

UNIVERSIDAD DE HUANUCO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERIA AMBIENTAL



TESIS

“Efecto de los hongos del género Ascomycota sobre el tratamiento de lixiviados provenientes de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla –Leoncio Prado Huánuco -2024”

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

AUTORA: Cruz Garcia, Wendy Alisson

ASESOR: Bonifacio Munguia, Jonathan Oscar

HUÁNUCO – PERÚ

2025

U

D

H



UDH
UNIVERSIDAD DE HUANCAYO
<http://www.udh.edu.pe>

TIPO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN:

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

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: Contaminación Ambiental

AÑO DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (2020)

CAMPO DE CONOCIMIENTO OCDE:

Área: Ingeniería, Tecnología

Sub área: Ingeniería ambiental

Disciplina: Ingeniería ambiental y geológica

DATOS DEL PROGRAMA:

Nombre del Grado/Título a recibir: Título

Profesional de Ingeniera ambiental

Código del Programa: P09

Tipo de Financiamiento:

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

DATOS DEL AUTOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 74735968

DATOS DEL ASESOR:

Documento Nacional de Identidad (DNI): 46378040

Grado/Título: Maestro en medio ambiente y desarrollo sostenible, mención en gestión ambiental

Código ORCID: 0000-0002-3013-8532

DATOS DE LOS JURADOS:

Nº	APELLIDOS Y NOMBRES	GRADO	DNI	Código ORCID
1	Camara Llanos, Frank Erick	Maestro en ciencias de la salud con mención en: salud pública y docencia universitaria	44287920	0000-0001-9180-7405
2	Gamez Penadillo, Joel	Maestro en ciencias económicas, mención: proyectos de inversión	23018222	0000-0003-4228-565X
3	Valdivia Martel, Perfecta Sofía	Maestro en Ingeniería con mención en: gestión ambiental y desarrollo sostenible	43616954	0000-0002-7194-3714



UNIVERSIDAD DE HUANUCO

Facultad de Ingeniería

PROGRAMA ACADÉMICO DE INGENIERÍA AMBIENTAL

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

En la ciudad de Huánuco, siendo las 17:00 horas del día 12 del mes de mayo del año 2025, en cumplimiento de lo señalado en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco, se reunieron el sustentante y el **Jurado Calificador** integrado por los docentes:

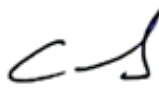
- Mg. Frank Erick Camara Llanos (Presidente)
- Mg. Gamez Penadillo, Joel (Secretario)
- Mg. Perfecta Sofia Valdivia Martel (Vocal)

Nombrados mediante la **Resolución N° 0764-2025-D-FI-UDH**, para evaluar la Tesis intitulada: **"EFECTO DE LOS HONGOS DEL GÉNERO ASCOMYCOTA SOBRE EL TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS PROVENIENTES DE LAS CELDAS TRANSITORIAS EN EL CENTRO POBLADO DE SHAPAJILLA -LEONCIO PRADO HUANUCO - 2024"**, presentado por el (la) Bach. **WENDY ALISSON CRUZ GARCIA**; para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental.

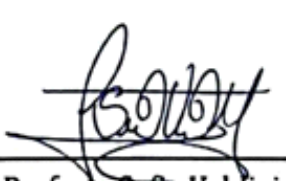
Dicho acto de sustentación se desarrolló en dos etapas: exposición y absolución de preguntas: procediéndose luego a la evaluación por parte de los miembros del Jurado.

Habiendo absuelto las objeciones que le fueron formuladas por los miembros del Jurado y de conformidad con las respectivas disposiciones reglamentarias, procedieron a deliberar y calificar, declarándolo(a) *Aprobado* Por *unanimidad* con el calificativo cuantitativo de *14* y cualitativo de *suficiente* (Art. 47)

Siendo las *18:19* horas del día *12* del mes de *Mayo* del año *2025*, los miembros del Jurado Calificador firman la presente Acta en señal de conformidad.


Mg. Frank Erick Camara Llanos
DNI: 44287920
ORCID: 0000-0001-9180-7405
Presidente


Mg. Gamez Penadillo, Joel
DNI: 230186221
ORCID: 0000-0003-4228-565X
Secretario


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



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD

El comité de integridad científica, realizó la revisión del trabajo de investigación del estudiante: WENDY ALISSON CRUZ GARCIA, de la investigación titulada "Efecto de los hongos del género Ascomycota sobre el tratamiento de lixiviados provenientes de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla - Leoncio Prado Huánuco - 2024", con asesor(a) JONATHAN OSCAR BONIFACIO MUNGUÍA, designado(a) mediante documento: RESOLUCIÓN N° 698-2022-D-FI-UDH del P. A. de INGENIERÍA AMBIENTAL.

Puede constar que la misma tiene un índice de similitud del 20 % verificable en el reporte final del análisis de originalidad mediante el Software Turnitin.

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

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

Huánuco, 20 de marzo de 2025



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



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

INFORME DE ORIGINALIDAD

20%

INDICE DE SIMILITUD

20%

FUENTES DE INTERNET

6%

PUBLICACIONES

8%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.unas.edu.pe

Fuente de Internet

3%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

3

repositorio.upt.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

Submitted to Universidad de Huanuco

Trabajo del estudiante

1%

5

repositorio.cientifica.edu.pe

Fuente de Internet

1%



RICHARD J. SOLIS TOLEDO
D.N.I.: 47074047

cod. ORCID: 0000-0002-7629-6421



FERNANDO F. SILVERIO BRAVO
D.N.I.: 40618286

cod. ORCID: 0009-0008-6777-3370

DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía constante, brindándome fuerza, sabiduría y la luz necesaria para superar cada desafío en este camino académico. Su amor y bendiciones han sido fundamentales para culminar este importante logro.

A mis padres, cuyo apoyo incondicional, esfuerzo y sacrificio me han inspirado a dar siempre lo mejor de mí. Gracias por enseñarme el valor del trabajo, la perseverancia y el amor, pilares que han sostenido este sueño.

A mi abuela, que, aunque no está físicamente presente, su espíritu y amor siguen guiándome en cada paso que doy.

A mi asesor, por su paciencia, orientación y confianza en mi capacidad. Su dedicación y conocimiento han sido una guía invaluable para desarrollar este proyecto. Gracias por compartir su experiencia y por motivarme a alcanzar la excelencia en este trabajo.

AGRADECIMIENTO

Agradezco, en primer lugar, a Dios, por ser mi refugio y mi guía en cada paso de este camino. Su presencia constante me ha dado fortaleza en los momentos difíciles y claridad en los momentos de duda, permitiéndome alcanzar este logro tan significativo en mi vida.

A mis padres, cuyo amor incondicional, apoyo y sacrificio han sido la base de mi formación personal y académica. Gracias por creer en mí, por su esfuerzo incansable y por enseñarme que los sueños se logran con dedicación y perseverancia. Este logro es tan mío como suyo.

A mi abuela, cuya enseñanza y ejemplo de vida siguen vivos en mi corazón y ha sido fundamental en este viaje académico.

A mi asesor, por su paciencia, orientación y valiosos aportes a lo largo del desarrollo de esta tesis. Su experiencia, dedicación y compromiso fueron fundamentales para culminar este trabajo con éxito. Gracias por su confianza y por haber sido un pilar importante en este proceso académico.

A mis amigos y colegas, quienes con su compañía, consejos y palabras de ánimo hicieron que este camino fuese más llevadero. Su apoyo, en los momentos de alegría y dificultad, ha sido una fuente de fortaleza.

ÍNDICE

DEDICATORIA	II
AGRADECIMIENTO	III
ÍNDICE	IV
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN.....	IX
ABSTRACT.....	X
INTRODUCCIÓN	XI
CAPÍTULO I.....	12
PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	12
1.1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN	12
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2.1. PROBLEMA GENERAL.....	13
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS	14
1.3. OBJETIVOS	14
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	14
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	14
1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN	16
CAPÍTULO II.....	17
MARCO TEÓRICO	17
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	17
2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	17
2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES	19
2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES	21
2.2. BASES TEÓRICAS	22
2.2.1. RESIDUOS SÓLIDOS.....	22
2.2.2. ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS	23
2.2.3. DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES.....	23

2.2.4.	RELLENOS SANITARIOS.....	24
2.2.5.	CLASIFICACIÓN DE LOS RELLENOS SANITARIOS.....	24
2.2.6.	CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CELDA TRANSITORIA.....	25
2.2.7.	DEFINICIÓN DE LIXIVIADO	26
2.2.8.	COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL LIXIVIADO.....	27
2.2.9.	MICROORGANISMOS EN LOS LIXIVIADOS	28
2.2.10.	TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS DE LIXIVIADO	29
2.2.11.	HONGO ASCOMICETOS	30
2.2.12.	PROPIEDADES DE LOS HONGOS.....	31
2.2.13.	MEDIO DE CULTIVO	31
2.2.14.	ROL DE LOS HONGOS ASCOMYCOTA EN LA DEGRADACIÓN DE CONTAMINANTES QUÍMICOS PRESENTES EN LOS LIXIVIADOS	32
2.3.	DEFINICIONES CONCEPTUALES	33
2.3.1.	RELLENO SANITARIO	33
2.3.2.	RELLENO SANITARIO DE SEGURIDAD	34
2.3.3.	ENTORNO NATURAL.....	34
2.3.4.	DECLARACIÓN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS.....	34
2.3.5.	HONGOS ASCOMICETOS	34
2.3.6.	MANIFIESTO DE RESIDUOS SÓLIDOS	35
2.3.7.	PLAN DE MINIMIZACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	35
2.3.8.	CELDA TRANSITORIAS.....	36
2.4.	HIPÓTESIS	36
2.4.1.	HIPÓTESIS GENERAL	36
2.4.2.	HIPÓTESIS ESPECÍFICAS.....	36
2.5.	VARIABLES.....	37
2.5.1.	VARIABLE DEPENDIENTE	37
2.5.2.	VARIABLE INDEPENDIENTE.....	37
2.6.	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	38
	CAPÍTULO III	39
	METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	39
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	39

3.1.1. ENFOQUE	39
3.1.2. ALCANCE O NIVEL	39
3.1.3. DISEÑO	39
3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	40
3.2.1. POBLACIÓN	40
3.2.2. MUESTRA.....	41
3.2.3. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	42
3.2.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN	42
3.2.5. UBICACIÓN	42
3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	42
3.3.1. TÉCNICA	42
3.3.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	42
3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	43
CAPÍTULO IV.....	44
RESULTADOS.....	44
4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS	44
4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	52
CAPÍTULO V	55
DISCUSIÓN DE RESULTADOS	55
CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES	58
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXOS.....	69

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables.....	38
Tabla 2 Variación de la Temperatura.....	44
Tabla 3 Variación del pH.....	45
Tabla 4 Variación de la Conductividad Eléctrica	46
Tabla 5 Variación de la Concentración de los Sulfuros	47
Tabla 6 Variación de la Concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno.....	48
Tabla 7 Variación de la Concentración de Demanda Química de Oxígeno..	49
Tabla 8 Variación de la Concentración de los Coliformes Fecales (NMP/100 ml)	51
Tabla 9 Análisis de hipótesis	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Estructura de la celda transitoria.....	25
Figura 2 Hongos Ascomicetos	31
Figura 3 Representación Gráfica de la Variación de la Temperatura	45
Figura 4 Representación Gráfica de la Variación del pH.....	46
Figura 5 Representación Gráfica de la Variación de la Conductividad Eléctrica.....	47
Figura 6 Representación Gráfica de la Concentración de Sulfuros	48
Figura 7 Representación Gráfica de la Concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno	49
Figura 8 Representación Gráfica de la Concentración de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)	50
Figura 9 Representación Gráfica de la Concentración de los Coliformes Fecales.....	51

RESUMEN

La investigación fue titulada Efecto de los hongos del género *Ascomycota* sobre el tratamiento de lixiviados provenientes de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla – Leoncio Prado Huánuco - 2024, tuvo por objetivo determinar el efecto de los hongos ascomicetos sobre el tratamiento de los lixiviados de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024, la metodología de la investigación fue tipo aplicada, el enfoque fue mixto, de nivel explicativo y con un diseño experimental. La población está constituida por los lixiviados que pasan por las celdas transitorias de en el centro poblado de Shapajilla, Leoncio Prado Huánuco. El diseño experimental consistió en realizar 6 tratamientos T (1), T (2), T (3), T (4), T (5) y T (6) en diferentes dosis 100; 150; 200; 250; 300 y 350 ml en 3 litros de lixiviados. Los parámetros a medir fueron los físico- químico como lo son DQO, DBO₅, pH, temperatura, conductividad eléctrica y sulfuros y los parámetros microbiológicos en este caso Coliformes Fecales.

