAP), ya que después del uso del pañal este aumenta en contenido de humedad, por su propiedad de alta adsorción.



**Figura 44.** Peso de pañales desechables después del uso

La Figura 43, muestra los resultados del peso de los pañales respecto a las tallas trabajadas antes y después de uso, donde se puede identificar el aumento de peso de los pañales debido a la concentración de orina y heces fecales, alcanzando pesos desde 214,56 hasta 220,12 g. directamente proporcional a la talla evaluada.



**Figura 45.** Humedad de pañales según su talla

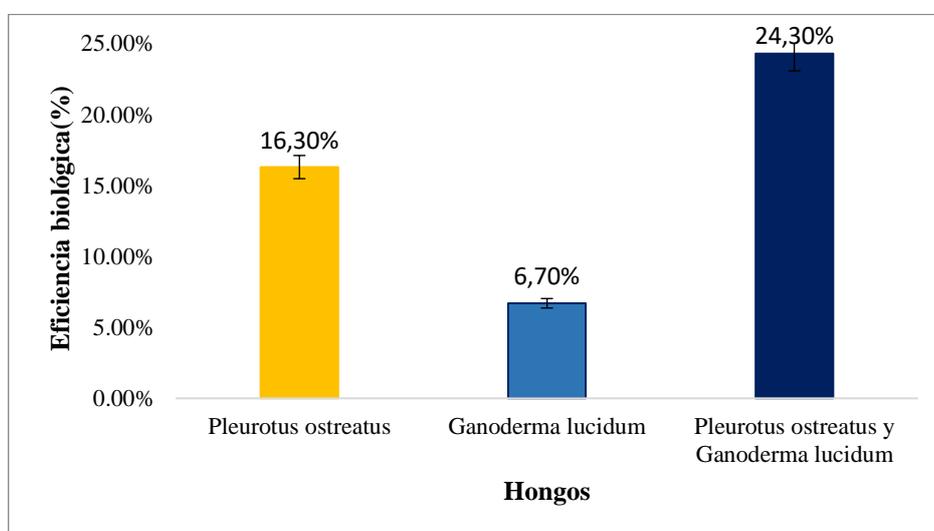
La Figura 45 muestra los resultados de humedad de pañales después de ser usados (con contenido de orina) respecto a sus tallas, donde los pañales de las tallas más grandes presentaron mayor contenido de humedad, ya que cuanto más grande es el pañal mayor contenido de adsorbente tendrá.

#### 4.1.2. Eficiencia biológica de los hongos

**Tabla 10.** Eficiencia biológica de los hongos

Hongos	Repeticiones	Eficiencia biológica (%)	Eficiencia biológica promedio (%)
<i>Pleurotus ostreatus</i>	Repetición 1	0,098	0,163
	Repetición 2	0,180	
	Repetición 3	0,210	
<i>Ganoderma lucidum</i>	Repetición 1	0,04	0,067
	Repetición 2	0,07	
	Repetición 3	0,09	
<i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>Ganoderma lucidum</i>	Repetición 1	0,15	0,243
	Repetición 2	0,25	
	Repetición 3	0,33	

La Tabla 10 muestra la eficiencia biológica de los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum*, para lo cual se evaluó de forma independiente cada hongo y de manera conjunta, para evaluar su comportamiento biológico.



**Figura 46.** Eficiencia biológica de los hongos

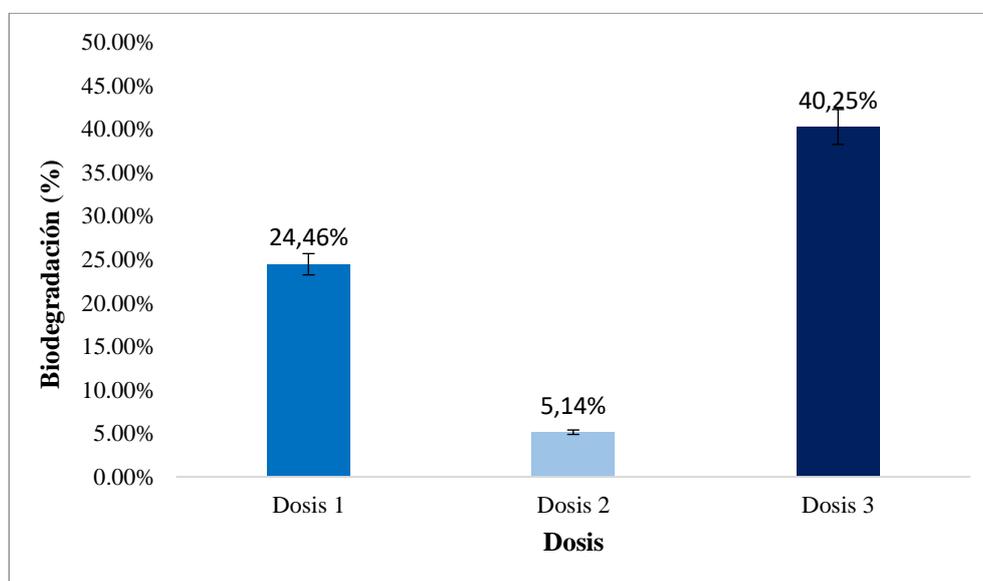
La Figura 46, reveló que el hongo *Pleurotus ostreatus* obtuvo mayor nivel de eficiencia biológica (16,30%) y en conjunto con el hongo *Ganoderma Lucidum* alcanzan una eficiencia biológica de 24,30%.

#### 4.1.3. Dosis para la biodegradación de pañales desechables

**Tabla 11.** Biodegradación de pañales a los 10 días respecto a las dosis

	Dosis	Repeticiones	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Peso degradado (g)	Biodegradación (%)	Biodegradación promedio (%)
Dosis 1	200g de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato	Repetición 1	62	46,832	15,611	24,46	24,46
		Repetición 2	62	46,836	15,612	24,46	
		Repetición 3	62	46,839	15,613	24,45	
Dosis 2	200g de hongo <i>Ganoderma lucidum</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato	Repetición 1	62	58,813	3,0954	5,14	5,14
		Repetición 2	62	58,814	3,0955	5,14	
		Repetición 3	62	58,818	3,0957	5,13	
Dosis 3	100g de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> + 62g de hongo <i>Ganoderma lucidum</i> + 100.57 g de pañal + 80 g de sustrato	Repetición 1	62	37,0412	25,7405	40,26	40,25
		Repetición 2	62	37,0434	25,7420	40,25	
		Repetición 3	62	37,0450	25,7431	40,25	

La Tabla 11 presentó el desempeño de cada dosis para la biodegradación de pañales desechables evaluado a los 10 días de tratamiento.



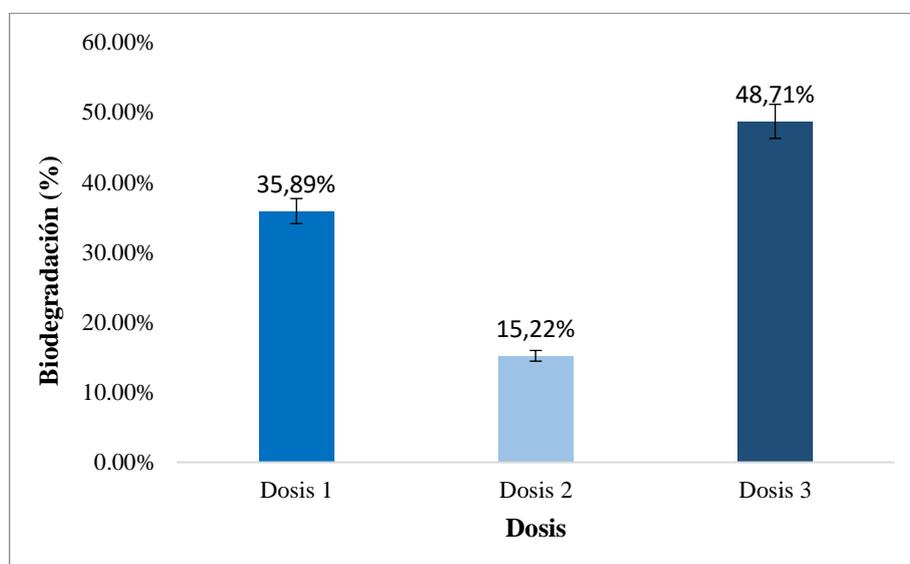
**Figura 47.** Biodegradación de pañales a los 10 días respecto a los parámetros de proceso de cultivo

La Figura 47 muestra que la dosis 3 compuesta por 100g de hongo *Pleurotus ostreatus* + 100g de hongo *Ganoderma lucidum* + 62 g de pañal + 80 g de sustrato, es la dosis óptima por alcanzar el mayor nivel de biodegradación de pañales desechables (40,25%) a los 10 días.

**Tabla 12. Biodegradación de pañales a los 20 días respecto a las dosis**

	Dosis	Repeticiones	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Peso degradado (g)	Biodegradación (%)	Biodegradación promedio (%)
Dosis 1	200g de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato	Repetición 1	62	39,7464	22,2536	35,893	35,89
		Repetición 2	62	39,7452	22,255	35,895	
		Repetición 3	62	39,744	22,2559	35,897	
Dosis 2	200g de hongo <i>Ganoderma lucidum</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato	Repetición 1	62	52,566	9,434	15,216	15,22
		Repetición 2	62	52,563	9,437	15,221	
		Repetición 3	62	52,558	9,442	15,230	
Dosis 3	100g de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> + 62g de hongo <i>Ganoderma lucidum</i> + 100.57 g de pañal + 80 g de sustrato	Repetición 1	62	31,811	30,190	48,693	48,71
		Repetición 2	62	31,801	30,199	48,708	
		Repetición 3	62	31,785	30,215	48,7342	

La Tabla 12 presentó el desempeño de cada dosis para la biodegradación de pañales desechables evaluado a los 20 días de tratamiento.