Los resultados demostraron la eficacia de los hongos del género *Ascomycota* sobre el tratamiento de lixiviados, La demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) muestra un aumento desde T0 (136 mg/L) hasta T6 (401 mg/L). La demanda química de oxígeno (DQO) varía entre los tratamientos, mostrando un descenso inicial de T0 (2556 mg/L) a T1 (1852 mg/L) y Los coliformes fecales disminuyeron drásticamente entre T0 (17,000,000 NMP/100 ml) y T1 (17,000 NMP/100 ml). Se llegó a la conclusión de que se acepta la hipótesis alterna, ya que existe diferencia estadísticamente significativa entre los distintos tratamientos, con respecto a los parámetros físico – químicos, los análisis muestran diferencias significativas en DBO₅ (mg/L) ($F = 19.323$, Sig. = 0.007) y Sulfuros (mg/L) ($F = 60.386$, Sig. = 0.001) entre T0 y los demás tratamientos. Esto confirma que los parámetros físico-químicos pueden ser monitoreados y que los hongos ascomicetos tienen un impacto medible en estos parámetros.

Palabras clave: Lixiviados, hongos ascomicetos, celdas transitorias, parámetros físicos- químicos, parámetros microbiológicos.

ABSTRACT

The research was titled Effect of fungi of the genus *Ascomycota* on the treatment of leachates from transitional cells in the town of Shapajilla - Leoncio Prado Huánuco - 2024, its objective was to determine the effect of ascomycete fungi on the treatment of leachates from transitional cells in the town of Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024, the research methodology was applied type, the approach was mixed, explanatory level and with an experimental design. The population is made up of leachates that pass through the transitional cells in the town of Shapajilla, Leoncio Prado Huánuco. The experimental design consisted of carrying out 6 treatments T (1), T (2), T (3), T (4), T (5) and T (6) at different doses 100; 150; 200; 250; 300 and 350 ml in 3 liters of leachate. The parameters to be measured were the physical- chemical parameters such as COD, BOD5, pH, temperature, electrical conductivity and sulfides and the microbiological parameters in this case Fecal coliforms.

The results demonstrated the effectiveness of the fungi of the genus *Ascomycota* on the treatment of leachate. The biochemical oxygen demand (BOD5) shows an increase from T0 (136 mg/L) to T6 (401 mg/L). The chemical oxygen demand (COD) varies between treatments, showing an initial decrease from T0 (2556 mg/L) to T1 (1852 mg/L) and Fecal coliforms decreased dramatically between T0 (17,000,000 NMP/100 ml) and T1 (17,000 NMP/100 ml). It was concluded that the alternative hypothesis is accepted, since there is a statistically significant difference between the different treatments, with respect to the physical-chemical parameters. The analyses show significant differences in BOD5 (mg/L) ($F = 19.323$, Sig. = 0.007) and Sulfides (mg/L) ($F = 60.386$, Sig. = 0.001) between T0 and the other treatments. This confirms that the physical-chemical parameters can be monitored and that ascomycete fungi have a measurable impact on these parameters.

Keywords: Leachates, ascomycete fungi, transitional cells, physical-chemical parameters, microbiological parameters.

INTRODUCCIÓN

El manejo inadecuado de los residuos sólidos en zonas rurales y urbanas genera serios problemas ambientales, entre los cuales destacan la generación de lixiviados, líquidos altamente contaminantes que resultan de la descomposición de los residuos y de la infiltración de agua en las celdas transitorias. Estos lixiviados representan una amenaza significativa para los ecosistemas, ya que contienen altas concentraciones de materia orgánica, metales pesados y otros compuestos tóxicos que pueden contaminar suelos y cuerpos de agua.

El presente estudio titulado Efecto de los hongos del género *Ascomycota* sobre el tratamiento de lixiviados provenientes de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla – Leoncio Prado Huánuco - 2024, aborda una problemática de gran relevancia ambiental y social, proponiendo una solución biotecnológica basada en el uso de microorganismos. Los hongos del género *Ascomycota* son conocidos por sus capacidades metabólicas y enzimáticas, que les permiten degradar compuestos complejos, lo que los convierte en una herramienta potencialmente eficaz para el tratamiento de lixiviados.

El objetivo principal de este estudio determinar el efecto de los hongos ascomicetos sobre el tratamiento de los lixiviados de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024, con el fin de proponer una estrategia sostenible que contribuya a la mitigación de los impactos ambientales generados por los residuos sólidos. Para ello, se desarrolló un diseño experimental en el cual se analizaron los parámetros físico-químicos y microbiológicos de los lixiviados antes y después del tratamiento con los hongos, evaluando su eficacia y potencial aplicación a escala local.

La importancia de este estudio radica en su contribución al desarrollo de alternativas innovadoras y sostenibles para el manejo de residuos y sus impactos, así como en su potencial para servir como modelo.

CAPÍTULO I

PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

La gestión de los residuos sólidos en la actualidad constituye uno de los mayores retos ambientales a nivel mundial, impactando significativamente en las dinámicas urbanas y en la sostenibilidad de las ciudades. En las grandes metrópolis, el crecimiento acelerado de la población incrementa la demanda de servicios de saneamiento y la generación de residuos en volúmenes cada vez más elevados. Para su disposición final, se recurre a los rellenos sanitarios, infraestructuras diseñadas para la confinación segura de los desechos, evitando su dispersión y la proliferación de focos de contaminación.

No obstante, este proceso conlleva múltiples desafíos, especialmente en lo referente a la descomposición de la materia orgánica presente en los residuos, la cual genera emisiones gaseosas, como el biogás, y efluentes líquidos con altas concentraciones de compuestos orgánicos disueltos, conocidos como lixiviados. Estos lixiviados, de apariencia oscura, resultan de la degradación de la fracción biodegradable de los residuos en combinación con la infiltración del agua de lluvia en los vertederos. Su desplazamiento facilita la solubilización y el arrastre de sustancias presentes en los residuos, lo que puede representar un riesgo ambiental significativo si no se gestiona adecuadamente.

Las características fisicoquímicas de los lixiviados varían en función del tipo de residuos dispuestos, la pluviosidad del área, la velocidad de descomposición de los materiales y otros factores locales. En general, estos efluentes presentan una elevada carga orgánica, lo que requiere estrategias específicas de tratamiento. La biodegradación de los compuestos presentes en los lixiviados ocurre en dos fases principales: una fase aeróbica, en la que los microorganismos descomponen la materia en presencia de oxígeno, y una fase anaeróbica, en la que la degradación

continúa en ausencia de este gas.

Previamente, la Defensoría del Pueblo emitió una comunicación a la Municipalidad Provincial de Leoncio Prado el 3 de octubre de 2021, en la que se limitó el acceso a las Celdas Transitorias de la zona. Se consideró que su impacto ambiental se centrará primordialmente en la contaminación del agua, atribuible a la concentración elevada de nutrientes, metales pesados y compuestos tóxicos presentes en los lixiviados. Estas sustancias afectan simultáneamente el suelo y propician la pérdida de biodiversidad debido a su alta sensibilidad. En lo que respecta al impacto social, se identifica un riesgo sanitario debido a la contaminación del agua por los lixiviados, generando conflictos por los recursos hídricos, la pérdida de la agricultura y la pesca.

Considerando la problemática planteada, se llevó a cabo una inspección al contexto local, concretamente en la provincia de Leoncio Prado, en el núcleo urbano de Shapajilla. Es imperativo llevar a cabo una investigación con el objetivo de comprender y detallar la incidencia de los hongos ascomicetos en el tratamiento de los lixiviados producidos por las celdas transitorias.

Se pueden identificar múltiples precedentes en el tratamiento aerobio y anaerobio de lixiviados, que abarcan desde experiencias en laboratorio hasta ensayos en contextos reales. La finalidad de este estudio es establecer el impacto de los hongos ascomicetos en el tratamiento de los lixiviados de las celdas transitorias para el centro poblado de Shapajilla-Leoncio Prado, Huánuco-2024.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuál es el efecto de los hongos ascomicetos sobre el tratamiento de los lixiviados de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

¿Cuáles son los parámetros físico-químicos de los lixiviados en las celdas transitorias antes y después de aplicar los hongos ascomicetos en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024?

¿Cuáles son los parámetros microbiológicos de los lixiviados en las celdas transitorias antes y después de aplicar los hongos ascomicetos en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024?

¿Cuál es la dosis de hongos ascomicetos más eficiente sobre el tratamiento de los lixiviados de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco- 2024?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de los hongos ascomicetos sobre el tratamiento de los lixiviados de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar los parámetros físico-químicos de los lixiviados en las celdas transitorias antes y después de aplicar los hongos ascomicetos en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024.

Cuantificar los parámetros microbiológicos de los lixiviados en las celdas transitorias antes y después de aplicar los hongos ascomicetos en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024.

Determinar la dosis de hongos ascomicetos más eficiente sobre el tratamiento de los lixiviados de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El presente estudio aborda el uso de hongos ascomicetos como alternativa de tratamiento para los lixiviados, destacando su viabilidad económica y su eficiencia en la remoción de contaminantes.

La provincia de Leoncio Prado enfrenta una problemática ambiental significativa debido a la inadecuada gestión de los residuos sólidos, los cuales son dispuestos principalmente en rellenos sanitarios sin un tratamiento adecuado. Esta situación favorece la formación de lixiviados, lo que incrementa el riesgo de enfermedades infecciosas en la población.

Dado el crecimiento demográfico y el aumento en la generación de residuos, la capacidad del ecosistema para mitigar los efectos de estos contaminantes se ve sobrepasada, generando un impacto ambiental adverso.

Por ello, este estudio adopta un enfoque basado en el uso de hongos ascomicetos para el tratamiento de lixiviados, considerando que estos microorganismos han demostrado ser una opción económicamente viable y eficiente en la reducción de la carga contaminante presente en estos efluentes.

1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Una limitación para el trabajo de investigación es la variación climática, ya que el proceso de recolección de muestra de los lixiviados se realizará de la planta de tratamiento, fuertes precipitaciones que podrían afectar la composición y flujo de los lixiviados.

Las condiciones climáticas extremas, como sequías prolongadas o lluvias torrenciales en la zona de estudio, puede afectar la capacidad de los hongos *Ascomycota* durante el tratamiento de los lixiviados.

Otra limitación está dada por el nivel de disponibilidad de recursos financieros, materiales y humanos, para realizar el proceso de sensibilización ciudadana y el nivel de apoyo de las vulcanizadoras y

distribuidoras.

La falta de fondos suficientes restringió la capacidad de adquirir equipos especializados, reactivos o materiales necesarios para realizar análisis más detallados y precisos con los permisos respectivos

La forma de superar las limitaciones ya mencionadas sería mediante la recopilación de datos climáticos confiables, elegir la temporada correcta para realizar la investigación.

1.6. VIABILIDAD DE LA INVESTIGACIÓN

Desde una perspectiva económica, la factibilidad del estudio se fundamenta en la disponibilidad de los recursos requeridos para su implementación. Adicionalmente, la superficie de producción requerida es mínima, lo que favorece su implementación sin requerir una infraestructura de gran envergadura. Además, el periodo de ejecución se ajusta a diversas escalas temporales, permitiendo su desarrollo en el corto, mediano o largo plazo, en función de las exigencias del estudio.

Dentro del campo social, la viabilidad laboral se sustenta en el elevado grado de competencia profesional y técnica de los investigadores, lo que asegura un desarrollo óptimo del estudio y una interpretación precisa de los hallazgos. Además, la capacidad de divulgar los descubrimientos y generar nuevos conocimientos derivados de la investigación potencia su impacto y pertinencia en el ámbito de la ingeniería ambiental.