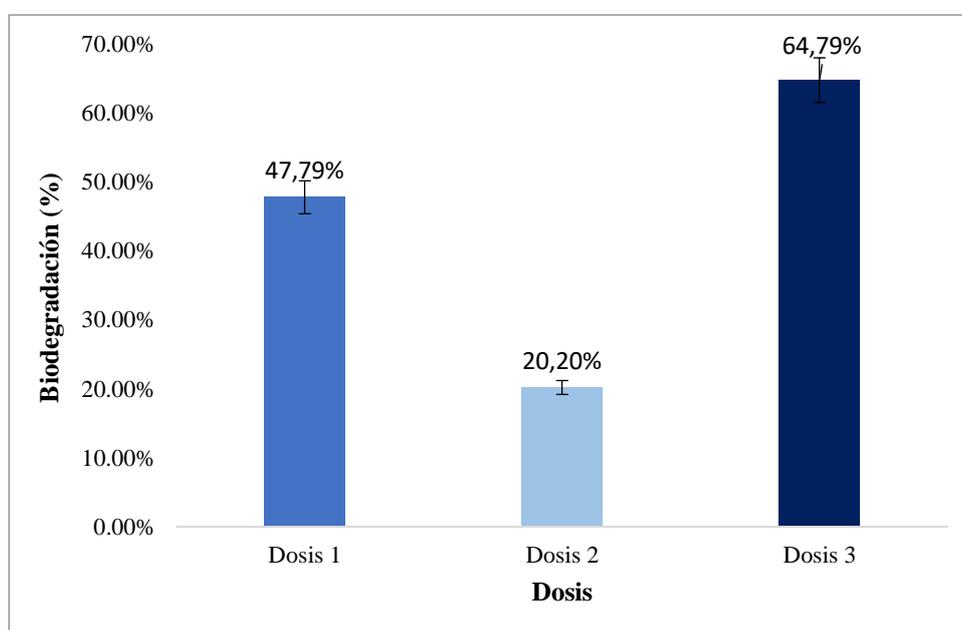
**Figura 48. Biodegradación de pañales a los 20 días respecto a las condiciones de cultivo**

La Figura 48 muestra que la dosis 3 compuesta por 100g de hongo *Pleurotus ostreatus* + 100g de hongo *Ganoderma lucidum* + 62 g de pañal + 80 g de sustrato, alcanzó el mayor nivel de biodegradación de pañales desechables (48,71%) a los 20 días.

**Tabla 13.** Biodegradación de pañales a los 30 días respecto a las dosis

	Dosis	Repeticiones	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Peso degradado (g)	Biodegradación (%)	Biodegradación promedio (%)
Dosis 1	200g de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato	Repetición 1	62	32,3721	29,628	47,786	47,79
		Repetición 2	62	32,3705	29,630	47,789	
		Repetición 3	62	32,3690	29,631	47,791	
Dosis 2	200g de hongo <i>Ganoderma lucidum</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato	Repetición 1	62	49,4784	12,522	20,196	20,20
		Repetición 2	62	49,4761	12,524	20,199	
		Repetición 3	62	49,4748	12,525	20,201	
Dosis 3	100g de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> + 62g de hongo <i>Ganoderma lucidum</i> + 100.57 g de pañal + 80 g de sustrato	Repetición 1	62	21,8702	40,130	64,725	64,79
		Repetición 2	62	21,8028	40,197	64,834	
		Repetición 3	62	21,8101	40,190	64,822	

La Tabla 13 presentó el desempeño de cada dosis para la biodegradación de pañales desechables evaluado a los 30 días de tratamiento.



**Figura 49.** Biodegradación de pañales a los 30 días respecto a las condiciones de cultivo

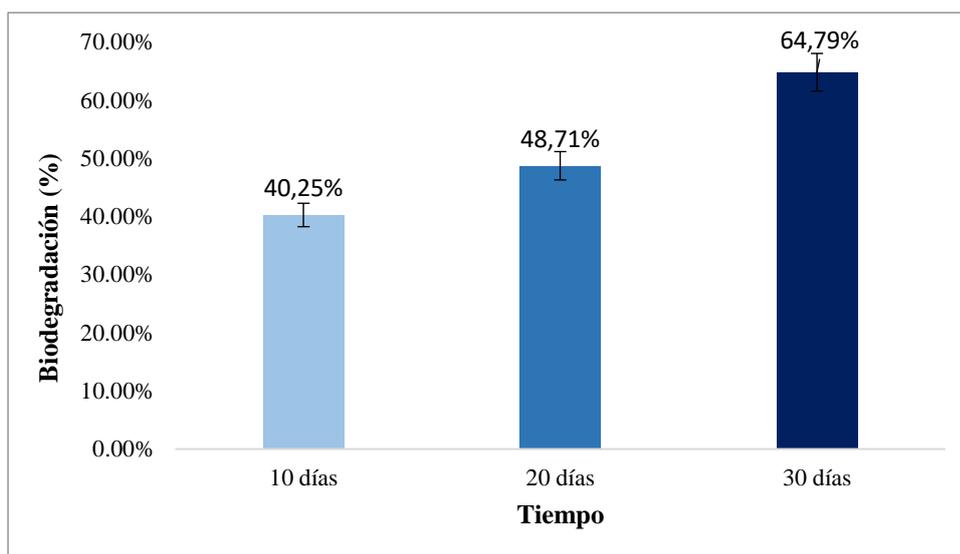
La Figura 49 muestra que la dosis 3 compuesta por 100g de hongo *Pleurotus ostreatus* + 100g de hongo *Ganoderma lucidum* + 62 g de pañal + 80 g de sustrato, alcanzó el mayor nivel de biodegradación de pañales desechables (64,79%) a los 30 días.

### 4.1.3. Tiempos y eficiencia de biodegradación de pañales desechables

**Tabla 14.** *Tiempos de biodegradación*

Tiempos (días)	Repeticiones	Peso inicial (g)	Peso final (g)	Peso degradado (g)	Biodegradación (%)	Biodegradación promedio (%)
10	Repetición 1	62	37,0412	25,7405	40,26	40,25
	Repetición 2	62	37,0434	25,7420	40,25	
	Repetición 3	62	37,0450	25,7431	40,25	
20	Repetición 1	62	31,811	30,190	48,693	48,71
	Repetición 2	62	31,801	30,199	48,708	
	Repetición 3	62	31,785	30,215	48,7342	
30	Repetición 1	62	21,8702	40,130	64,725	64,79
	Repetición 2	62	21,8028	40,197	64,834	
	Repetición 3	62	21,8101	40,190	64,822	

La Tabla 14 presentó el desempeño de los tiempos de tratamiento utilizados para la biodegradación de pañales desechables, para lo cual se consideró los resultados obtenidos con la aplicación de la dosis óptima.



**Figura 50.** *Biodegradación de pañales respecto al tiempo de tratamiento*

La Figura 50 muestra que durante 30 días de tratamiento se alcanzó mayor nivel de biodegradación (64,79%) por lo cual es tiempo óptimo de biodegradación.

## 4.2. Resultados inferenciales

Los resultados inferenciales del estudio se encuentran direccionados con las hipótesis de la investigación, por tanto, se pudo aceptar o negar lo propuesto en el estudio, de la siguiente manera:

### 4.2.1. Análisis hipótesis específica 1

Para el análisis de la hipótesis, es necesario realizar la prueba de normalidad para reconocer el comportamiento de los datos y poder identificar si la prueba de contraste que se va a realizar debe ser paramétrica o no paramétrica.

**Tabla 15.** Prueba de normalidad de eficiencia biológica

Parámetro	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Eficiencia biológica	0,987	3	0,780
	0,933	3	0,500
	0,996	3	0,878

La Tabla 15, muestra la prueba de normalidad de la eficiencia biológica de los hongos, donde se consideró los valores de significancia de Shapiro-Wilk porque en el estudio se trabajó con menos de 50 datos. Los valores de significancia (p-valor), proporcionaron valores superiores a 0,05; por tanto, podemos mencionar que los datos presentan un comportamiento normal que los direccionó al uso de una prueba de contraste paramétrica, que en este caso sería la Prueba Anova.

**Tabla 16.** Anova de la eficiencia biológica

Eficiencia biológica	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,047	2	0,023	5,805	0,040
Dentro de grupos	0,024	6	0,004		
Total	0,071	8			

Para la prueba de contraste a partir de la Tabla 15, se plantearon la hipótesis:  
**H<sub>0</sub>:** La eficiencia biológica de los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* no son adecuados para la biodegradación de los pañales desechables.

**H<sub>1</sub>:** La eficiencia biológica de los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* son adecuados para la biodegradación de los pañales desechables.

**Regla de decisión:**

Si p-valor es menor a 0,05, entonces se rechaza hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

Si p-valor es mayor a 0,05, entonces no se rechaza hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

La Tabla 16, mostró un valor de significancia (p-valor) inferior a 0,05; por lo tanto, según la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que, La eficiencia biológica de los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* son adecuados para la biodegradación de los pañales desechables.

**4.2.2. Análisis hipótesis específica 2**

**Tabla 17.** Prueba de normalidad según dosis

Biodegradación	Dosis	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Biodegradación (10días)	Dosis 1	1,000	3	1,000
	Dosis 2	0,964	3	0,637
	Dosis 3	0,992	3	0,831
Biodegradación (20días)	Dosis 1	0,999	3	0,952
	Dosis 2	0,974	3	0,690
	Dosis 3	0,978	3	0,712
Biodegradación (30días)	Dosis 1	1,000	3	0,964
	Dosis 2	0,975	3	0,696
	Dosis 3	0,830	3	0,189

La Tabla 17, mostró la prueba de normalidad la biodegradación obtenida a partir de las dosis aplicadas, donde se consideró los valores de significancia de Shapiro-Wilk porque en el estudio se trabajó con menos de 50 datos. Los valores de significancia (p-valor), proporcionaron valores superiores a 0,05; por tanto, podemos mencionar que los datos presentan un comportamiento normal que los direccionó al uso de una prueba de contraste paramétrica, que en este caso sería la Prueba Anova.

**Tabla 18.** Anova de biodegradación según dosis

Biodegradación		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Biodegradación (10días)	Entre grupos	772,133	2	386,066	424767295,203	0,000
	Dentro de grupos	0,000	6	0,000		
	Total	772,133	8			
Biodegradación (20días)	Entre grupos	658,531	2	329,265	5354780,545	0,000
	Dentro de grupos	0,000	6	0,000		
	Total	658,531	8			
Biodegradación (30días)	Entre grupos	1168,216	2	584,108	1275589,019	0,000
	Dentro de grupos	0,003	6	0,000		
	Total	1168,218	8			

La Tabla 18, mostró un valor de significancia (p-valor) inferior a 0,05; por lo tanto, se puede considerar que existen diferencias significativas de biodegradación entre las dosis aplicadas. Por lo cual, para la determinación de la dosis óptima se realizó la prueba de Post hoc Tukey.