Desde una perspectiva teórica, la investigación es viable dado que los procedimientos de recopilación de información y análisis de datos serán respaldados por la utilización de conocimientos especializados por parte del investigador y del asesor del proyecto respectivamente. Este apoyo académico y metodológico garantiza la rigurosidad científica de la investigación y la validez de sus hallazgos.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

La carga contaminante en la ciudad de Quito, Ecuador, fue objeto de estudio en el trabajo titulado «Reducción de la Carga Contaminante de los Lixiviados Producidos en el Relleno Sanitario El Inga mediante el Proceso de Oxidación Química con Peróxido de Calcio, realizado en 2019 por Gallardo en la Universidad Sek Internacional. Este estudio se planteó disminuir la contaminación a los lixiviados del relleno sanitario de El Inga mediante la oxidación química con peróxido de calcio para que los ríos contaminen en menores proporciones a lo que es aceptable. En el enfoque sugerido en este trabajo, se propone la lixiviación del resto 13 del vertedero usando un proceso oxidativo con peróxido de calcio para un número de contaminantes como el DQO, DBO, nitratos, nitritos, amoníaco y azufre, que cumplan con la legislación ambiental vigente. Se hicieron algunos indicadores DQO preliminares de 5112,9 ppm y DBO de 718,3 ppm. El promedio de eficacia fue 33,47% usando la concentración inicial de peróxido y 57,45% con la secundaria. Para DBO el promedio de eficacia fue de 0,15% y 93,53%. Los porcentajes de eficacia indican que el tratamiento oxidativo reduce la carga de contaminación y puede ser utilizado como un pretratamiento de lixiviados.

Arango (2018), miembro de la Universidad Sek Internacional, realizó una investigación titulada: Métodos alternativos para el tratamiento de lixiviados de vertederos sanitarios en Mejía Pichincha, Ecuador. Quito, Ecuador. El propósito del estudio fue evaluar el lixiviado proveniente del vertedero sanitario de Romerillos, en Mejía, con el objetivo de analizar su biodegradabilidad y desarrollar estrategias de tratamiento que cumplan con las normativas

ambientales vigentes. Para ello, se llevaron a cabo experimentos de laboratorio con un volumen de muestra de 0.5 L. En una primera fase, se aplicó un tratamiento de coagulación- floculación mediante la adición de un coagulante inorgánico en una concentración de 6000 mg/L y un coagulante orgánico en una dosis de 1400 mg/L. Como resultado, se logró una eliminación del 75% de la demanda química de oxígeno (DQO). Posteriormente, se implementó un tratamiento basado en oxidación avanzada utilizando el proceso Fenton, en el cual se empleó ion férrico en combinación con peróxido de hidrógeno y sulfato de hierro heptahidratado como catalizadores. La aplicación de los reactivos se realizó siguiendo proporciones molares específicas entre $\text{H}_2\text{O}_2/\text{DQO}$ y $\text{H}_2\text{O}_2/\text{Fe}^+$, logrando la eliminación del 90% de la DQO. La estrategia más efectiva consistió en la combinación de ambos métodos, alcanzando una reducción del 88% de la carga orgánica contaminante. A partir de los datos obtenidos, se formuló una propuesta de tratamiento para el lixiviado del vertedero, garantizando que el efluente final cumpla con los estándares de calidad establecidos para su disposición en el cuerpo receptor.

Díaz et al. (2021), de la Universidad Autónoma Metropolitana, son autores del estudio titulado «Tratamiento de lixiviados de un relleno sanitario mediante oxidaciones combinadas avanzadas», México. El objetivo fue mostrar los resultados de una serie de tratamientos aplicados al lixiviado del relleno sanitario del Centro Ecológico de Manejo Integral de Residuos Querétaro (CEMIRQ) utilizando oxidación Fenton avanzada seguida de un tratamiento combinado con ozono y luz ultravioleta. Este estudio consistió en la oxidación del lixiviado del relleno sanitario del Centro Ecológico de Manejo Integral de Residuos Querétaro (CEMIRQ), empleando inicialmente la reacción de Fenton, seguida de una degradación completa mediante una combinación de tratamiento con ozono y luz ultravioleta, dando como resultado una reducción de 14,421.63 mg/L del lixiviado crudo a la oxidación O_3 -UV, logrando una eficiencia de 96.50%. La cinética de la oxidación O_3 -UV fue de primer orden.

Mireles & Páramo (2017) de la Universidad Tecnológica, San Carlos la Roncha, llevaron a cabo una investigación titulada *Tratamiento del lixiviado del antiguo relleno sanitario La Reserva mediante procesos Fenton y fisicoquímico*, tuvo como propósito optimizar la eficiencia de eliminación de contaminantes en estos efluentes. Para ello, emplearon una combinación de procesos avanzados de oxidación química, en particular el proceso Fenton, complementado con técnicas fisicoquímicas para maximizar la reducción de la carga contaminante en los lixiviados analizados.

2.1.2. ANTECEDENTES NACIONALES

Liberato llevó a cabo una investigación sobre Microorganismos Eficientes y su Efecto en el Tratamiento de Lixiviados Generados en el Proceso de Compostaje en el Centro Ecoturístico de Protección Ambiental Santa Cruz – CEPASC, Concepción, 2019, Huancayo, Perú. El objetivo fue analizar la efectividad del uso de microorganismos efectivos en el tratamiento de lixiviados generados durante el proceso de compostaje en el Centro Ecoturístico de Protección Ambiental Santa Cruz - CEPASC. El estudio fue de tipo experimental aplicado y comenzó con la construcción de los compostadores para residuos orgánicos. Cuando se generaron lixiviados, las mediciones preliminares de DBO₅, DQO, Sólidos Suspendidos Totales, conductividad eléctrica y pH fueron 4592, 74737.7, 476, 5970 y 6.31 respectivamente. Se utilizaron microorganismos eficientes en tres tratamientos y un control: tratamiento 1 a una dosis del 10%, tratamiento 2 a 15% y tratamiento 3 a 20%. Se evaluaron los lixiviados midiendo la conductividad eléctrica, pH, temperatura y turbidez. Los resultados post-tratamiento indicaron cambios significativos en la implementación de diferentes dosis de microorganismos efectivos. En la tercera fase del tratamiento, se observó una disminución en la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y de la demanda química de oxígeno (DQO), alcanzando valores de 1,127 mg/L y 1,627 mg/L, respectivamente. Por otro lado, en la segunda fase del tratamiento,

los Sólidos Suspendidos Totales (SST) se redujeron a 131 mg/L. En cuanto a la conductividad eléctrica, no se identificó una correlación directa con la aplicación de microorganismos eficientes. Sin embargo, se evidenció un incremento en el valor del pH en comparación con el monitoreo inicial, lo que permitió alcanzar un equilibrio en las condiciones básicas del sistema. A partir de estos resultados, se determinó que el uso de microorganismos efectivos tiene un impacto positivo en la calidad de los lixiviados de reciente generación, debido a su influencia en la modificación de sus propiedades fisicoquímicas.

Damián (2018) de la Universidad Nacional del Centro del Perú realizó la investigación titulada Tratamiento de lixiviados en la etapa de compostaje mediante el proceso de coagulación con mucílago de *Opuntia Ficus Indica* en Huancayo, Perú. El experimento tuvo como objetivo disminuir las características de la carga orgánica, incorporando datos sobre el porcentaje de remoción de la Demanda Química de Oxígeno y turbidez mediante la evaluación de las concentraciones de coagulante, pH y duración del contacto. La evaluación fisicoquímica de la muestra de lixiviado reveló un pH de 8.21, una temperatura de 14 °C, sólidos totales de 7,982 mg/L, Demanda Química de Oxígeno de 5,088 mg/L, Demanda Bioquímica de Oxígeno de 2,925 mgO₂/L, y turbidez de 377 UNT. Tras las pruebas experimentales, se determinó que la dosis óptima de 1 g/L de coagulante *Opuntia Ficus Indica*, en un medio de pH 7 neutro y una duración del contacto de 30 minutos, consiguió la reducción más significativa de 5034,3 mg/L de DQO a 2854,3 mg/L de DQO, resultando en una eliminación de DQO del 57,2%. Del mismo modo, en cuanto a la turbidez, la reducción máxima con la misma dosificación fue de 375,8 UNT a 41,1 UNT, consiguiendo una eliminación de turbidez del 89,06%.

Rosas (2021) de la Universidad Privada del Norte realizó una investigación titulada Influencia del Hipoclorito de Calcio en los Parámetros Fisicoquímicos de los Lixiviados de un Relleno Sanitario -

Región La Libertad. Esta investigación tuvo como objetivo analizar la influencia del hipoclorito de calcio en las propiedades fisicoquímicas de los lixiviados generados en el relleno sanitario de la región. El estudio se desarrolló bajo un enfoque experimental con un diseño aplicado, estableciendo que la modificación de la variable independiente generaría un impacto en la variable dependiente. Para ello, se realizó una evaluación inicial del lixiviado en el punto de muestreo RS-01, antes de la aplicación del hipoclorito de calcio, y posteriormente en RS-03, luego del tratamiento. Los resultados obtenidos indicaron que, en ambas condiciones, los valores de ciertos parámetros excedieron los límites establecidos, particularmente en lo que respecta a aceites y grasas, demanda bioquímica de oxígeno (DBO_5), demanda química de oxígeno (DQO) y sólidos suspendidos totales. Asimismo, se efectuó un análisis en el lixiviado del punto RS-02 antes del tratamiento con hipoclorito de calcio, concluyéndose que los valores registrados se encontraban dentro de los límites normativos en seis parámetros fisicoquímicos: aceites y grasas, cianuro total, cromo hexavalente, DBO_5 , DQO y sólidos suspendidos totales.

2.1.3. ANTECEDENTES LOCALES

El proyecto de investigación titulado Reducción de la carga orgánica en el lixiviado del vertedero municipal de San Ramón mediante oxidación avanzada Foto-Fenton fue realizado por Mayorca (2017) de la Universidad Nacional Agraria de la Selva. En estudios previos sobre el tratamiento de lixiviados en vertederos municipales, se ha aplicado la tecnología de oxidación avanzada mediante el proceso Foto-Fenton para reducir la carga orgánica presente en estos efluentes. Una investigación realizada en el vertedero municipal de San Ramón empleó un colector solar parabólico con una superficie de captación de 0.41 m^2 y un tubo de boro silicato de 16 mm de diámetro, diseñado conforme a la ecuación $X_2=20y$. El tratamiento se llevó a cabo utilizando peróxido de hidrógeno (H_2O_2) como agente oxidante y tricloruro de hierro

hexahidratado ($\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) como catalizador, con radiación solar como fuente de activación y un pH inicial ajustado a 3. Se estableció un experimento factorial 3x3 considerando la relación molar $\text{Fe}:\text{H}_2\text{O}_2$ en tres niveles (1:15, 1:25 y 1:35) y el tiempo de exposición en tres intervalos (10, 20 y 30 minutos). Los resultados indicaron que la mayor eficiencia en la eliminación de materia orgánica se obtuvo con una relación molar de 1:25 y un tiempo de exposición de 20 minutos, alcanzando tasas de eliminación superiores al 90%. Además, se registró una reducción del 37% en la presencia de bacterias y del 50% en la concentración de fungicidas. Estos hallazgos demuestran la efectividad del proceso Foto-Fenton en la remediación de lixiviados, contribuyendo a mejorar la calidad del efluente y minimizando el impacto ambiental generado por los vertederos.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. RESIDUOS SÓLIDOS

Se considera residuo sólido a cualquier material que pierde su utilidad después de haber sido empleado en una actividad productiva o de servicio (Real Academia de la Lengua Española, 2012).

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), los residuos sólidos corresponden a aquellos materiales generados en procesos productivos que, en su contexto original, no lograron ser aprovechados económicamente ni reincorporados en el ciclo productivo (Seoáñez, 2000).

Según el Decreto Legislativo N° 1278, el concepto de residuo abarca cualquier sustancia, material u objeto resultante del uso o consumo de bienes y servicios. En términos de gestión, la prioridad radica en su valorización, dejando la disposición final como última alternativa. Los residuos sólidos incluyen cualquier desecho que se encuentre en estado sólido o semisólido, así como residuos líquidos o gaseosos almacenados en depósitos o contenedores destinados

para su eliminación. Asimismo, se consideran aquellos residuos que, debido a sus propiedades fisicoquímicas, no pueden ser procesados mediante sistemas convencionales de tratamiento de emisiones y efluentes, lo que impide su vertido directo en el ambiente. Por ello, es fundamental que sean tratados y dispuestos de manera segura para evitar impactos negativos en el entorno. La gestión de residuos involucra diversas actividades técnicas y operativas que comprenden todas las fases del proceso, desde su manipulación hasta su disposición final o la aplicación de otros métodos técnicos adecuados dentro del sistema de gestión de residuos. (MINSA/DIGESA, 2012).