**Tabla 19.** Prueba Post hoc Tukey según dosis

Variable dependiente	(I) Dosis	(J) Dosis	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
Biodegradación (10días)	Dosis 1	Dosis 2	12,5164667*	0,0007784	0,000	12,514078	12,518855
		Dosis 3	-10,1298667*	0,0007784	0,000	-10,132255	-10,127478
	Dosis 2	Dosis 1	-12,5164667*	0,0007784	0,000	-12,518855	-12,514078
		Dosis 3	-22,6463333*	0,0007784	0,000	-22,648722	-22,643945
	Dosis 3	Dosis 1	10,1298667*	0,0007784	0,000	10,127478	10,132255
		Dosis 2	22,6463333*	0,0007784	0,000	22,643945	22,648722
Biodegradación (20días)	Dosis 1	Dosis 2	12,816900*	0,006403	0,000	12,79726	12,83654
		Dosis 3	-7,946367*	0,006403	0,000	-7,96601	-7,92672
	Dosis 2	Dosis 1	-12,816900*	0,006403	0,000	-12,83654	-12,79726
		Dosis 3	-20,763267*	0,006403	0,000	-20,78291	-20,74362
	Dosis 3	Dosis 1	7,946367*	0,006403	0,000	7,92672	7,96601
		Dosis 2	20,763267*	0,006403	0,000	20,74362	20,78291
Biodegradación (30días)	Dosis 1	Dosis 2	17,105900*	0,017472	0,000	17,05229	17,15951
		Dosis 3	-10,542833*	0,017472	0,000	-10,59644	-10,48922
	Dosis 2	Dosis 1	-17,105900*	0,017472	0,000	-17,15951	-17,05229
		Dosis 3	-27,648733*	0,017472	0,000	-27,70234	-27,59512
	Dosis 3	Dosis 1	10,542833*	0,017472	0,000	10,48922	10,59644
		Dosis 2	27,648733*	0,017472	0,000	27,59512	27,70234

Para la prueba de contraste a partir de la tabla 18, se plantearon la hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** La dosis 3 no es óptima para la biodegradación de pañales desechables

**H<sub>1</sub>:** La dosis 3 es óptima para la biodegradación de pañales desechables.

**Regla de decisión:**

Si p-valor es menor a 0,05; entonces se rechaza hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

Si p-valor es mayor a 0,05; entonces no se rechaza hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

La Tabla 19, muestra que la dosis 3 presenta las mayores diferencias de medias: 22,6463333; 20,763267 y 27,648733 a los 10, 20 y 30 días respectivamente. Asimismo, presenta valores de significancia (p-valor) inferior a 0,05; por lo tanto, se comprueba que la dosis 3 es óptima para la biodegradación de pañales desechables.

**4.2.3. Análisis hipótesis específica 3**

**Tabla 20.** Prueba de normalidad según tiempo de tratamiento

Tiempo	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
10 días	1,000	3	1,000
20 días	0,975	3	0,694
30 días	0,827	3	0,182

La Tabla 20, muestra la prueba de normalidad la biodegradación obtenida a partir del tiempo de tratamiento, donde se consideró los valores de significancia de Shapiro-Wilk porque en el estudio se trabajó con menos de 50 datos. Los valores de significancia (p-valor), proporcionaron valores superiores a 0,05; por tanto, podemos mencionar que los datos presentan un comportamiento normal que los direccionó al uso de una prueba de contraste paramétrica, que en este caso sería la Prueba Anova.

**Tabla 21.** Anova de biodegradación según tiempo

Biodegradación	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	327,541	2	163,771	323728,216	0,000

Dentro de grupos	0,003	6	0,001
Total	327,544	8	

La Tabla 21, muestra un valor de significancia (p-valor) inferior a 0,05; por lo tanto, se puede considerar que existen diferencias significativas de biodegradación entre los tiempos de tratamiento. Por lo cual, para la determinación del tiempo óptimo se realizó la prueba de Post hoc Tukey.

**Tabla 22. Prueba Post hoc Tukey según tiempo**

(I) Tiempo	(J) Tiempo	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
10 días	20 días	-4,459333*	0,018365	0,001	-451568	-4,40299
	30 días	-14,430333*	0,018365	0,001	-14,48668	-14,37399
20 días	10 días	4,459333*	0,018365	0,001	4,40299	4,51568
	30 días	-9,971000*	0,018365	0,001	-10,02735	-9,91465
30 días	10 días	14,430333*	0,018365	0,001	14,37399	14,48668
	20 días	9,971000*	0,018365	0,001	9,91465	10,02735

Para la prueba de contraste a partir de la tabla 21, se plantearon la hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** El tiempo de 30 días no es óptimo para la biodegradación de pañales desechables

**H<sub>1</sub>:** El tiempo de 30 días es óptimo para la biodegradación de pañales desechables.

#### Regla de decisión:

Si p-valor es menor a 0,05; entonces se rechaza hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

Si p-valor es mayor a 0,05; entonces no se rechaza hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

La Tabla 22, muestra que el tiempo de 30 días de tratamiento presentó la mayor diferencia de media (14,430333). Asimismo, presenta valores de significancia (p-valor) inferior a 0,05; por lo tanto, se comprueba que el tiempo de 30 días es óptimo para la biodegradación de pañales desechables.

#### 4.2.4. Análisis hipótesis específica 4

**Tabla 23. Prueba de normalidad de la eficiencia de biodegradación**

Eficiencia de biodegradación	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Peso degradado	0,827	3	0,182

La Tabla 23, mostró la prueba de normalidad la eficiencia de biodegradación, donde se consideró los valores de significancia de Shapiro-Wilk porque en el estudio se trabajó con menos de 50 datos. Los valores de significancia (p-valor), proporcionaron valores superiores a 0,05; por tanto, podemos mencionar que los datos presentan un comportamiento normal que nos direccionó al uso de una prueba de contraste paramétrica, que en este caso sería la Prueba T-Student.

**Tabla 24. Prueba T student para la eficiencia de biodegradación**

Eficiencia de biodegradación	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Peso (inicial -final)	40,172300	0,036987	0,021354	40,080420	40,264180	1881,233	2	0.00000028

En la Tabla 24, se realizó la prueba de T student de la eficiencia de biodegradación, donde se evaluó la diferencia de pesos de los pañales (inicial y final).

Para la prueba de contraste a partir de la Tabla 19, se plantearon la hipótesis:

**H<sub>0</sub>:** Los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* no logran una eficiente biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima - 2023.

**H<sub>1</sub>:** Los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* logran una eficiente biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima - 2023.

#### Regla de decisión:

Si p-valor es menor a 0,05, entonces se rechaza hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

Si p-valor es mayor a 0,05, entonces no se rechaza hipótesis nula (H<sub>0</sub>)

La Tabla 24, mostró un valor de significancia (p-valor) inferior a 0,05; por lo tanto, según la regla de decisión se rechaza la hipótesis nula, concluyendo que, los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* logran una eficiente biodegradación de pañales desechables en Pueblo Libre, Lima - 2023.

## V. DISCUSIÓN

A partir de los hallazgos encontrados, los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* influyen en la biodegradación de pañales desechable usados, lo cual ha permitido minimizar en volumen y masa estos residuos; esto sucede porque los hongos realizan la hidrólisis enzimática de lignocelulosa para convertirlo en glucosa como fuente de alimento y los residuos de pañales tienen un alto contenido de minerales, lignina y celulosa. Estos resultados lo sostienen Ganash et al. (2021), en su artículo menciona que los hongos de descomposición blanca (*Pleurotus ostreatus*) son los principales que se encargan de la degradación de la lignina y celulosa, debido a que estos liberan enzimas esenciales para convertirlos en sus cuerpos fructíferos. Asimismo, Mismisuraya et al. (2021) quien a través del cultivo *Pleurotus ostreatus* degradó la celulosa que se encontró en la composición de los pañales e inclusive eliminó toxinas nocivas. Por su parte, Ekanayaka et al. (2022), sostiene que una de las alternativas más viables para el tratamiento de biodegradación de agentes plásticos como el pañal es el uso de hongos, quienes son taxonómicamente diversos y pertenecen a tres filos fúngicos principales: Ascomycota, Basidiomycota y Mucoromycota.

Las características de los pañales desechables usados fueron parte importante del experimento, ya que nos permitió conocer cuánto es el cambio que estos obtienen después de su uso; es decir, un pañal nuevo oscila en peso total de 28,56 g a 39,36 g de acuerdo con su talla, después de ser usado estos alcanzan pesos desde los 214, 56 hasta 220,12g; ósea, estos quintuplican su peso inicial, provocando un aumento de residuos con presencias de orina y heces fecales. Los hallazgos experimentales de Tsigkou et al. (2022) indican que el peso medio de un pañal limpio fluctúa los 41g, mientras que el peso medio de un usado es de 212g. Además de ello, se consideró como parte de la evaluación la humedad de estos, donde se evidencio que cuanto más grande sea la talla del pañal, este tendrá mayor contenido de humedad y esto se debe a la presencia del polímero superabsorbente (SAP) que tiene propiedades de alta absorción y retención de líquido. Khoo et al. (2019) afirma que es importante el análisis de la composición y el material presente en los pañales usados para poder adecuarlo a un tratamiento o su posterior reciclaje; además, afirma que el pañal usado contiene un 76% de orina del peso

total, lo cual sería beneficioso para ser biodegradado por su alto contenido de desecho orgánico. Asimismo, Budyk y Fullana (2019) presento la composición de un pañal desechable usado, donde considero la información todo en porcentaje en peso: 37% Pulpa de celulosa, 31% polímero superabsorbente, 16% polipropileno, 6% polietileno de baja densidad, 18% de heces, el 82% es orina y 10% de otros materiales. Para poder aplicar un debido tratamiento a estos residuos es importante realizar una correcta caracterización de los componentes, ya que la composición de estos es crucial para el desarrollo del cultivo del hongo.