2.2.2. ESTUDIO DE CARACTERIZACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS

Es aquella herramienta que concede información sobre las características de los residuos, en un ámbito geográfico determinado. Mediante este estudio se puede planificar actividades relacionadas con el manejo de los residuos sólidos, al igual que una planificación administrativa y financiera. (MINAM, 2019)

2.2.3. DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS SÓLIDOS MUNICIPALES

Las municipalidades o EO-RS son los que implementan los rellenos sanitarios para la disposición final de sólidos municipales. (MINAM, 2016)

Este procedimiento en los rellenos sanitarios se lleva a cabo a través del confinamiento de los residuos sólidos municipales, que comprende la distribución, ubicación y compactación de los residuos sobre una base impermeable. Diariamente, estos son recubiertos con tierra u otro material inerte, con el objetivo de prevenir su exposición a las condiciones atmosféricas y realizar una gestión apropiada de gases y lixiviados, con el fin de prevenir la contaminación ambiental y la preservación de la salud.

De acuerdo con los registros de las autoridades locales, obtenidos a través de la plataforma SIGERSOL y los Estudios de Caracterización de Residuos Sólidos, en el año 2014 se generaron

aproximadamente 7 497 482 toneladas de residuos

sólidos municipales. Sin embargo, solo 3 309 712 toneladas, lo que representa menos del 50 % del total, fueron adecuadamente dispuestas en un relleno sanitario. Esto evidencia que una proporción significativa de los residuos no recibió un tratamiento ni disposición final adecuada, lo que generó un impacto ambiental negativo debido a su acumulación y posible dispersión en el entorno. (MINAM, 2013).

2.2.4. RELLENOS SANITARIOS

Los rellenos sanitarios representan la estrategia más frecuentemente adoptada para el almacenamiento de residuos sólidos municipales, debido a su coste de operación y mantenimiento reducido. (Cerde, 2007)

De acuerdo con la Ley N° 27314, Ley General de Residuos Sólidos, el relleno sanitario es una infraestructura destinada a la disposición final de residuos sólidos. Para su adecuado funcionamiento, debe estar correctamente equipada y operada, garantizando así una gestión sanitaria y ambientalmente segura.

2.2.5. CLASIFICACIÓN DE LOS RELLENOS SANITARIOS

De acuerdo con la Ley N° 27314, la clasificación de los rellenos sanitarios se clasifica en:

- a) Relleno sanitario manual; cuyo rendimiento diario no supere las 20 toneladas;
- b) Relleno sanitario semi-mecanizado; cuyo rendimiento diario no supere las 50 toneladas;
- c) Relleno sanitario mecanizado; cuyo rendimiento diario supera las 50 toneladas.

Uno de los principales retos en la disposición final de residuos es la formación de lixiviados. Por ello, en la planificación y construcción de un relleno sanitario, es fundamental evaluar la generación de estos líquidos percolados. Para minimizar su impacto

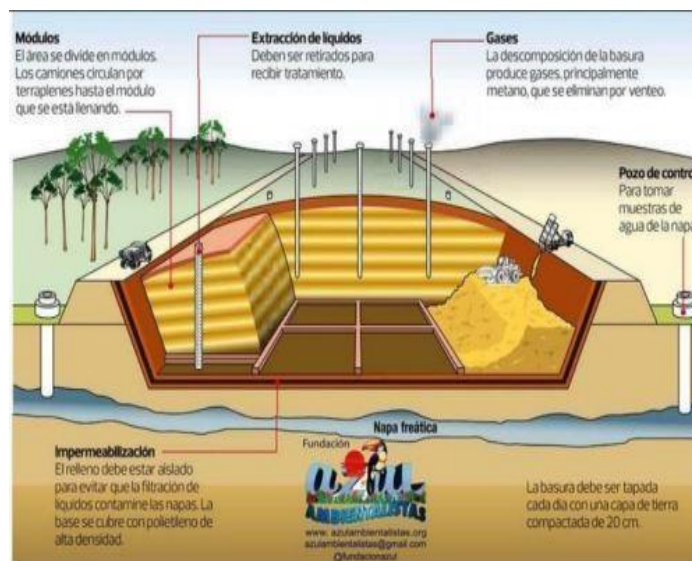
ambiental, la ubicación del relleno debe estar alejada de cuerpos de agua superficiales, reduciendo así el riesgo de contaminación de los acuíferos (Cerda, 2007).

2.2.6. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA CELDA TRANSITORIA

- Implementación de terrazas o zanjas adaptadas a las características topográficas del terreno.
- Instalación de una barrera impermeable en las celdas, utilizando geomembranas y geotextiles, o alternatively una capa de arcilla, dependiendo de la disponibilidad de materiales en la zona.
- Diseño de vías perimetrales para facilitar el acceso y operación en el sitio.
- Sistema estructural para la gestión de lixiviados, incluyendo drenaje, recolección y recirculación, así como infraestructura para el control y tratamiento de gases generados.
- Aplicación de técnicas de compactación y cobertura sobre los residuos dispuestos diariamente para reducir impactos ambientales.
- Desarrollo de procedimientos para el cierre y clausura definitiva de la celda, garantizando su estabilidad a largo plazo.

Figura 1

Estructura de la celda transitoria



Nota. Se Puede Apreciar la Estructura de la Celda Transitoria (Aylas, 2020)

2.2.7. DEFINICIÓN DE LIXIVIADO

De acuerdo con la Ley de Residuos Sólidos N° 27314, los lixiviados se definen como: líquido generado a partir de los residuos mediante reacción, arrastre o percolación, que contiene elementos o sustancias disueltos o en suspensión presentes en dichos residuos. Esta definición guarda similitudes con la Norma NOM-083-SEMARNAT-2003 - Norma Mexicana, a diferencia de que esta describe riesgos potenciales que este puede generar al interactuar con el ser humano o el medio ambiente. Los lixiviados se definen como los líquidos generados a partir de procesos de reacción, arrastre o filtración de los materiales que componen los residuos. Estos pueden contener sustancias disueltas o en suspensión, las cuales tienen el potencial de infiltrarse en el suelo o escurrirse fuera de los sitios de disposición final, generando procesos de degradación y representando un riesgo para la salud humana y los ecosistemas (Cerdeña, 2007).

Diversos factores influyen en la producción y composición de los lixiviados, entre ellos:

- **Precipitación pluvial** en la zona de emplazamiento del relleno sanitario.
- **Escorrentía superficial e infiltración subterránea**, que afectan la movilidad del lixiviado.
- **Evapotranspiración**, proceso que regula la cantidad de humedad presente en el sistema.
- **Humedad inherente de los residuos sólidos municipales**, que contribuye a la generación de lixiviados.
- **Grado de compactación**, que influye en la permeabilidad y la capacidad de retención de líquidos.
- **Capacidad de campo del suelo y de los residuos sólidos**, determinada por su habilidad para retener humedad.

Se calcula que por cada tonelada de residuos sólidos urbanos se produce un lixiviado de 0.2 m³, y tras su finalización, un relleno

sanitario puede continuar produciendo lixiviado durante un periodo superior a 50 años (Vilar, 2015).

2.2.8. COMPOSICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DEL LIXIVIADO

El lixiviado representa un residuo de tratamiento complejo debido a sus características y composición intrincada. La corporación alemana WEHRLE-WERK AG, establecida en 1860 y pionera en la implementación de biorreactores con membrana en lixiviado (la primera planta de lixiviados de membrana en Alemania fue construida en 1991), expone en la XIV Conferencia ATEGRUS Vertederos Controlados que todos los lixiviados a nivel global se caracterizan por una composición compuesta por los siguientes cuatro componentes:

➤ Materia orgánica biodegradable (DQO, DBO₅)

La biodegradabilidad de los lixiviados de vertedero supera la expectativa basada en la relación DBO/DQO obtenida, que se sitúa entre 30 y 40%. En el contexto de los lixiviados provenientes de centros de tratamiento (compostaje, digestión anaeróbica), se trata de aguas con una mayor biodegradabilidad.

La composición química de los lixiviados presenta variaciones significativas dependiendo de la antigüedad del relleno y la historia previa al momento del muestreo. La biodegradabilidad puede ser monitoreada mediante la comparación de las relaciones DBO/DQO. Las relaciones de 0.4 a 0.6 se toman como indicador de materia orgánica fácilmente biodegradables (Mendez y otros, 2010)

➤ Compuestos nitrogenados

Estos compuestos suelen encontrarse en concentraciones elevadas, destacando el Nitrógeno Total Kjeldahl (NTK) y el ión amonio (N-NH_4^+), los cuales se generan a partir de la descomposición de proteínas y aminoácidos presentes en los residuos sólidos urbanos. Debido a su impacto ambiental, es necesario su tratamiento antes de ser descargados en cuerpos receptores.

➤ **Sales (Cloruros, carbonatos, sulfuros, entre otros)**

Las sales disueltas en los lixiviados actúan como sistemas tampones, afectando la estabilidad del pH. Este aspecto debe considerarse en el diseño de los procesos de tratamiento, ya que variaciones en la alcalinidad pueden influir en la eficiencia de las tecnologías aplicadas. Su remoción puede ser requerida conforme a la normativa ambiental de cada país.

➤ **Metales pesados**

La concentración de metales pesados en los lixiviados está determinada por la composición de los residuos sólidos urbanos. Factores como el tiempo de degradación de los desechos influyen en la solubilidad y movilidad de estos elementos, lo que puede representar un riesgo ambiental si no se implementan medidas de mitigación adecuadas.

2.2.9. MICROORGANISMOS EN LOS LIXIVIADOS

Entre los microorganismos más comúnmente aislados en los lixiviados se encuentran bacterias de los géneros *Bacillus*, *Corynebacterium* y *Streptococcus*. Además, se han identificado cepas que suelen estar presentes en aguas residuales, como *Acinetobacter*, *Aeromonas*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Micrococcus* y *Pseudomonas*, junto con hongos y levaduras.

Asimismo, se ha detectado la presencia de enterovirus y microorganismos de origen fecal, como coliformes y *Streptococcus*. Sin embargo, es poco probable que estas bacterias logren atravesar el suelo y alcanzar capas más profundas. En este sentido, el riesgo de contaminación microbiana de los mantos freáticos es bajo, al igual que la capacidad de supervivencia de patógenos en cuerpos de agua superficiales con flujo constante, donde las condiciones no favorecen su proliferación (Primo, 2008).

2.2.10. TRATAMIENTOS BIOLÓGICOS DE LIXIVIADO

La tecnología predominantemente empleada para la eliminación de materia orgánica biodegradable es la biología. Según diversas investigaciones, este tipo de tratamiento se emplea en lixiviados jóvenes con elevadas concentraciones de agentes volátiles y cuya relación DBO_5/DQO supera 0.4, lo que sugiere una alta biodegradabilidad (Salas, 2016).

➤ Tratamiento Aerobio

Este método de tratamiento se basa en la degradación de los compuestos orgánicos presentes en los lixiviados mediante la acción de microorganismos en un entorno con oxígeno y agitación. Durante el proceso, los contaminantes orgánicos son transformados principalmente en dióxido de carbono (CO_2) y lodos biológicos.

Para su correcta aplicación, estos sistemas requieren condiciones operativas controladas, tales como una carga orgánica estable, concentraciones adecuadas de nutrientes, valores óptimos de pH y otros parámetros específicos que influyen en la eficiencia del tratamiento.

Las tecnologías utilizadas en el tratamiento aerobio incluyen lagunas aireadas, sistemas de lodos activados, biodiscos (sistemas biológicos de discos rotatorios), filtros percoladores y otros procesos que optimizan la remoción de materia orgánica (Salas, 2016).

➤ Tratamiento Anaerobio

Este procedimiento se fundamenta en el mismo principio de depuración aerobia, pero en esta ocasión se realiza a través de una población bacteriana en condiciones de falta de oxígeno, lo que lo convierte en un proceso más sencillo que produce una menor cantidad de lodos. No obstante, es imperativo considerar múltiples aspectos en la operación. Por ejemplo, los elevados contenidos de amoníaco y minerales disueltos pueden provocar problemas de toxicidad para los

microorganismos, lo que requerirá una eliminación anticipada del amoníaco, o la implementación de cargas laborales disminuidas debido a las restricciones en la actividad microbiana debido a la toxicidad (Salas, 2016).

2.2.11. HONGO ASCOMICETOS

Los hongos son organismos predominantemente filamentosos que presentan un crecimiento apical y un metabolismo heterótrofo, con la capacidad de reproducirse tanto de manera asexual como sexual (Uribarren & Rosio, 2017). Se caracterizan por su gran diversidad y por poseer estructuras variadas según su composición (Herrera & Ulloa, 1990).

A nivel taxonómico, se han identificado aproximadamente 97,862 especies de hongos (Kirk et al., 2001). No obstante, existen múltiples hipótesis sobre la cantidad real de especies en el mundo. Una de las teorías más aceptadas estimó que podría haber alrededor de 1.5 millones de especies (Hawksworth, 1997). Sin embargo, se recomienda considerar otros factores para su evaluación, tales como el tipo de hábitat, las relaciones ecológicas con otros organismos y su distribución geográfica (Schmit & Mueller, 2007).

Las estimaciones sobre la presencia de macro hongos a nivel global oscilan entre 53,000 y 110,000 especies. En estudios de biodiversidad realizados en bosques tropicales, se ha determinado la existencia de al menos 21 taxones representativos de distintos grupos de hongos (Hyde & Hawksworth, 1997).

En el Perú, los hongos tienen aplicaciones en diversas áreas, especialmente en el ámbito gastronómico y medicinal, destacando especies como *Calvatia* y *Lycoperdon* (Trutmann & Luque, 2012).

Figura 2

Hongos Ascomicetos



Nota. Se puede apreciar los hongos Ascomicetos (Chacón & Utrera, 2022)

2.2.12. PROPIEDADES DE LOS HONGOS

Algunas especies de hongos poseen la capacidad de solubilizar fosfatos, facilitando la disponibilidad de compuestos de fósforo insolubles en el suelo para su absorción por parte de las plantas (Arrieta et al., 2015).

Estos organismos presentan una notable capacidad de adaptación a condiciones de estrés ambiental, lo que ha impulsado investigaciones enfocadas en la identificación de nuevas especies con estas propiedades (Ravikumar et al., 2004).

Además, la presencia de carbono en el suelo juega un papel fundamental en el incremento de la biomasa fúngica, ya que los hongos lo utilizan como su principal fuente de energía (Ulloa & Hanlin, 2012).

2.2.13. MEDIO DE CULTIVO

Los medios de cultivo son una mezcla de nutrientes que, en las dosis correctas y en un entorno físico ideal, facilitarán el desarrollo de

bacterias, levaduras y hongos. Es necesario que incluya carbono, nitrógeno, azufre, fósforo, así como sales inorgánicas como potasio, magnesio, hierro y calcio. Todo esto, representa un espacio para el desarrollo de hongos (Mondino, 2009).

Los medios de cultivo más utilizados para el desarrollo de hongos incluyen el Extracto de Malta Agar, Sabouraud Agar, el medio Melin-Norkrands y suplementos como biotina, aneurina y ácido fólico (Marx, 1969). Para la identificación de hongos, se recomienda el uso de hidróxido de potasio (KOH) al 5% y el reactivo de Melzer, empleados en técnicas de caracterización microscópica (Díaz Moreno, 2009).

Adicionalmente, se pueden preparar medios de cultivo específicos que contienen extracto de levadura (5 g/L), glucosa (20 g/L), cloranfenicol (0.1 g/L) y agar (15 g/L), lo que permite un desarrollo óptimo en condiciones controladas (BRITANIA, 2015).

Los hongos también pueden proliferar en sustratos ricos en carbohidratos, como harinas de cereales y salvado de trigo. Entre las especies que presentan un mejor crecimiento en estos medios se encuentran *Pleurotus ostreatus*, *Pleurotus pulmonarius* y *Pleurotus djamor* (Nieto, 2015).

2.2.14. ROL DE LOS HONGOS ASCOMYCOTA EN LA DEGRADACIÓN DE CONTAMINANTES QUÍMICOS PRESENTES EN LOS LIXIVIADOS

Los hongos del género ***Ascomycota*** juegan un papel crucial en la biodegradación de contaminantes químicos presentes en lixiviados debido a su capacidad de producir enzimas extracelulares, como lacasas y peroxidasas, que son altamente eficaces para descomponer compuestos recalcitrantes, incluyendo hidrocarburos aromáticos y metales pesados. Estos hongos también pueden adsorber contaminantes en su biomasa, reduciendo significativamente la toxicidad del lixiviado. Estas capacidades los convierten en

herramientas versátiles para el tratamiento biológico de residuos líquidos complejos (Spina y otros, 2018).

El rol de los hongos del género *Ascomycota* en la degradación de contaminantes químicos presentes en los lixiviados se fundamenta en su capacidad para producir una variedad de enzimas extracelulares que descomponen compuestos orgánicos complejos. Estas enzimas, como las lacasas, peroxidasas y celulasas, son clave en los siguientes procesos:

- **Degradación de compuestos recalcitrantes:** Los hongos *Ascomycota* metabolizan compuestos difíciles de degradar, como hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), fenoles y metales pesados ligados a materia orgánica, a través de procesos enzimáticos oxidativos (Hatakka & Hammel, 2010).
- **Remoción de materia orgánica:** Las enzimas producidas por estos hongos descomponen moléculas de alto peso molecular, como los ácidos húmicos y fúlvicos, presentes en los lixiviados, contribuyendo a una reducción significativa de la demanda química de oxígeno (DQO) (Anusree & Sughosh, Sivakumar,., 2023).
- **Bioadsorción y bioacumulación:** Algunos *Ascomycota* poseen propiedades de adsorción y acumulación de metales pesados en sus paredes celulares, lo que contribuye a la remoción de estos contaminantes en sistemas de tratamiento (Tomasini & Leon, 2019).

2.3. DEFINICIONES CONCEPTUALES

2.3.1. RELLENO SANITARIO

El relleno sanitario se refiere a una infraestructura concebida y gestionada como un proyecto de saneamiento fundamental, equipada con mecanismos de control adecuadamente seguros. Su éxito se fundamenta en la elección apropiada del emplazamiento, su diseño y, naturalmente, en su operación y control óptimos (Jaramillo, 2002).

2.3.2. RELLENO SANITARIO DE SEGURIDAD

De acuerdo con el Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA), un relleno de seguridad es una infraestructura especializada destinada al confinamiento de residuos que representan un riesgo para la salud humana y el medio ambiente. Este tipo de instalación está diseñada para garantizar el aislamiento y la disposición segura de desechos peligrosos, minimizando su impacto ambiental y sanitario.

2.3.3. ENTORNO NATURAL

Se refiere a todo lo que circunda a los individuos humanos y los condiciona. Este se compone de la naturaleza, la sociedad y la cultura de un lugar y tiempo específicos. Además, el medio ambiente se refiere a los diversos elementos físicos, químicos y biológicos que ejercen una influencia directa o indirecta sobre los individuos o el entorno en el que residen.

2.3.4. DECLARACIÓN DE MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Este es un documento de naturaleza técnica administrativa que funciona como una declaración jurada, suscrita por el generador de residuos no municipales, que expone su gestión de los residuos que están bajo su control. Esta declaración especifica las medidas dirigidas a la reducción de la producción de desechos, junto con el sistema de gestión de los mismos implementado por la entidad generadora. Incorpora las propiedades de los residuos en términos de magnitud y peligrosidad; las operaciones y procesos implementados; la metodología de ejecución de los mismos y los aspectos administrativos detallados en los formularios correspondientes.

2.3.5. HONGOS ASCOMICETOS

La división (*phylum Ascomycota*), compuesta por más de 30.000 géneros y 250 familias, se organiza en aproximadamente 50 órdenes. Se trata de un conjunto monofilético (con un ancestro compartido) que constituye aproximadamente el 75 % de todos los hongos

documentados hasta la fecha. Como característica distintiva, exhiben la generación de ascos en los que se efectúa la fusión nuclear y la subsecuente meiosis, seguido de un proceso mitótico que produce un número par de núcleos que, eventualmente, se integrarán en las ascosporas (o meiosporas) (Hawksworth, 1997).

2.3.6. MANIFIESTO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Se trata de un documento de carácter técnico- administrativo que permite el control y seguimiento del traslado de residuos sólidos peligrosos desde su punto de generación hasta su disposición final.

El Manifiesto de Gestión de Residuos Sólidos Peligrosos debe incluir información detallada sobre el origen de los residuos, sus propiedades físico-químicas, el proceso de transporte y el destino final, asegurando una gestión adecuada y conforme a la normativa vigente.

Esta información debe registrarse en documentos específicos, los cuales deben ser firmados tanto por el generador como por los operadores responsables en cada etapa del manejo, asegurando así el cumplimiento de los procedimientos hasta la disposición final de los residuos.

2.3.7. PLAN DE MINIMIZACIÓN Y MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Se trata de un documento de planificación dirigido a los generadores de residuos no municipales, en el que se establecen estrategias para la reducción y manejo adecuado de los residuos sólidos. Este plan define las acciones que deben implementarse con el objetivo de asegurar una gestión ambiental y sanitaria eficiente.

Para aquellas actividades reguladas por el Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA), este plan forma parte del instrumento de gestión ambiental aplicable según la normativa vigente.

2.3.8. CELDAS TRANSITORIAS

Es aquel espacio donde se vierte de manera temporal los residuos sólidos municipales. (OEFA, 2018)

2.4. HIPÓTESIS

2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

Hi: Los hongos ascomicetos tienen un efecto significativo en la reducción de la carga orgánica y contaminante de los lixiviados provenientes de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla, contribuyendo a mejorar su calidad ambiental.

Ho: Los hongos ascomicetos no tienen un efecto significativo en la reducción de la carga orgánica y contaminante de los lixiviados provenientes de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla, contribuyendo a mejorar su calidad ambiental.

2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

Hi1: Se podrá determinar los parámetros físico - químicos de los lixiviados en las celdas transitorias antes y después de aplicar los hongos ascomicetos en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024

Ho1: No se podrá determinar los parámetros físico - químicos de los lixiviados en las celdas transitorias antes y después de aplicar los hongos ascomicetos en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024

Hi2: Se podrá determinar los parámetros microbiológicos de los lixiviados en las celdas transitorias antes y después de aplicar los hongos ascomicetos en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024

Ho2: No se podrá determinar los parámetros microbiológicos de los lixiviados en las celdas transitorias antes y después de aplicar los hongos ascomicetos en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio

Prado, Huánuco-2024

Hi3: Se determinará la dosis de hongos ascomicetos más eficiente sobre el tratamiento de los lixiviados de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024

Ho3: No se determinará la dosis de hongos ascomicetos más eficiente sobre el tratamiento de los lixiviados de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024

2.5. VARIABLES

2.5.1. VARIABLE DEPENDIENTE

Eficiencia del tratamiento de los lixiviados

2.5.2. VARIABLE INDEPENDIENTE

Influencia de los hongos ascomicetos.

2.6. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Título: EFECTO DE LOS HONGOS DEL GÉNERO ASCOMYCOTA SOBRE EL TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS PROVENIENTE DE LAS CELDAS TRANSITORIAS EN EL CENTRO POBLADO DE SHAPAJILLA –LEONCIO PRADO HUÁNUCO -2024

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida	Instrumentos
Variable dependiente: Eficiencia de tratamiento de los lixiviados	Los líquidos contienen una variedad de constituyentes derivados de la solubilización de los materiales depositados en el vertedero y de las reacciones químicas y bioquímicas que se desarrollan en el interior del vertedero.	Recipiente N.º 01	▪ 01 ml de hongos	▪ Litros ▪ mg/L	▪ Placa Petri 5 ml
		Recipiente N.º 02	▪ 02 ml de hongos		▪ Placa Petri 5 ml
		Recipiente N.º 03	▪ 03 ml de hongos		▪ Placa Petri 5 ml
Variable independiente : Influencia de los hongos ascomicetos	Se trata de organismos vivos que no poseen clorofila, están compuestos por hifas, su fuente de alimentación se basa en la absorción y exhiben una pared celular de quitina. Su reproducción se realiza mediante esporas.	Parámetro físico-químico-microbiológicos	▪ DQO ▪ DBO ₅ ▪ Ph ▪ Temp ▪ Colif. termotolerantes ▪ Conductividad Eléctrica ▪ Sulfuros	▪ mg/L ▪ mg/L ▪ Und ▪ °C ▪ NMP/100 ml ▪ µS/cm ▪ mg/L	▪ Multiparámetro

Nota. Single Use Plastics (Instrumentacion científico tecnica, 2009)

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Las investigaciones de este tipo están orientadas a ayudar a entender y/o resolver ciertos problemas o fenómenos dentro del ámbito de una disciplina científica, y en este caso, se utilizó el tipo de investigación aplicada; se conoce por su enfoque en la aplicación del conocimiento existente (Hernández & Fernández, 2014).