Con respecto al objetivo, determinar la eficiencia biológica de los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* para la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023, se obtuvieron que el hongo *Pleurotus ostreatus* tuvo un mayor nivel de eficiencia biológica (16,30%) y en conjunto con el hongo *Ganoderma Lucidum* alcanzaron una eficiencia biológica de 24,30%, estos niveles de eficiencia depende mucho del acondicionamiento del ambiente; ya que los factores que más influye en el desarrollo del hongo es la temperatura, la humedad, la luz y ventilación. Tal es el caso Montoya, López y Segura (2018) quienes obtuvieron una eficiencia biológica del 28,04% con un tratamiento de foto estímulo, teniendo en cuenta el periodo y la intensidad de la luz; ya que la luz regula el tiempo en que se produce la maduración y por ende el tiempo de cosecha, es así como la duración del cultivo duro 16 días con un tratamiento de 24 horas de luz azul. Sin embargo, otro elemento importante para tener en cuenta es el sustrato, ya que estos deben contener los nutrientes pertinentes para el desarrollo y productividad del hongo; cabe mencionar, que el pañal desechable usado tenía contenido de orina, el cual tiene una gran cantidad de nutrientes como el nitrógeno, el potasio y el fosforo; además de ser una sustancia casi estéril al momento de ser expulsada por el cuerpo, lo cual puede utilizarse como fertilizante líquido. Por su parte De Madrignac y Flecha (2019) quienes usaron los dos hongos (*Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum*) obtuvieron valores del 50%, recalcando que los sustratos utilizados estaban enriquecidos con granos de avena. En el mismo caso Xu et al, (2021) muestra que el cultivo de la *G. lucidum* tuvo una eficiencia biológica del 26%.

En el estudio se determinó que el tiempo óptimo de tratamiento fue de 30 días mediante la aplicación de la dosis óptima de 100g de hongo *Pleurotus ostreatus* + 100g de hongo *Ganoderma lucidum* + 62 g de pañal + 80 g de sustrato, alcanzó el mayor nivel de biodegradación de pañales desechables, alcanzando un nivel de biodegradación de 64,79%. Contrastando con Campos y Risco (2021), quienes añadieron durante un tratamiento de 3 meses con aplicación de hongo *Pleurotus ostreatus* en diferentes proporciones de pañales desechables usados con contenido de orina y heces, colocados en fase oscura durante 42 días, lograron una degradación del 16,02 %. Sin embargo, Mismisuraya *et al.* (2021) a través del cultivo de *Pleurotus ostreatus* manifiesta que la pérdida de peso se evidencia desde los 30 días hasta los 90 días (periodo de evaluación en su investigación) y que los porcentajes de degradación van desde los 39% al 46%, evidenciando la eficiencia del cultivo en la degradación del pañal. De acuerdo con Rashad *et al.* (2019) afirma que las propiedades químicas y físicas del sustrato juntamente con las condiciones ambientales pueden actuar sinérgicamente para lograr un buen desempeño de los hongos tanto en términos de eficiencia biológica y rendimiento del cultivo. Cunha *et al.* (2023) sostiene que los hongos son capaces de bioconvertir residuos orgánicos, el micelio de los hongos puede secretar enzimas que se encargan de degradar la lignina, haciéndolos formar cuerpos fructíferos a partir de dichas enzimas, la familia de hongos *Pleurotus* tiene gran adaptabilidad a cualquier tipo de sustrato. Por otro lado, Khoo *et al.* (2019) utilizó como sustrato hojas secas, pasto y paja de trigo, arrojando como resultado una eficiencia del 80% en la degradación de la celulosa de los pañales, mostrando así que a través de la degradación de los pañales por medio de tratamientos biológicos se mejora la gestión de estos desechos de un solo uso y se evita su acumulación. Es importante optimizar los diferentes factores que están presentes en el sustrato como el pH, el contenido de humedad y la relación carbono/nitrógeno, ya que este es empleado como soporte para la inoculación y el crecimiento de los hongos, mostrándose como una manera adecuada y factible para ser utilizados en la degradación de los residuos con dichos hongos; cabe mencionar que es importante el uso de un aditivo para incrementar los azúcares solubles en el cultivo, el cual desempeña un papel clave al inicio del crecimiento micelial y al mismo tiempo acorta el tiempo de colonización.

Con respecto al nivel de degradación, de acuerdo con el quinto objetivo específico, los resultados mostraron que la mayor biodegradación de la celulosa se dio a los 30 días y con el tratamiento de los dos hongos (*Ganoderma lucidum* y *Pleurotus ostreatus*), alcanzando una eficiencia de 64,79%; esto se produjo porque la celulosa presente del pañal es una fuente de carbono importante para el crecimiento del hongo; además de ello el sustrato utilizado proporcionó una cantidad significativa de nitrógeno, siendo este nutriente fuente principal para el desarrollo micelial. Estos valores son superiores a lo obtenido por Liza (2019), quien a través de una metodología similar determinó que mediante sustrato y hongos *Pleurotus ostreatus* logró una degradación del 40,2% de pañales; por su parte Ma *et al.* (2020) afirma que tuvo una reducción de peso y de celulosa del 40% lo que indica la utilización eficiente del sustrato de crecimiento por parte del hongo para su crecimiento y al mismo tiempo, sirve como indicador de la eficiencia degradante del hongo para reducir los pañales usados. Sin embargo, los resultados del estudio contrastan con Khoo *et al.* (2022) quienes lograron una eficiencia del 70% en los desechos del núcleo del pañal durante el proceso de biodegradación con el cultivo de hongos (*Ganoderma lucidum*), mostrando así que a través de los tratamientos biológicos se mejora la gestión de estos desechos de un solo uso y se evita su acumulación. Esta reducción de los sustratos podría derivarse de las actividades enzimáticas que realiza el hongo, al hidrolizar la celulosa, se produce la glucosa lo cual al transformarse en moléculas de azúcar simple puede actuar como nutriente para el crecimiento de micelio y desarrollo de cuerpo fructífero; es por ello, que la reducción de peso del sustrato está relacionada directamente con el contenido lignocelulósico en el sustrato de crecimiento. Además, la variación en los niveles de eficiencia de degradación alcanzada se debe al tiempo de tratamiento empleado para la biodegradación; es decir, a más tiempo de tratamiento mayor es el nivel de degradación.

## VI. CONCLUSIONES

Los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum* mostraron una influencia positiva en la biodegradación de pañales desechables en la guardería CAR Divino Jesús Pueblo Libre, Lima – 2023.

Las características de los pañales desechables usados son: alta capacidad de absorción y retención de agua; por ende, un pañal nuevo tiene un peso de 28,56 g a 39,36 g de acuerdo con su talla, después de ser usado alcanzan pesos desde los 214, 56 hasta 220.12g; asimismo, es flexible, porque tiene bandas adhesivas, las cuales son las partes plásticas y, por último, tiene una pulpa de celulosa que hace que sea suave.

El nivel de eficiencia biológica del hongo *Pleurotus ostreatus* fue de 16,30% y juntamente con el hongo *Ganoderma Lucidum* alcanzaron una eficiencia biológica de 24,30%, por lo cual sinérgicamente aseguran el desarrollo del hongo para la biodegradación.

La dosis óptima del tratamiento estuvo compuesta por 100g de hongo *Pleurotus ostreatus* + 100g de hongo *Ganoderma lucidum* + 62 g de pañal + 80 g de sustrato, alcanzando el mayor nivel de biodegradación de pañales desechables.

El tiempo óptimo para la biodegradación fue de 30 días donde se alcanzó mayor nivel de biodegradación, determinando que a mayor tiempo de tratamiento se alcanzará mayores niveles de biodegradación.

La eficiencia de biodegradación de pañales desechables usados fue del 64,79% con el uso de los hongos *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum*; sin embargo, estos resultados podrían ser superiores mediante una mayor dosis con presencia de ambos hongos y por un mayor tiempo de tratamiento.

## VII. RECOMENDACIONES

- La temperatura a considerar en todo el proceso del cultivo de los hongos deberá ser de 18° a 22°C.
- Utilizar sustratos que estén cortados en trozos de 2 a 4 cm para mayor expansión del micelio del hongo.
- Utilizar sustratos con mayor contenido de materia orgánica que favorezca la productividad y el desarrollo micelial del hongo.
- Considerar la implementación de dos lugares (incubación y fructificación) en los que se pueda controlar la luz y ventilación.
- Utilizar el carbonato de calcio (CaCO<sub>3</sub>) y yeso como un regulador de pH y así prevenir la contaminación del cultivo.

## REFERENCIAS

- ADEBAYO, E.A, et al. Molecular characterization of most cultivated *Pleurotus* species in sub-western region Nigeria with development of cost effective cultivation protocol on palm oil waste, *Heliyon*, Volume 7, Issue 2, 2021, ISSN 2405-8440. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2405844021003200>
- AGENDA NACIONAL DE ACCIÓN AMBIENTAL AL 2021. MINAN [en línea]. Disponible en: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/438806/RM\\_N\\_\\_380-2019-MINAM\\_-\\_Agenda\\_Ambiental\\_Bicentenario.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/438806/RM_N__380-2019-MINAM_-_Agenda_Ambiental_Bicentenario.pdf).
- AGUILAR, Mauro Quiñones. ESTABLECIMIENTO DE UN SUBSTRATO BASADO EN RESIDUOS DE *Cedrus* sp., *Eucalito* sp. y *Pinus taeda* PARA EL CULTIVO DE *Ganoderma lucidum*. *Scientia*, 2021, vol. 23, no 23, p. 161-172. Disponible en: <http://revistas.urp.edu.pe/index.php/Scientia/article/download/4603/5581>.
- ÁNGEL, Carolina; ROBLEDO, Jacobo y CASTAÑO, Jairo. Comparación de métodos de inoculación de *Fusarium solani* f. sp. *passiflorae* en plántulas de maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). *Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica*, 2018, vol. 21, no 1, p. 23-31. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-42262018000100023](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262018000100023)
- ARIAS GONZÁLES, José Luis; COVINOS GALLARDO, Mitsuo. Diseño y metodología de la investigación. 2021. Disponible en: <http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2260>
- BARBARO, Lorena Alejandra; KARLANIÁN, Mónica Alejandra. Efecto de las propiedades físicas del sustrato sobre el desarrollo de plantines florales en maceta. *Ciencia del suelo*, 2020, vol. 38, no 1, p. 01-11.
- BEGUÉ, Nuria, et al. Understanding sampling: A summary of the research. *Boletín de estadística e investigación operativa–BEIO*, 2019, vol. 35, no 1, p. 49-78. Disponible en: [https://www.researchgate.net/profile/Carmen-Batanero/publication/337469892\\_Understanding\\_sampling\\_a\\_summary\\_of\\_the\\_research/links/5dd9496592851c1fedac9283/Understanding-sampling-a-summary-of-the-research.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Carmen-Batanero/publication/337469892_Understanding_sampling_a_summary_of_the_research/links/5dd9496592851c1fedac9283/Understanding-sampling-a-summary-of-the-research.pdf)