3.1.1. ENFOQUE

Este estudio adoptó un enfoque de investigación mixto, tanto cuantitativo como cualitativo, fundamentándose en el análisis del tratamiento de hongos ascomicetos derivados de lixiviados. Con el objetivo de discernir la eficacia de la variable dependiente derivada de la manipulación de la variable independiente, se pueden derivar conclusiones que serán empleadas para verificar las hipótesis mediante el empleo de métodos estadísticos, y sugerir la minimización de los residuos y su aprovechamiento en otras actividades. (Hernández & Fernández, 2014)

3.1.2. ALCANCE O NIVEL

El estudio se extendió a un nivel explicativo que trasciende la simple descripción de conceptos o fenómenos, estableciendo conexiones entre estos; en otras palabras, se orientan a resolver las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su denominación sugiere, su interés se enfoca en elucidar las razones subyacentes de un fenómeno, las condiciones bajo las cuales se manifiesta o las interrelaciones entre dos o más variables (Hernández & Fernández, 2014).

3.1.3. DISEÑO

Diseño experimental: Este tipo de diseño se refiere a una

metodología de investigación en la que se modifican intencionadamente una o varias variables independientes, denominadas factores antecedentes, con el propósito de evaluar sus efectos sobre una o más variables dependientes, también conocidas como efectos consecuentes.

El estudio se desarrolla dentro de un entorno controlado que permite al investigador establecer relaciones causales entre las variables en análisis. Aunque esta definición puede parecer compleja, su comprensión se facilita al analizar cada uno de sus componentes de manera detallada. (Hernández & Fernández, 2014)

$$GE1 = O1 \rightarrow X1 \rightarrow O2$$

$$GE2 = O1 \rightarrow X2 \rightarrow O2$$

$$GE3 = O1 \rightarrow X3 \rightarrow O2$$

O1: Muestreo pre test

X1: Intervención con 100 ml de hongos

X2: Intervención con 150 ml de hongos

X3: Intervención con 200 ml de hongos

X4: Intervención con 250 ml de hongos

X5: Intervención con 300 ml de hongos

X6: Intervención con 350 ml de hongos

3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

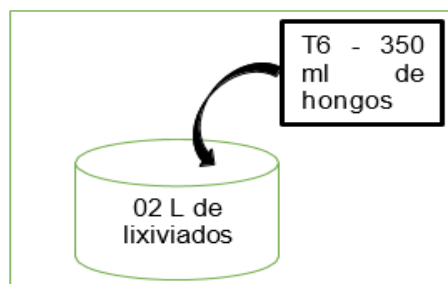
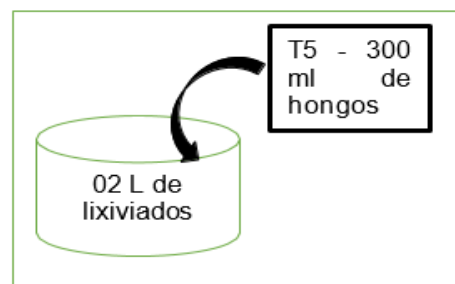
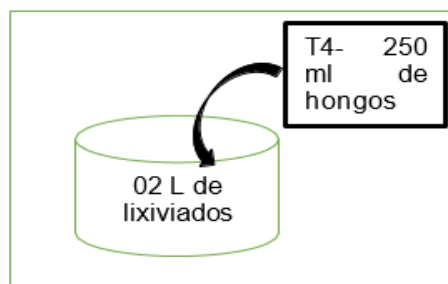
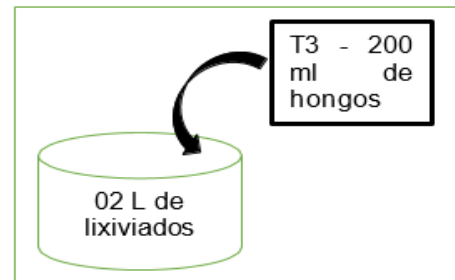
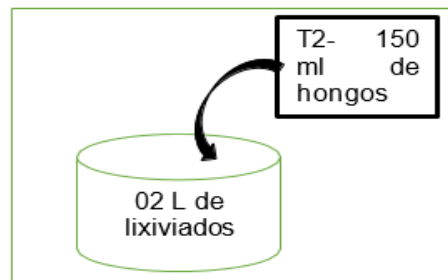
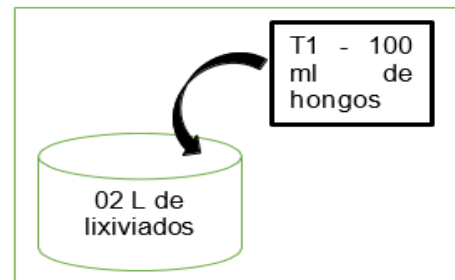
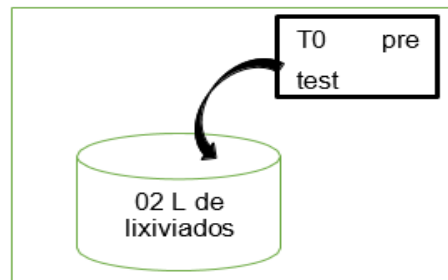
3.2.1. POBLACIÓN

El lixiviado tiene un tamaño de población de 14 L, extraídos de las celdas transitorias del centro poblado de Shapajilla, Leoncio Prado Huánuco.

3.2.2. MUESTRA

La muestra es una parte o un subconjunto de una población en estudio, constituido por 02 L de lixiviados, en este caso las muestras se obtendrán de las celdas transitorias para ser trabajadas en laboratorio, y están ubicadas en las siguientes coordenadas UTM:

Las coordenadas correspondientes a la celda n.º 01 son Norte: 8,981,717 y Este: 391,893.



3.2.3. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

En este caso se excluyen de la investigación a los siguientes:

- No estén ubicados dentro de la provincia de Leoncio Prado.

3.2.4. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Para el presente estudio se incluyó que las celdas cumplan lo siguiente:

- Que estén ubicados dentro de la provincia de Leoncio Prado.

3.2.5. UBICACIÓN

El presente proyecto se ejecutó en

- Ubicación política

Región: Huánuco. Provincia: Leoncio

Prado. Distrito: Luyando.

Lugar: Centro Poblado Shapajilla.

3.3. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1. TÉCNICA

En el presente estudio se utilizó como técnica la observación.

A. Observación

Consiste en recolectar todos los datos posibles de manera ordenada para la investigación.

3.3.2. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El instrumento que se utilizó en el presente proyecto fue:

- Colorímetro: Para determinar la eficiencia de remoción de DQO (laboratorio externo).

3.4. TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La presente investigación se diseñó con el objetivo de contrastar tres tratamientos, cada uno correspondiente a un recipiente distinto. Se instalaron tres recipientes para el tratamiento de los sujetos lixiviados. La herramienta empleada para el procesamiento de la información y la generación de figuras será Excel 2016.

Para la presentación ordenada y comprensible de los datos, se emplearon cuadros y figuras.

Cada tabla y figura fue objeto de análisis e interpretación mediante:

La evaluación descriptiva: La descripción exhaustiva de cada una de las variables de la investigación se realiza en función del grupo de estudio y del tipo de variable considerado.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

4.1. PROCESAMIENTO DE DATOS

El presente capítulo presenta los resultados obtenidos en el análisis del efecto de los hongos del género *Ascomycota* sobre el tratamiento de lixiviados provenientes de celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla, Leoncio Prado, Huánuco. Los resultados se analizaron en función de las hipótesis planteadas, evaluando parámetros físico-químicos y microbiológicos antes y después de la aplicación de los tratamientos.

A continuación, se detallan los resultados obtenidos durante el experimento: Parámetros físico-químicos:

➤ Temperatura (°C)

La temperatura inicial en los lixiviados fue de 24.8 °C. La temperatura varía ligeramente entre los tratamientos, oscilando entre 24.6 °C (T2) y 26.7 °C (T1). No se observan cambios significativos entre T0 y los demás tratamientos, indicando que los tratamientos aplicados no alteraron sustancialmente este parámetro.

Tabla 2

Variación de la Temperatura

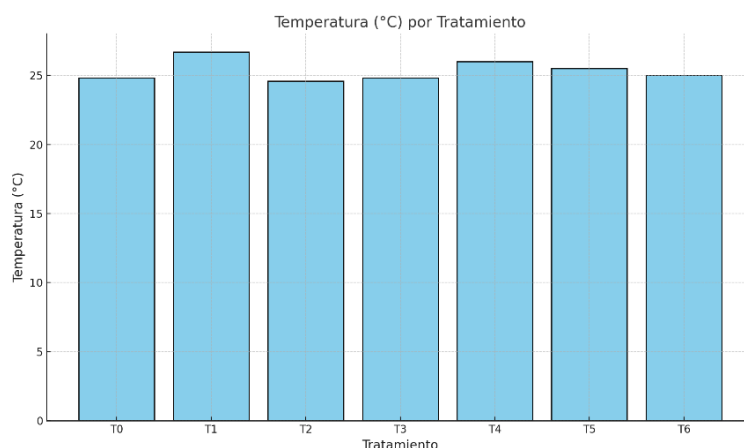
Tratamiento	Temperatura (°C)
T0	24.80
T1	26.70
T2	24.60
T3	24.80
T4	26.00
T5	25.50
T6	25.00

Nota. La tabla muestra la variación de la temperatura por efecto de los hongos del género *Ascomycota* en los lixiviados, como se nota no se observan cambios significativos entre T0 y los demás tratamientos.

En la Tabla 2 se describe la ligera variación de la temperatura, este varía entre los tratamientos (T2) 24.6 °C y (T1) 26.7 °C. No se observan cambios significativos entre T0 y los demás tratamientos, indicando que los tratamientos aplicados no alteraron sustancialmente este parámetro.

Figura 3

Representación Gráfica de la Variación de la Temperatura



Nota. En la figura se puede observar de forma gráfica de la variación de la temperatura, no se observan cambios significativos entre T0 y los demás tratamientos.

➤ pH

El valor del pH inicial en los lixiviados fue de T (0) 8.70. El pH mostró un incremento hasta T6 (10.4). Esto sugiere que los tratamientos aplicados tuvieron un efecto sobre la alcalinidad del sistema, especialmente en T6, donde se observa un aumento significativo en el pH.

Tabla 3

Variación del pH

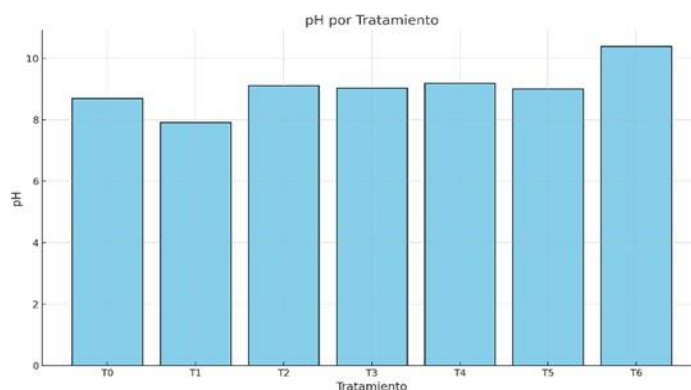
Tratamiento	pH
T0	8.70
T1	7.92
T2	9.11
T3	9.04
T4	9.20
T5	9.01
T6	10.40

Nota. La tabla muestra la variación del pH por efecto de los hongos del género *Ascomycota* en los lixiviados, mostrando un incremento desde T0 (8.7) hasta T6 (10.4).

En la Tabla 3 se describe la ligera variación del pH, El pH mostró un incremento hasta T6 (10.4). Esto sugiere que los tratamientos aplicados tuvieron un efecto sobre la alcalinidad del sistema.

Figura 4

Representación Gráfica de la Variación del pH



Nota. En la figura se puede observar de forma gráfica de la variación del pH, como se puede ver en el gráfico el pH mostró un incremento hasta T6 (10.4).

➤ **Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)**

El valor inicial de la conductividad Eléctrica fue de 12.56 $\mu\text{S}/\text{cm}$. La conductividad eléctrica varía considerablemente. T1 y T4 presentan los valores más altos (9550 y 9780 $\mu\text{S}/\text{cm}$, respectivamente), mientras que T0 tiene el valor más bajo (12.56 $\mu\text{S}/\text{cm}$). Esto indica que los tratamientos aumentaron significativamente la concentración de iones en el agua, posiblemente debido a la liberación de compuestos durante el proceso de tratamiento.