- BUDYK, Yuriy y FULLANA, Andres. Hydrothermal carbonization of disposable diapers. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2019, vol. 7, no 5. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103341>
- CAMPOS ZURITA, Glenia Thalia; RISCO RIVADENEYRA, Roberto Gonzalo. Biodegradación de pañales desechables usados aplicando el cultivo de seta (*Pleurotus ostreatus*) para disminuir la contaminación ambiental, Chiclayo. 2021. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72837>
- CASTRO, EM Magdalena. Bioestadística aplicada en investigación clínica: conceptos básicos. *Revista médica clínica las Condes*, 2019, vol. 30, no 1, p. 50-65. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0716864019300045>.
- CHUN, Se Chul, et al. Mycoremediation of PCBs by *Pleurotus ostreatus*: possibilities and prospects. *Applied Sciences*, 2019, vol. 9, no 19, p. 4185. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-3417/9/19/4185>
- COELLO VARGAS, Nestor Daniel. Mejora en el proceso de conversión del papel celulósico a papel sanitario-pañal desechable utilizando la norma de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) de la Empresa CMPC Ecuador. 2018. Tesis Doctoral. Universidad de Guayaquil. Facultad de Ingeniería Industrial. Carrera de Ingeniería Industrial. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/370/37019104.pdf>
- DÍAZ, R. y DÍAZ-GODÍNEZ, G. Substrates for mushroom, enzyme and metabolites production: A review. *Journal of Environmental Biology*, 2022, vol. 43, no 3, p. 350-359. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2665173844/fulltextPDF/A63B10839CC74086PQ/1?accountid=37408>
- FERNÁNDEZ, Natalia, et al. Materiales biopoliméricos desarrollados a partir de micelio y residuos lignocelulósicos. Estado de la técnica actual y perspectivas de aplicación en el campo del hábitat. *AJEA*, 2020, no 5.
- GALARZA, Carlos Alberto Ramos. Diseños de investigación experimental. *CienciAmérica: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indoamérica*, 2021, vol. 10, no 1, p. 1-7. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7890336>

- Gestión de residuos sólidos sial – Municipalidad de Pueblo Libre. Muniplibre.gob.pe [en línea], 2017. [Consulta: 26 noviembre 2022]. Disponible en: <https://portal.muniplibre.gob.pe/gestion-residuos-solidos-sial/>.
- GONZÁLEZ, David E., et al. Evaluación de la biomasa residual (cereza) de café como sustrato para el cultivo del hongo comestible *Pleurotus ostreatus*. *Revista Ion*, 2020, vol. 33, no 1, p. 93-102. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-100X2020000100093](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-100X2020000100093)
- GUEVARA VIEJÓ, Fabricio, et al. Application of K-Means Clustering Algorithm to Commercial Parameters of *Pleurotus* spp. Cultivated on Representative Agricultural Wastes from Province of Guayas. *Revista de hongos*, 2021. 7 (7), 537. ISSN 2309-608X. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2309-608X/7/7/537/htm>
- ILYINA, G. V.; SASHENKOVA, S. A.; ILYIN, D. Yu. STUDIES OF THE POSSIBILITY OF USING MUSHROOM WASTE IN BIOREMEDIATION OF AGRICULTURAL SOILS. *Volga Region Farmland*, 2019, no 4, p. 12-17. Recuperado de: <https://elibrary.ru/item.asp?id=42396572>
- IPEAIYEDA, Ayodele Rotimi; ADENIPEKUN, Clementina Oyinkansola; OLUWOLE, Oluwatola. Bioremediation potential of *Ganoderma lucidum* (Curt: Fr) P. Karsten to remove toxic metals from abandoned battery slag dumpsite soil and immobilisation of metal absorbed fungi in bricks. *Cogent Environmental Science*, 2020, vol. 6, no 1, p. 1847400. Recuperado de: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/23311843.2020.1847400>
- KHOO, Shing *et al.* Recent technologies for treatment and recycling of used disposable baby diapers. *Process Safety and Environmental Protection*, 2019, vol. 123, p. 116-129. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0957582018303860>
- KOUTROTSIOS, Georgios, et al. Valorization of olive by-products as substrates for the cultivation of *Ganoderma lucidum* and *Pleurotus ostreatus* mushrooms with enhanced functional and prebiotic properties. *Catalysts*, 2019, vol. 9, no 6, p. 537.
- KUMAR, Mahesh, et al. Determination of the Paper Quality as a Substrate for Oyster Mushroom Cultivation. 2020. Recuperado de:

[https://www.researchgate.net/profile/Siddhant-Oys/publication/338800845\\_Determination\\_of\\_the\\_Paper\\_Quality\\_as\\_a\\_Substrate\\_for\\_Oyster\\_Mushroom\\_Cultivation/links/5e2ae65c4585150ee77e99c0/Determination-of-the-Paper-Quality-as-a-Substrate-for-Oyster-Mushroom-Cultivation.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Siddhant-Oys/publication/338800845_Determination_of_the_Paper_Quality_as_a_Substrate_for_Oyster_Mushroom_Cultivation/links/5e2ae65c4585150ee77e99c0/Determination-of-the-Paper-Quality-as-a-Substrate-for-Oyster-Mushroom-Cultivation.pdf)

KUSUMAWATI, D. I.; MANGKOEDIHARDJO, S. Promising approach for composting disposable diapers enhanced by Cyanobacteria. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 2021, vol. 7, no 3, p. 439-456.

Disponible en: [https://www.gjesm.net/article\\_242079\\_ed218197debe639d727dad66a24e1906.pdf](https://www.gjesm.net/article_242079_ed218197debe639d727dad66a24e1906.pdf)

LIGNOCELLULOLYTIC activity of pleurotus ostreatus under solid state fermentation using silage, stover, and cobs of maize por GANASH, Magdah [et al]. *BioResources* [en línea], vol. 16, n.º 2, 2021. Disponible en: <https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/lignocellulolytic-activity-of-pleurotus-ostreatus-under-solid-state-fermentation-using-silage-stover-and-cobs-of-maize/>

LIZA, M. Use of oyster mushroom (*Pleurotus Ostreatus*) to degrade used diapers and sanitary pads in selected esatates in thika, kiambu county, Kenya. 2019. Tesis Doctoral. Kenyatta University. Recuperado de: [https://ir-library.ku.ac.ke/bitstream/handle/123456789/19908/Use%20of%20Oyster%20Mushroom%20\(Pleurotus%20Ostreatus\)%20to%20Degrade....pdf?sequence=1](https://ir-library.ku.ac.ke/bitstream/handle/123456789/19908/Use%20of%20Oyster%20Mushroom%20(Pleurotus%20Ostreatus)%20to%20Degrade....pdf?sequence=1)

LÓPEZ-FERNÁNDEZ, María del Mar y Franco-Mariscal, Antonio Joaquín. (2021, abril-junio). Indagación sobre la degradación de plásticos con estudiantes de secundaria. *Educación Química*, 32(2). DOI: <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.2.76553>

LOSOYA-SIFUENTES, Carolina, et al. Development and Characterization of *Pleurotus ostreatus* Mushroom—Wheat Bread. *Starch-Stärke*, 2022, vol. 74, no 1-2, p. 2100126. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/star.202100126>

LUQUE, Juan M. Roggero; RUGOLO, Maximiliano y BARROETAVENA, Carolina. Evaluación de residuos lignocelulósicos de la Patagonia argentina

para el cultivo del hongo comestible *Lentinula edodes* (Basidiomycota). *Bonplandia* 2022, vol.31, n.2 pp.115-128. ISSN 0524-0476. Disponible en: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1853-84602022000200115&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-84602022000200115&lng=es&nrm=iso)

MA, Nyuk Ling, et al. Green application and toxic risk of used diaper and food waste as growth substitute for sustainable cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Journal of cleaner production*, 2020, vol. 268, p. 122272. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652620323192>

MAULIANAWATI, Diana; PURNOMO, Adi Setyo; KAMEI, Ichiro. Biodegradation of DDT by Co-cultures of *Pleurotus eryngii* and *Pseudomonas aeruginosa*. *HAYATI Journal of Biosciences*, 2021, vol. 28, no 3, p. 240-240. Recuperado de: <https://jurnal.ipb.ac.id/index.php/hayati/article/view/37307>

MELISA, et. al. Technologic Development on *Pleurotus* Cultivation: Specific Practices Used in Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 2021, vol. 64. DOI 10.1590/1678-4324-2021200198. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/babt/a/YMsGFvMJ7g67YGncJvPgQRH/>.

MIRANDA CORONEL, Luis Miguel. Estudio del potencial degradativo de hongos lignocelulolíticos sobre corteza de pino y su efecto en la producción de Bocashi. 2021. Disponible en: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/15828>

MISMISURAYA, M. A.; YAACOB, Noorulnajwa Diyana; ZULKIFLE, Nor Ain Najihah. Biotic Degradation of Plastic Hygiene Products by Using *Pleurotus ostreatus*. En *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. IOP Publishing, 2021. p. 012015. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/765/1/012015/meta>

Ministerio del Ambiente (MINAM). Agenda Nacional de Acción ambiental al 2021. Lima: MINAM, 2019. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2019/01/ANAA-al-2021-Propuesta-28.12.18-consulta-p%C3%BAblica.pdf>

- MOHAMMADI-SICHANI, M., et al. Ability of *Agaricus bisporus*, *Pleurotus ostreatus* and *Ganoderma lucidum* compost in biodegradation of petroleum hydrocarbon-contaminated soil. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 2019, vol. 16, p. 2313-2320. Recuperado de: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13762-017-1636-0>
- MONTENEGRO, I. y STUARDO, C. 2021. Introducción al Cultivo de Hongos. Instituto Forestal, Chile. Documento de Divulgación N° 56. 57 p. Disponible en: <https://bibliotecadigital.infor.cl/bitstream/handle/20.500.12220/31294/31294.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- NIETO Juárez, Jessica I.; CUZCANO Ruiz, Ángel D.; REYES López, Walter. Evaluación del cultivo del hongo *Pleurotus Ostreatus* y de su composición nutricional en Borra de Café. *Tecnia*, 2021, vol. 31, no 2, p. 27-32. Disponible en: [http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2309-04132021000200027&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2309-04132021000200027&script=sci_abstract&tlng=en)
- NOVA PINEDO, Máximo; MAMANI SÁNCHEZ, Beatriz. Efecto de la aplicación de microorganismos eficientes con y sin la pulpa de celulosa contenida en el gel del pañal de bebe para la producción de humus. *Acta Nova*, 2020, vol. 9, no 5-6, p. 737-753. Disponible en: [http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v9n5-6/v9n5-6\\_a06.pdf](http://www.scielo.org.bo/pdf/ran/v9n5-6/v9n5-6_a06.pdf)
- NYUK, M. et al. Green application and toxic risk of used diaper and food waste as growth substitute for sustainable cultivation of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*). *Journal of cleaner production*, 2020, vol. 268, p. 122272. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652620323192>
- OBANDO, Gabriel Andres, et al. Production of Orellana mushroom (*Pleurotus ostreatus*) on agricultural residues and pastures generated in the community of Obonuco, Nariño. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 2022, vol. 9, no 2, p. 42-54.
- OCHOA, Roselva; NAVA, Ninoska; FUSIL, Damaris. Comprensión epistemológica del tesista sobre investigaciones cuantitativas, cualitativas y mixtas. *Orbis: revista de Ciencias Humanas*, 2020, vol. 15, no 45, p. 13-22. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7407375>

- PAPADAKI A, et. al. Upgrading Grape Pomace through *Pleurotus* spp. Cultivation for the Production of Enzymes and Fruiting Bodies. 2019 *Microorganisms*, 7, no. 7: 207. Disponible en: <https://www.mdpi.com/2076-2607/7/7/207>
- QUINTANA Zamora, Jorge Gustavo et al. *Pleurotus ostreatus* production using corn and legume husks. *Revista Científica Interdisciplinaria Investigación y Saberes*, 2022, vol. 12, nº 3. Disponible en: [http://revistasdigitales.utelvt.edu.ec/revista/index.php/investigacion\\_y\\_saberes/article/view/183](http://revistasdigitales.utelvt.edu.ec/revista/index.php/investigacion_y_saberes/article/view/183)
- QUIÑONEZ Martínez, Miroslava, et al. Production of ***Pleurotus Ostreatus*** cultivated in substrates made from two invasive weeds. *Agrociencia* [en línea], vol. 56, no. 3, pp. 405-433, 2022. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8540317>
- QUISPE, Antonio M., et al. Metodologías cuantitativas: Cálculo del tamaño de muestra con STATA y R. *Revista del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, 2020, vol. 13, no 1, p. 78-83.
- RASHAD, Ferial M., et al. Recycling of agro-wastes for *Ganoderma lucidum* mushroom production and *Ganoderma* post mushroom substrate as soil amendment. *Waste management*, 2019, vol. 88, p. 147-159. Disponible en: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0956053X19301722?token=4B24A5CE6D5CC4570B210438A04DA1255D71BDE0656D569FB7BEFFC5B3F03AB182DC9A032BD4E5690272B09CFF82332D&originRegion=us-east-1&originCreation=20221029213021>
- RAINERT, Karine Thaise, et al. Decolorization of the synthetic dye Remazol Brilliant Blue Reactive (RBBR) by *Ganoderma lucidum* on bio-adsorbent of the solid bleached sulfate paperboard coated with polyethylene terephthalate. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2021, vol. 9, no 2, p. 104990. Recuperado de: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213343720313397>
- RODRÍGUEZ GUERRA A, Baca-Cajas KA. 2022. Generación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU): análisis de una década de gestión en países de Europa y América. *Revista Ecuatoriana de Medicina y Ciencias Biológicas* 43(1): 49-61. Disponible en: <https://remcb-puce.edu.ec/remcb/article/view/919/696>

- ROMERO-PRADA, Martín Emilio; GÓMEZ-ESPITIA, Lina María; LLANOS-MORENO, Claudia Jimena. Evaluación de desenlaces percibidos por pacientes adultos con incontinencia que utilizan pañales desechables en Colombia En: *Entramado*. Enero-junio, 2023 vol. 19, no. 1, e-8946 p. 1-8 <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.8946>
- RUEDA-MORALES, M. (2019). Aprovechamiento de la orina como fuente de nutrientes en la agricultura. *Revista Tecnología En Marcha*, 32(8), Pág. 93–103. <https://doi.org/10.18845/tm.v32i8.4567>
- SÁNCHEZ, Henry Labrador; OSTO, Steffany. CARACTERIZACIÓN DE LA CELULOSA PROVENIENTE DEL LODO PAPELERO Y SU ESTERIFICACIÓN. *Revista de la Facultad de Ciencias*, 2021, vol. 10, no 2, p. 67-81. Disponible en: <http://portal.amelica.org/ameli/journal/115/1152771006/html/>
- SERNAC. La Misión de Elegir el Pañal Más Adecuado: Evaluación de Desempeño y Rotulación. Unidad de Calidad y Seguridad de Productos. [en línea]. 2020. Disponible en: [https://www.sernac.cl/portal/607/articulos-58675\\_archivo\\_01.pdf](https://www.sernac.cl/portal/607/articulos-58675_archivo_01.pdf).
- SERRANO-VÁZQUEZ, Iyari Celeste, et al. Dermatitis sifiloide posterosiva de Sevestre-Jacquet asociada al uso de pañales reutilizables: caso clínico. *Revista Médica del Instituto Mexicano del Seguro Social*, 2021, vol. 59, no 3, p. 242-247. Disponible en: <https://www.redalyc.org/journal/4577/457768119010/457768119010.pdf>
- SUBEDI, Krishna, et al. Optimization of Growth Conditions and Biological Activities of Nepalese *Ganoderma lucidum* Strain Philippine. *Advances in Pharmacological and Pharmaceutical Sciences*, 2021, vol. 2021. Disponible en: <https://downloads.hindawi.com/journals/aps/2021/4888979.pdf>
- TSIGKOU, Konstantina, et al. Used Disposable Nappies: environmental burden or resource for biofuel production and material recovery?. *Resources, Conservation and Recycling*, 2022, vol. 185, p. 106493. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106493>
- THIRIBHUVANAMALA, G.; KRISHNAMOORTHY, A. S. Evaluation of different lignocellulosic substrates for cultivation of medicinal mushroom *Ganoderma lucidum*. *Journal of Environmental Biology*, 2021, vol. 42, no 5, p. 1314-1319.

Disponibile

en:

[http://www.jeb.co.in/journal\\_issues/202109\\_sep21/paper\\_14.pdf](http://www.jeb.co.in/journal_issues/202109_sep21/paper_14.pdf)

XU, Wenzhao, et al. Mitochondrial pyruvate carrier regulates the lignocellulosic decomposition rate through metabolism in *Ganoderma lucidum*. *FEMS Microbiology Letters*, 2021, vol. 368, no 14, p. fnab088. Disponibile en: <https://academic.oup.com/femsle/article/368/14/fnab088/6316105?login=false>

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA									
<p><b>Problema general:</b> ¿Cuál es la influencia de los hongos <i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>Ganoderma lucidum</i> en la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023?</p> <p><b>Problemas específicos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>¿Cuál es la eficiencia biológica de los hongos <i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>Ganoderma lucidum</i> en en guardería de Pueblo Libre, Lima - 2023?</li> <li>¿Cuál fue la dosis óptima para la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023?</li> <li>¿Cuál fue el tiempo óptimo para la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023?</li> <li>¿Cuál es la eficiencia de biodegradación del pañal desechable en guardería de Pueblo Libre, Lima - 2023?</li> </ol>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinar la influencia de los hongos <i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>Ganoderma lucidum</i> en la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima - 2023</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>Determinar las características de los pañales desechables usados en guardería de Pueblo Libre, Lima - 2023.</li> <li>Determinar la eficiencia biológica de los hongos <i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>Ganoderma lucidum</i> para la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima - 2023.</li> <li>Determinar la dosis óptima para la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima - 2023.</li> <li>Determinar el tiempo óptimo para la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023.</li> <li>Determinar la eficiencia de biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima - 2023.</li> </ol>	<p><b>Hipótesis general:</b> Los hongos <i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>Ganoderma lucidum</i> influyen en la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>La eficiencia biológica de los hongos <i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>Ganoderma lucidum</i> son adecuados para la biodegradación de los pañales desechables.</li> <li>La dosis 2 es óptima para la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023.</li> <li>El tiempo de 30 días es óptimo para la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023</li> <li>Los hongos <i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>Ganoderma lucidum</i> logran una eficiencia de biodegradación significativa de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima - 2023.</li> </ol>	<p><b>Independiente:</b> Hongos <i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>Ganoderma lucidum</i></p> <p><b>Dependiente:</b> Degradación de pañales desechables</p>	<p>Eficiencia biológica</p> <p>Dosis</p> <p>Tiempo de biodegradación</p> <p>Eficiencia de biodegradación del pañal desechable</p>	<p>Hongo <i>Pleurotus ostreatus</i></p> <p>Hongo <i>Ganoderma lucidum</i></p> <p>Hongos <i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>Ganoderma lucidum</i></p> <table border="1"> <tr> <td>Dosis 1</td> <td>200g de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato</td> </tr> <tr> <td>Dosis 2</td> <td>200g de hongo <i>Ganoderma lucidum</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato</td> </tr> <tr> <td>Dosis 3</td> <td>100g de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> + 100g de hongo <i>Ganoderma lucidum</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato</td> </tr> </table> <table border="1"> <tr> <td>10 días</td> </tr> <tr> <td>20 días</td> </tr> <tr> <td>30 días</td> </tr> </table> <p><math display="block">\text{Eficiencia} = \left( \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \right) * 100\%</math></p>	Dosis 1	200g de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato	Dosis 2	200g de hongo <i>Ganoderma lucidum</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato	Dosis 3	100g de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> + 100g de hongo <i>Ganoderma lucidum</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato	10 días	20 días	30 días	<p><b>Tipo:</b> Aplicada.</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Nivel:</b> El presente estudio tiene un nivel explicativo</p> <p><b>Población:</b> Conformada por los pañales desechables usados</p> <p><b>Técnica:</b> La observación directa, lo cual se basa en el registro y apunte sistemático de los datos obtenidos en los experimentos.</p>
Dosis 1	200g de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato														
Dosis 2	200g de hongo <i>Ganoderma lucidum</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato														
Dosis 3	100g de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> + 100g de hongo <i>Ganoderma lucidum</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato														
10 días															
20 días															
30 días															