Tabla 4

Variación de la Conductividad Eléctrica

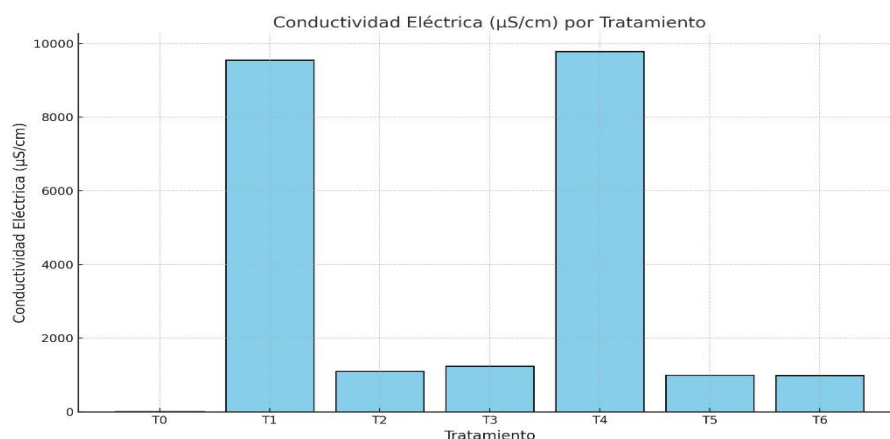
Tratamiento	Conductividad Eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
T0	12.56
T1	9550
T2	1097
T3	1240
T4	9780
T5	1003
T6	989

Nota. La tabla muestra la variación de la *Conductividad Eléctrica* por efecto de los hongos del género *Ascomycota* en los lixiviados, la conductividad eléctrica varía considerablemente

siendo el T1 y T4 (9550 y 9780 $\mu\text{S/cm}$, respectivamente), los más altos mientras que T0 tiene el valor más bajo (12.56 $\mu\text{S/cm}$).

Figura 5

Representación Gráfica de la Variación de la Conductividad Eléctrica



Nota. En la figura se puede observar de forma gráfica de la variación de la Conductividad Eléctrica, la conductividad eléctrica varía considerablemente. T1 y T4 presentan los valores más altos (9550 y 9780) $\mu\text{S/cm}$

➤ Sulfuros (mg/L)

Los niveles de sulfuros se incrementaron sustancialmente desde T0 (0.001 mg/L) hasta los demás tratamientos, alcanzando un máximo de 39 mg/L en T1, T2 y T3. Sin embargo, en T4 y T5, los valores disminuyen (28 y 35 mg/L), lo que podría indicar que los tratamientos adicionales lograron reducir parcialmente los niveles de sulfuros.

Tabla 5

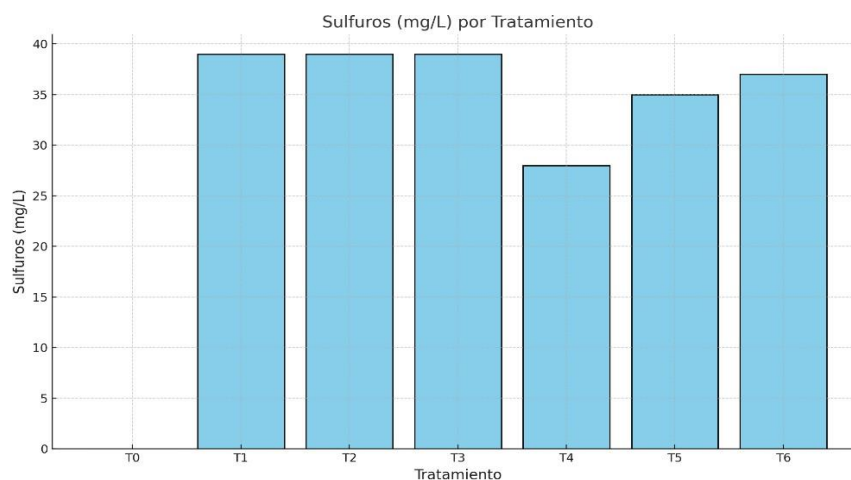
Variación de la Concentración de los Sulfuros

Tratamiento	Sulfuros (mg/L)
T0	0.001
T1	39
T2	39
T3	39
T4	28
T5	35
T6	37

Nota. La tabla muestra la variación de la concentración de sulfuros por efecto de los hongos del género *Ascomycota* en los lixiviados, Los niveles de sulfuros se incrementaron sustancialmente desde T0 (0.001 mg/L) hasta los demás tratamientos, alcanzando un máximo de 39 mg/L en T1, T2 y T3.

Figura 6

Representación Gráfica de la Concentración de Sulfuros



Nota. En la figura se puede observar de forma gráfica de la variación de la concentración de los sulfuros, los niveles de sulfuros se incrementaron sustancialmente desde T0 (0.001 mg/L) hasta los demás tratamientos, alcanzando un máximo de 39 mg/L en T1, T2 y T3.

➤ **DBO5 (mg/L)**

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) muestra un aumento desde T0 (136 mg/L) hasta T6 (401 mg/L). Este aumento sugiere una mayor presencia de materia orgánica biodegradable en los tratamientos posteriores, lo cual podría deberse al efecto de los hongos en el proceso.

Tabla 6

Variación de la Concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno

Tratamiento	DBO ₅ (mg/L)
T0	136
T1	304
T2	381
T3	294
T4	363
T5	395
T6	401

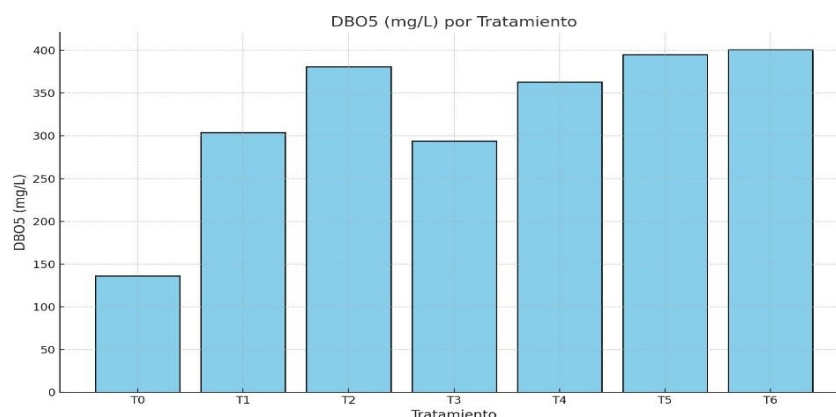
Nota. La tabla muestra la variación de la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno, este parámetro aumento desde T0 (136 mg/L) hasta T6 (401 mg/L).

La Tabla 6 muestra la variación del parámetro de DBO₅. En el tratamiento T0, el valor fue de 136 mg/L. Esta concentración aumentó en los tratamientos posteriores: en T1 fue de 304 mg/L y en T2 de 381 mg/L.

Sin embargo, se observó un descenso en T3, con 294 mg/L. Finalmente, la concentración volvió a incrementarse en los tratamientos siguientes: T4 (363 mg/L), T5 (395 mg/L) y T6 (401 mg/L).

Figura 7

Representación Gráfica de la Concentración de la Demanda Bioquímica de Oxígeno



Nota. En la figura se puede observar de forma gráfica de la variación de la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno. En las muestras hubo un aumento desde T0 (136 mg/L) hasta T6 (401 mg/L).

➤ **DQO (mg/L)**

La demanda química de oxígeno (DQO) varía entre los tratamientos, mostrando un descenso inicial de T0 (2556 mg/L) a T1 (1852 mg/L), pero un incremento significativo en T5 y T6 (3398 y 3457 mg/L, respectivamente). Esto sugiere que algunos tratamientos fueron más efectivos que otros en reducir la carga orgánica.

Tabla 7

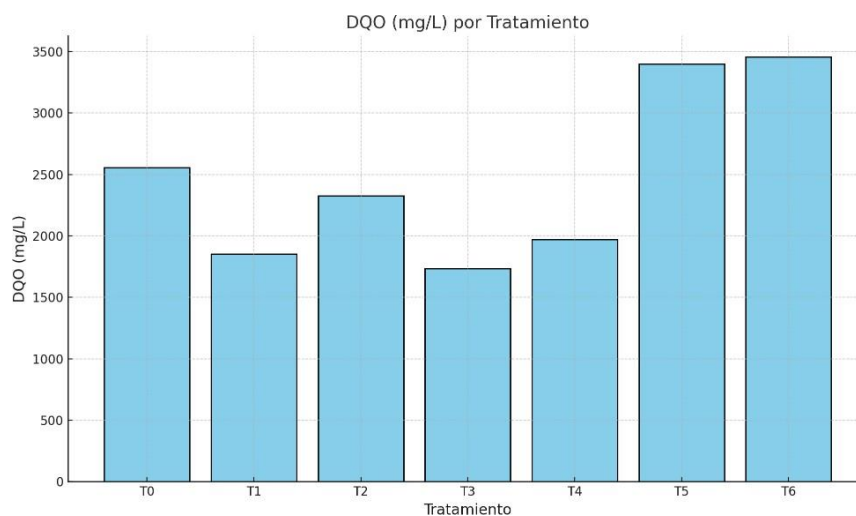
Variación de la Concentración de Demanda Química de Oxígeno

Tratamiento	DQO (mg/L)
T0	2556
T1	1852
T2	2327
T3	1733
T4	1971
T5	3398
T6	3457

Nota. En la tabla se puede observar la variación de la concentración de la demanda química de oxígeno (DQO) el cual varía desde el T0 (2556 mg/L), el cual tuvo un descenso significativo en T5 y T6 (3398 y 3457 mg/L, respectivamente).

Figura 8

Representación Gráfica de la Concentración de la Demanda Química de Oxígeno (DQO)



Nota. En la figura se puede observar de forma gráfica de la variación de la concentración de la demanda química de oxígeno (DQO), el cual varía desde el T0 (2556 mg/L), el cual tuvo un descenso significativo en T5 y T6 (3398 y 3457 mg/L, respectivamente).

Parámetros microbiológicos:

➤ Coliformes Fecales (NMP/100 ml)

Los coliformes fecales disminuyeron drásticamente entre T0 (17,000,000 NMP/100 ml) y T1 (17,000 NMP/100 ml). Los valores se mantienen bajos en los tratamientos posteriores, con un leve incremento en T6 (39,000 NMP/100 ml). Este resultado indica que los tratamientos aplicados fueron efectivos en reducir significativamente la contaminación microbiológica.

Tabla 8

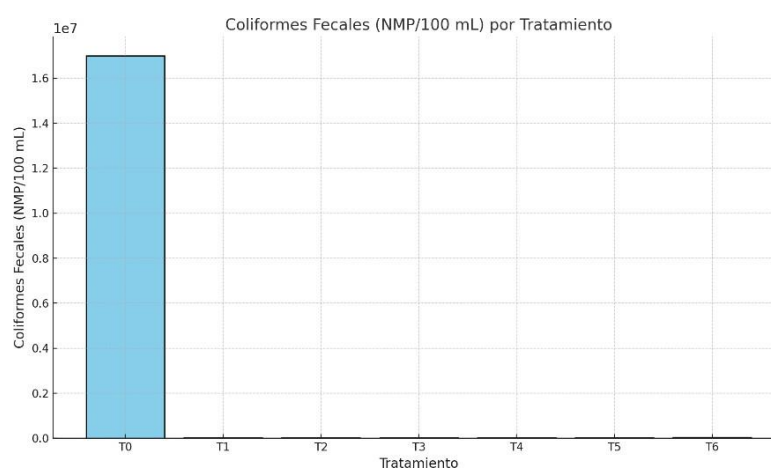
Variación de la Concentración de los Coliformes Fecales (NMP/100 ml)

Tratamiento	Coliformes Fecales (NMP/100 ml)
T0	17000000
T1	17000
T2	21000
T3	14000
T4	20000
T5	24000
T6	39000

Nota. En la tabla se puede observar la variación de la concentración de la Coliformes Fecales (NMP/100 ml), para este parámetro disminuyeron drásticamente entre T0 (17,000,000 NMP/100 ml) y T1 (17,000 NMP/100 ml). Los valores se mantienen bajos en los tratamientos posteriores,

Figura 9

Representación Gráfica de la Concentración de los Coliformes Fecales



Nota. En la figura se puede observar de forma gráfica de la variación de la concentración de Coliformes Fecales este parámetro disminuyeron drásticamente entre T0 (17,000,000 NMP/100 ml) y T1 (17,000 NMP/100 ml).