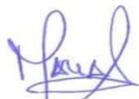
## Anexo 2. Matriz de operacionalización

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición		
<b>Independiente:</b> Hongos <i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>Ganoderma lucidum</i>	El hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> , es usado para procesos de fermentación en estado sólido, teniendo la capacidad de crecer en la superficie de las partículas del sustrato y eliminar compuestos tóxicos que pudieran existir (Sunsu et al., 2021). Asimismo, el hongo <i>Ganoderma lucidum</i> , crece durante todo el año en la madera muerta de árboles del grupo de los terpenoides, teniendo por función degradar la madera convirtiéndolos en la base de sus cuerpos fructíferos (Fahmi y Sri, 2019).	Para ambos hongos se llevó a cabo la caracterización de la eficiencia biológica de los hongos y las dosis que se aplicaron para la biodegradación de pañales	Eficiencia biológica de los hongos	Hongo <i>Pleurotus ostreatus</i>		%	
				Hongo <i>Ganoderma lucidum</i>		%	
				Hongos <i>Pleurotus ostreatus</i> y <i>Ganoderma lucidum</i>		%	
			Dosis	Dosis 1	200g de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato	g	
				Dosis 2	200g de hongo <i>Ganoderma lucidum</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato	g	
				Dosis 3	100g de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> + 100g de hongo <i>Ganoderma lucidum</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato	g	
<b>Dependiente:</b> Biodegradación de pañales desechables	Los pañales desechables están compuestos por una mezcla de celulosa biodegradable, material plástico no biodegradable, cinta adhesiva, materiales poliméricos superabsorbentes y adhesivos, hacen difícil su separación del producto para poder reciclarlo. Por ello, la mayoría de pañales desechables terminan en vertederos o incineradores (Lan, 2019).	La variable se determinó mediante el tiempo de biodegradación y el nivel de degradación de los pañales con los indicadores reducción de volumen.	Tiempo de biodegradación	10 días		días	
				20 días		días	
				30 días		días	
			Características del pañal desechable	Eficiencia de biodegradación del pañal desechable	$\text{Eficiencia} = \left( \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \right) * 100\%$		%
				Peso		g	
				Humedad		%	
				Peso celulosa		g	
Densidad		g/cm <sup>3</sup>					

**Ficha de recolección de pañales y sustrato (poda de jardín) para su caracterización**

<b>Título</b>	" Estudio de Pleurotus ostreatus y Ganoderma lucidum para la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima - 2023"								
<b>Línea de Investigación</b>	Tratamiento y gestión de los residuos								
<b>Escuela</b>	Ingeniería Ambiental.								
<b>Responsables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gonzales Amaral, Laddy Margarita</li> <li>- Sánchez Inga, Thalía Lucero</li> </ul>								
<b>Asesor</b>	Mg. Bañon Arias, Jonnatan Victor (orcid.org/0000-0002-0996-9593)								
<b>DATOS DE RECOLECCION DE PAÑALES DESECHABLES</b>				<b>DATOS DE RECOLECCIÓN DE SUSTRATO (PODA DE JARDÍN)</b>					
<b>Nombre de la zona de estudio</b>				<b>Nombre de procedencia</b>					
<b>Fecha:</b>	<b>Hora:</b>			<b>Fecha:</b>	<b>Hora:</b>				
<b>Ubicación</b>	<b>Código</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Cantidad de pañales</b>	<b>Ubicación</b>	<b>Código</b>	<b>Coordenadas UTM</b>		<b>Cantidad de sustrato</b>
		<b>X</b>	<b>Y</b>				<b>X</b>	<b>Y</b>	
<b>Parámetros</b>	<b>Pañal desechable</b>				<b>Caracterización del Sustrato (poda de jardín)</b>				
Humedad					Materia orgánica				
Peso total					Nitrógeno orgánico				
Densidad					Relación C/N				
Peso celuloso					Carbono Orgánico				

**Anexo 3.** Ficha de recolección de pañales desechables y sustrato para su caracterización



 María Paulina Aliaga Martínez  
 Ingeniera Ambiental  
 CIP: 59443



GIANMARCO JORGE  
 MENDOZA MOGOLLON  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP N° 200348



 Jave Nakayo Jorge Leonardo  
 Ingeniero Agrónomo  
 CIP: 43444



Danny Lizarzaburu Aguinaga  
 Ingeniero Químico  
 Reg. CIP N° 85559



 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP N° 25450

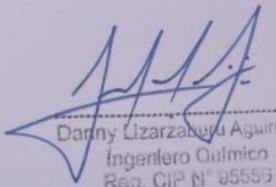
### Anexo 4. Ficha de biodegradación del pañal desechable

	 <b>UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO</b>																											<b>Ficha de biodegradación del pañal desechable</b>																										
<b>Título</b>	" Estudio de Pleurotus ostreatus y Ganoderma lucidum para la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima - 2023"																																																					
<b>Línea de Investigación</b>	Tratamiento y gestión de los residuos																																																					
<b>Escuela</b>	Ingeniería Ambiental.																																																					
<b>Responsables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gonzales Amaral, Laddy Margarita</li> <li>- Sánchez Inga, Thalía Lucero</li> </ul>																																																					
<b>Asesor</b>	Mg. Bañon Arias, Jonnatan Victor (orcid.org/0000-0002-0996-9593)																																																					
<b>Tratamientos</b>	<i>Pleurotus ostreatus</i>									<i>Ganoderma lucidum</i>									<i>Pleurotus ostreatus + Ganoderma lucidum</i>																																			
<b>Dosis</b>	200g de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato									200g de hongo <i>Ganoderma lucidum</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato									100g de hongo <i>Pleurotus ostreatus</i> + 100g de hongo <i>Ganoderma lucidum</i> + 62 g de pañal + 80 g de sustrato																																			
<b>Repeticiones</b>	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9																											
<b>Tiempos</b>	10 días			20 días			30 días			10 días			20 días			30 días			10 días			20 días			30 días																													
<b>Eficiencia de biodegradación</b>																																																						
<b>Eficiencia biológica</b>																																																						

  
 -----  
 María Paulina Aliaga Martínez  
 Ingeniera Ambiental  
 CIP: 59443

  
 -----  
 GIANMARCO JORGE  
 MENDOZA MOGOLLON  
 INGENIERO AMBIENTAL  
 Reg. CIP N° 200348

  
 -----  
 Jave Nakayo Jorge Leonardo  
 Ingeniero Agrónomo  
 CIP: 43444

  
 -----  
 Darry Lizarzaburu Aguinaga  
 Ingeniero Químico  
 Reg. CIP N° 05559

  
 -----  
 Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar  
 CIP N° 25450

## Anexo 5. Resultados de caracterización del pañal desechable



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : Gonzales Amaral, Laddy Margarita  
Procedencia de muestra : Guardería CAR Divino Jesús – Jesús María  
Recepción de muestra : Lima, 19 de Abril del 2023

### Análisis de caracterización – Pañal desechable

Pañales desechables	Peso pañal nuevo (g)	Peso pañal usado (g)	Peso de celulosa (g)	Humedad (%)
CP (Talla 1)	28.5641	214.56	68.25	49.13
CP (Talla 2)	30.4561	216.32	69.45	46.61
CP (Talla 3)	33.4152	217.67	70.23	58.11
CP (Talla 4)	34.2571	218.78	71.85	60.36
CP (Talla 5)	36.2541	219.23	73.45	61.70
CP (Talla 6)	38.2541	219.56	75.28	61.78
CP (Talla 7)	39.3651	220.12	76.68	61.97

Tamaño de Partícula de Pañal desechable	Abertura (mm)	Peso retenido (g)	Parcial retenido (%)
3"	75.00	0	0
2"	50.00	0.835	8.7
1"	25.00	1.521	15.9
1/2"	12.50	1.831	19.2
5/16"	8.00	2.362	24.7
N° 4	4.75	2.874	30.1
N°4	-4.75	0.124	1.3

Densidad del Pañal	Peso Pañal desechable (g)	Volumen probeta (ml)	Peso parafina (g)	Volumen desplazado (ml)	Densidad del pañal (gr/cm3)
PU - ORINA	2	250	2	3	1.5
PN - L	2	250	2	1.8	0.9

Método Norma ASTM D422, Norma ASTM D 2216, Método de parafina

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301 –Perú  
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)

**Anexo 6.** Resultados de eficiencia biológica 10, 20 y 30 días



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**

Laboratorio de Espectrometría

Eficiencia biológica G (%)	Eficiencia biológica G (%)	Eficiencia biológica G (%)	Eficiencia biológica PO (%)	Eficiencia biológica PO (%)	Eficiencia biológica PO (%)
10 días	20 días	30 días	10 días	20 días	30 días
EFB (%)	EFB (%)	EFB (%)	EFB (%)	EFB (%)	EFB (%)
0.04	0.07	0.09	0.098	0.18	0.21

Eficiencia biológica P+G (%)	Eficiencia biológica P+G (%)	Eficiencia biológica P+G (%)
10 días	20 días	30 días
EFB (%)	EFB (%)	EFB (%)
0.15	0.25	0.33

Código	Humedad de mezcla (%)
H - GSPD	49.98
H -PSPD	51.00
H - GPSPD	50.98

Sustrato de poda de jardín	Materia orgánica (%)	Nitrógeno orgánico (%)	Relación C/N	Carbono orgánico (%)
MONR-SJ	11.96	0.55	12.61	6.94

Método ASTM D2216, Método Walkley – Black, Método kjeldahl

Lima, 28 de abril del 2023

  
  
**MSc. Atilio Mendoza A.**  
 Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)

## Anexo 7. Resultados de biodegradación de pañal desechable de 10 días



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : Gonzales Amaral, Laddy Margarita

Procedencia de muestra : Guardería CAR Divino Jesús – Jesús María

Recepción de muestra : Lima, 12 de mayo del 2023

Biodegradación de pañal desechable con *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum*

Biodegradación 10 días	Peso bolsa inicial (g)	peso bolsa final (g)	Peso pañal húmedo inicial (g)	Peso pañal Húmedo final (g)
BD – (1G-10)	380.59	382.15	102.76	103.1805
BD – (2G-10)	380.35	382.16	102.69	103.1832
BD – (3G-10)	380.69	382.18	102.79	103.1886
BD – (1P-10)	381.04	385.45	102.88	104.0715
BD – (2P-10)	381.07	385.48	102.89	104.0796
BD – (3P-10)	380.87	385.51	102.83	104.0877
BD – (1G+P-10)	381.10	387.5412	102.8970	104.6361
BD – (2G+P-10)	381.17	387.5641	102.9159	104.6423
BD – (3G+P-10)	381.09	387.5812	102.8943	104.6469

Biodegradación 10 días	Peso de celulosa degradada con <i>Ganoderma lucidum</i> (g)
BD – (1G-10)	3.0954
BD – (2G-10)	3.0955
BD – (3G-10)	3.0957

Biodegradación 10 días	Peso de celulosa degradada con <i>Pleurotus ostreatus</i> (g)
BD – (1P-10)	15.611
BD – (2P-10)	15.612
BD – (3P-10)	15.613

Biodegradación 10 días	Peso de celulosa degradada con GL + PO (g)
BD – (1G+P-10)	25.7405
BD – (2G+P-10)	25.7420
BD – (3G+P-10)	25.7431

Método Norma ASTM D 2216

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301 –Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)

**Anexo 8. Resultados de sustrato de poda de jardín en 10 días**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**

Laboratorio de Espectrometría

Sustrato de poda de jardín	Materia orgánica (%)	Nitrógeno orgánico (%)	Relación C/N	Carbono orgánico (%)
CMNR-(10-G)	11.77	0.5412	12.62	6.83
CMNR-(10-P)	11.74	0.5513	12.35	6.81
CMNR-(10-G+P)	11.65	0.5752	11.75	6.76

Método Walkley – Black, Método Kjeldahl

Lima, 19 de mayo del 2023



MSc. Atilio Mendoza  
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301 –Perú  
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)

## Anexo 9. Resultados de biodegradación de pañal desechable de 20 días



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA

Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : Sánchez Inga, Thalía Lucero  
 Procedencia de muestra : Guardería CAR Divino Jesús – Jesús María  
 Recepción de muestra : Lima, 22 de mayo del 2023

Biodegradación de pañal desechable con *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum*

Biodegradación 20 días	Peso bolsa inicial (g)	Peso bolsa final (g)	Peso pañal húmedo inicial (g)	Peso pañal húmedo final(g)
BD – (1G-20)	380.98	388.24	102.86	104.8248
BD – (2G-20)	380.89	388.36	102.84	104.8572
BD – (3G-20)	380.78	388.57	102.81	104.9139
BD – (1P-20)	380.90	392.48	102.84	105.9696
BD – (2P-20)	380.93	392.50	102.85	105.9750
BD – (3P-20)	380.97	392.52	102.86	105.9804
BD – (1G+P-20)	381.10	398.12	102.8970	107.4924
BD – (2G+P-20)	381.74	398.21	103.0698	107.5167
BD – (3G+P-20)	381.67	398.15	103.0509	107.5005

Biodegradación 20 días	Peso de celulosa degradada (g)
BD – (1G-20)	9.4342
BD – (2G-20)	9.4371
BD – (3G-20)	9.4423

Biodegradación 20 días	Peso de celulosa degradada (g)
BD – (1P-20)	22.2536
BD – (2P-20)	22.2548
BD – (3P-20)	22.2559

Biodegradación 20 días	Peso de celulosa degradada (g)
BD – (1G+P-20)	30.1895
BD – (2G+P-20)	30.1989
BD – (3G+P-20)	30.2152

Método Norma ASTM D 2216

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú  
 Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
 e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)

**Anexo 10.** Resultados de sustrato de poda de jardín en 20 días



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**

Laboratorio Espectrometría

Sustrato de poda de jardín	Materia orgánica (%)	Nitrógeno orgánico (%)	Relación C/N	Carbono orgánico (%)
CMNR-(20-G)	11.55	0.5261	12.74	6.70
CMNR-(20-P)	11.43	0.5142	12.89	6.63
CMNR-(20-G+P)	11.46	0.5201	12.79	6.65

Método Walkley – Black, Método Kjeldahl

Lima, 29 de mayo del 2023

MSc. Atilio Mendoza A.  
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú  
Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)

**Anexo 11. Resultados de biodegradación de pañal desechable de 30 días**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**

Laboratorio de Espectrometría

SOLICITADO POR : Sánchez Inga, Thalía Lucero  
 Procedencia de muestra : Guardería CAR Divino Jesús – Jesús María  
 Recepción de muestra : Lima, 31 de mayo del 2023

Biodegradación de pañal desechable con *Pleurotus ostreatus* y *Ganoderma lucidum*

Biodegradación 30 días	Peso bolsa inicial (g)	Peso bolsa final (g)	Peso pañal húmedo inicial (g)	Peso pañal húmedo final (g)
BD – (1G-30)	380.30	386.47	102.681	104.3469
BD – (2G-30)	380.50	386.54	102.735	104.3658
BD – (3G-30)	380.43	386.58	102.7161	104.3766
BD – (1P-30)	380.80	389.1234	102.816	105.063318
BD – (2P-30)	380.83	389.1451	102.8241	105.069177
BD – (3P-30)	381.27	389.1648	102.9429	105.074496
BD – (1G+P-30)	381.10	395.2534	102.897	106.718418
BD – (2G+P-30)	381.74	395.2813	103.0698	106.725951
BD – (3G+P-30)	381.67	395.3014	103.0509	106.731378

Biodegradación 30 días	Peso de celulosa degradada (g)
BD – (1G-30)	12.5216
BD – (2G-30)	12.5239
BD – (3G-30)	12.5252

Biodegradación 30 días	Peso de celulosa degradada (g)
BD – (1P-30)	29.6279
BD – (2P-30)	29.6295
BD – (3P-30)	29.6310

Biodegradación 30 días	Peso de celulosa degradada (g)
BD – (1G+P-30)	40.1298
BD – (2G+P-30)	40.1972
BD – (3G+P-30)	40.1899

Método Norma ASTM D 2216

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú  
 Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245  
 e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)

**Anexo 12.** Resultados de sustrato de poda de jardín en 30 días



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**

**Facultad de Ingeniería Geológica, Minera y Metalúrgica**

Laboratorio de Espectrometría

Sustrato de poda de jardín	Materia orgánica (%)	Nitrógeno orgánico (%)	Relación C/N	Carbono orgánico (%)
MNR-(30-G)	11.29	0.4912	13.33	6.55
MNR-(30-P)	11.22	0.4902	13.28	6.51
MNR-(30-G+P)	10.93	0.4892	12.96	6.34

Método Walkley – Black, Método Kjeldahl

Lima, 09 de Junio del 2023

MSc. Atilio Mendoza A.  
Jefe Lab. Espectrometría

Av. Túpac Amará N° 210, Lima 25, Apartado 1301-Perú

Teléfono: (511) 4824427, Central Telefónica (511) 4811070, Anexo 4245

e-mail: [labespectro@uni.edu.pe](mailto:labespectro@uni.edu.pe)



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**ACTA DE SUSTENTACION DE TESIS COMPLETA**

LIMA, 26 de Julio del 2023

Siendo las 16:30 horas del 21/07/2023, el jurado evaluador se reunió para presenciar el acto de sustentación de Tesis Completa titulada: "Estudio de Pleurotus ostreatus y Ganoderma lucidum para la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023", presentado por los autores GONZALES AMARAL LADDY MARGARITA, SÁNCHEZ INGA THALIA LUCERO egresados de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Concluido el acto de exposición y defensa de Tesis Completa, el jurado luego de la deliberación sobre la sustentación, dictaminó:

<b>Autor</b>	<b>Dictamen</b>
LADDY MARGARITA GONZALES AMARAL	(14)Cum Laude
THALIA LUCERO SÁNCHEZ INGA	

Se firma la presente para dejar constancia de lo mencionado

Firmado electrónicamente por:  
EACOSTAS el 18 Ago 2023 18:20:41

\_\_\_\_\_  
EUSTERIO HORACIO ACOSTA  
SUASNABAR  
**PRESIDENTE**

Firmado electrónicamente por: JJAVEN el  
19 Ago 2023 08:20:38

\_\_\_\_\_  
JORGE LEONARDO JAVE NAKAYO  
**SECRETARIO**

Firmado electrónicamente por: JBANONAR  
el 19 Ago 2023 08:24:15

\_\_\_\_\_  
JONNATAN VICTOR BAÑON ARIAS  
**VOCAL(ASESOR)**

Código documento Trilce: TRI - 0621074

\* Para Pre y posgrado los rangos de dictamen se establecen en el Reglamento de trabajos conducentes a grados y títulos



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

### **Autorización de Publicación en Repositorio Institucional**

Nosotros, GONZALES AMARAL LADDY MARGARITA, SÁNCHEZ INGA THALIA LUCERO identificados con N° de Docume N° 75097634, 75690700 (respectivamente), estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA y de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, autorizamos ( X ), no autorizamos ( ) la divulgación y comunicación pública de nuestra Tesis: "Estudio de Pleurotus ostreatus y Ganoderma lucidum para la biodegradación de pañales desechables en guardería de Pueblo Libre, Lima – 2023".

En el Repositorio Institucional de la Universidad César Vallejo, según esta estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33.

Fundamentación en caso de NO autorización:

LIMA, 15 de Agosto del 2023

<b>Apellidos y Nombres del Autor</b>	<b>Firma</b>
GONZALES AMARAL LADDY MARGARITA <b>DNI:</b> 75097634 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5808-783X	Firmado electrónicamente por: LGONZALESAM el 15- 08-2023 18:26:43
SÁNCHEZ INGA THALIA LUCERO <b>DNI:</b> 75690700 <b>ORCID:</b> 0000-0001-5397-0615	Firmado electrónicamente por: TSANCHEZI el 23-08- 2023 14:55:21

Código documento Trilce: INV - 1256144