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

Con base en los resultados del ANOVA y las hipótesis planteadas, a continuación, se analiza cada hipótesis específica y general en relación con los datos obtenidos:

Tabla 9

Análisis de hipótesis

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Coliformes (NMP/100 ml)	Entre grupos	247059005357143.000	1	247059005357143.000	3204396.957	0.000
	Dentro de grupos	385500000.000	5	77100000.000		
	Total	247059390857143.000	6			
DQO (mg/L)	Entre grupos	8514.381	1	8514.381	0.014	0.910
	Dentro de grupos	3028775.333	5	605755.067		
	Total	3037289.714	6			
DBO5 (mg/L)	Entre grupos	41611.524	1	41611.524	19.323	0.007
	Dentro de grupos	10767.333	5	2153.467		
	Total	52378.857	6			
Sulfuros (mg/L)	Entre grupos	1121.160	1	1121.160	60.386	0.001
	Dentro de grupos	92.833	5	18.567		
	Total	1213.994	6			

➤ **HIPÓTESIS GENERAL**

- **Hi:** Se logrará determinar el efecto de los hongos ascomicetos en el tratamiento de los lixiviados.
- **Ho:** No se logrará determinar el efecto de los hongos ascomicetos en el tratamiento de los lixiviados.

Resultado Se rechaza la hipótesis nula (**Ho**) y se acepta la hipótesis alterna (**Hi**), ya que, los análisis de ANOVA muestran diferencias estadísticamente significativas en parámetros clave como **Coliformes (NMP/100 ml)**, **DBO5 (mg/L)** y **Sulfuros (mg/L)**. Esto demuestra que los hongos ascomicetos tienen un efecto significativo sobre la calidad de los lixiviados tratados.

➤ **HIPÓTESIS ESPECÍFICAS**

Hi1 y Ho1: Parámetros físico-químicos

- **Hi1:** Se podrá determinar los parámetros físico - químicos de los lixiviados en las celdas transitorias antes y después de aplicar los hongos ascomicetos en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024
- **Ho1:** No se podrá determinar los parámetros físico - químicos de los lixiviados en las celdas transitorias antes y después de aplicar los hongos ascomicetos en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024

Resultado: Se rechaza la hipótesis nula (**Ho1**) y se acepta la hipótesis alterna (**Hi1**). Los análisis muestran diferencias significativas en **DBO5 (mg/L)** ($F = 19.323$, $\text{Sig.} = 0.007$) y **Sulfuros (mg/L)** ($F = 60.386$, $\text{Sig.} = 0.001$) entre T0 y los demás tratamientos. Esto confirma que los parámetros físico-químicos pueden ser monitoreados y que los hongos ascomicetos tienen un impacto medible en estos parámetros.

- En el caso de la **DQO (mg/L)**, no se encontraron diferencias significativas (**F = 0.014, Sig. = 0.910**). Esto sugiere que, aunque los hongos tuvieron un impacto en algunos parámetros físico-químicos, no lograron reducir significativamente la carga química total en el lixiviado.

Hi2 y Ho2: Parámetros microbiológicos

- **Hi2:** Se podrá monitorear los parámetros microbiológicos de los lixiviados antes y después del tratamiento.
- **Ho2:** No se podrá monitorear los parámetros microbiológicos de los lixiviados antes y después del tratamiento.

Resultado: Se rechaza la hipótesis nula (**Ho2**) y se acepta la hipótesis alterna (**Hi2**). El análisis para **Coliformes (NMP/100 ml)** muestra una diferencia altamente significativa entre T0 y los demás tratamientos (**F = 3204396.957, Sig. = 0.000**). Esto confirma que los hongos ascomicetos lograron reducir significativamente la contaminación microbiológica en los lixiviados tratados.

Hi3 y Ho3: Determinación de la dosis más eficiente

- **Hi3:** Se determinará la dosis de hongos ascomicetos más eficiente para el tratamiento de los lixiviados.
- **Ho3:** No se determinará la dosis de hongos ascomicetos más eficiente para el tratamiento de los lixiviados.

Resultado: Con los análisis actuales, se pueden observar diferencias significativas entre los tratamientos (T1-T6) para parámetros como **Coliformes, DBO₅ y Sulfuros**, lo que indica que ciertas dosis son más efectivas que otras. Para determinar cuál es la dosis más eficiente, se necesitaría realizar un análisis post-hoc (como Tukey o Bonferroni) para comparar directamente los tratamientos entre sí. Por ahora, se puede sugerir que los tratamientos posteriores a T0 presentan mayor efectividad, pero sería necesario profundizar en esta comparación.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados indican que hay una diferencia estadísticamente significativa entre los distintos tratamientos, con respecto a los parámetros físicos y químicos, los análisis muestran diferencias significativas en DBO₅ (mg/L) ($F = 19.323$, Sig. = 0.007) y Sulfuros (mg/L) ($F = 60.386$, Sig. = 0.001)

entre T0 y los demás tratamientos. Esto confirma que los parámetros físico- químicos pueden ser monitoreados y que los hongos ascomicetos tienen un impacto medible en estos parámetros.

Con respecto a los parámetros microbiológicos, el análisis de los Coliformes (NMP/100 ml) muestra una diferencia altamente significativa entre T0 y los demás tratamientos ($F = 3204396.957$, Sig. = 0.000). Esto confirma que los hongos ascomicetos lograron reducir significativamente la contaminación microbiológica en los lixiviados tratados.

(Gallardo, 2019) en su tesis: Reducción de la carga contaminante de lixiviados producidos en el relleno sanitario de El Inga mediante el proceso de oxidación química con peróxido de calcio, obtuvo un resultado positivo logrando una reducción de los contaminantes, con respecto a los parámetros físico-químicos para la Conductividad reduciendo hasta el 10,89%, el DQO se redujo hasta el 33.47%, el DBO se redujo hasta un 67.83% y la concentración de sulfuros a un 50%. En comparación a los resultados obtenidos en la investigación realizada fue todo lo contrario ya que para la Conductividad Eléctrica se demostró un aumento desde T0 con los demás tratamientos, este aumento sugiere una mayor presencia de materia orgánica biodegradable en los tratamientos posteriores, con excepción del DQO y DBO que si mostraron un notable descenso. Esta diferencia persiste debido a que en ambos proyectos se usó diferentes métodos.

(Liberato, 2020) en su tesis: Microorganismos eficientes y su efecto en el tratamiento de lixiviados generados en el proceso de compostaje en

el centro ecoturístico de protección ambiental Santa Cruz - CEPASC, Concepción, 2019, obtuvo los resultados también positivos, con respecto a los parámetros físico – químicos, para la demanda bioquímica de Oxígeno de 4592 mg/L se redujo hasta 1127 mg/L, para la demanda química de Oxígeno de 4 592 mg/L se redujo hasta 1 627 mg/L y para la conductividad eléctrica no se notó una variación significativa, pero este no ha tenido influencia directa con la aplicación de EM-Agua. Los resultados que obtuvo el auto son similares a las que se obtuvo en la presente investigación, esto es debido a que en ambos estudios se usó microorganismos eficientes.

La investigación realizada demostró que los hongos ascomicetos son efectivos para reducir coliformes fecales y ciertos parámetros como sulfuros, aunque tienen limitada eficacia en la disminución de la DQO. En contraste, el estudio realizado por (Damián, 2018) en su Tratamiento de lixiviados en la etapa de compostaje mediante el proceso de coagulación con mucílago de *Opuntia Ficus Indica*, logró reducciones significativas en DQO (57.2%) y turbidez (89.06%) bajo condiciones optimizadas, pero no aborda parámetros microbiológicos. Esto sugiere que ambos métodos son complementarios: los hongos destacan en el control de contaminantes biológicos, mientras que el mucílago es más eficaz para mejorar parámetros fisicoquímicos como DQO y turbidez.

Los resultados obtenidos en la presente investigación y por (Mayorca, 2017) son complementarios en el tratamiento de lixiviados. Mientras los hongos ascomicetos destacan en la reducción de coliformes fecales (reducción de 17, 000,000 a 17,000 NMP/100 ml) y tienen mayor flexibilidad en condiciones menos controladas, el Foto-Fenton mostró una remoción superior de materia orgánica (94.38%) y mayor efectividad en condiciones de pH ácido (pH=3). Los hongos son ideales para tratar contaminantes microbiológicos en etapas iniciales, y el Foto-Fenton es más adecuado para eliminar materia orgánica persistente y compuestos químicos, haciendo posible su combinación en sistemas integrados de tratamiento.

CONCLUSIONES

Los hongos ascomicetos tienen un impacto significativo en la reducción de los niveles de **Coliformes**, **DBO₅** y **Sulfuros**, lo que confirma su eficacia como agentes de tratamiento para lixiviados. Sin embargo, su impacto en la reducción de la **DQO** no fue significativo en este experimento.

Se determinó los parámetros físico-químicos de los lixiviados, para el T(0) la temperatura fue de 24.8 °C, el pH fue de 8.7, Conductividad Eléctrica fue de 12.56 µS/cm, sulfuros fue de 0.001 mg/L, DBO₅ fue de 136 mg/L, DQO con un valor de 2556 136 mg/L y para Coliformes Fecales 17000000 NMP/100 ml. Después del tratamiento con los hongos del género *Ascomycota*, la temperatura varía ligeramente entre los tratamientos, oscilando entre 24.6 °C (T2) y 26.7 °C (T1), el pH mostró un incremento desde T0 (8.7) hasta T6 (10.4). Esto sugiere que los tratamientos aplicados tuvieron un efecto sobre la alcalinidad del sistema, especialmente en T6, donde se observa un aumento significativo en el pH, La conductividad eléctrica varía considerablemente. T1 y T4 presentan los valores más altos (9550 y 9780 µS/cm, respectivamente). Los niveles de sulfuro tuvieron incrementos, sin embargo, en T4 y T5, los valores disminuyen (28 y 35 mg/L), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) muestra un aumento hasta T6 (401 mg/L) y la demanda química de oxígeno (DQO) mostro un descenso inicial de T0 (2556 mg/L) a T1 (1852 mg/L).

Se determinó los parámetros microbiológicos, para el T0 presento 17, 000,000 NMP/100 ml Los coliformes fecales disminuyeron drásticamente entre T1 (17,000 NMP/100 ml) y T6 (39,000 NMP/100 ml).

Finalmente, se determinó que la dosis más eficiente de hongos ascomicetos sobre el tratamiento de los lixiviados de las celdas transitorias en el centro poblado, fue de 150 ml, en el T (1), logrando de forma drástica la eliminación de los coliformes fecales.

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar ensayos adicionales para determinar la dosis óptima de hongos ascomicetos, ya que los resultados mostraron variaciones significativas en algunos tratamientos (T5 y T6), particularmente en la reducción de DQO. Esto permitiría establecer protocolos más eficientes para su aplicación en lixiviados con diferentes características.

Se recomienda realizar la combinación de procesos biológicos y físico- químicos ya que los hongos demostraron ser efectivos en la reducción de coliformes y ciertos contaminantes microbiológicos, se sugiere combinar este enfoque biológico con procesos de oxidación avanzada, como el Foto-Fenton, para mejorar la remoción de materia orgánica y compuestos químicos persistentes. Esta estrategia integrada podría mejorar significativamente la eficiencia del tratamiento de lixiviados.

Se sugiere organizar programas de capacitación para operadores y personal técnico encargado del manejo de lixiviados, enfocándose en la correcta aplicación de los tratamientos biológicos y físico-químicos. Además, la sensibilización sobre la importancia del tratamiento adecuado de lixiviados contribuirá a un manejo ambiental más responsable.

Se recomienda realizar investigaciones con el fin de una vez tratado, el lixiviado podría tener potencial para ser reutilizado en aplicaciones agrícolas, como fertilizante o biol, debido a la reducción de contaminantes. Se recomienda estudiar la viabilidad de esta reutilización, realizando ensayos de compatibilidad con el suelo y el cultivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abugattas, A., & Carnero, M. (2020). *Investigación sobre la realidad del caucho en desuso en Perú comparado con otros países*. Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín.
- Anusree, N., & Bhaskar, S. (2023). Landfill leachate treatment using fungi and fungal enzymes: A review. *Biodegradation*, 35, 225-247. <https://doi.org/10.1007/s10532-023-10052-3>
- Arango Pavón, M. J. (2018). *Métodos alternativos para el tratamiento de lixiviados del relleno sanitario del cantón Mejía, Pichincha, Ecuador* [Tesis de maestría, Universidad Internacional SEK]. Repositorio Institucional UISEK. Recuperado de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/2882/11/TESES%20ANRANGO%20PAVON%20MARIA%20JOSE.pdf>
- Arango Pavón, M. J. (2018). *Métodos alternativos para el tratamiento de lixiviados del relleno sanitario del cantón Mejía, Pichincha, Ecuador* [Tesis de maestría, Universidad Internacional SEK]. Repositorio Institucional UISEK.
- Arrieta, Y., Iannone, L. J., Scervino, J. M., Vignale, M. V., & Novas, M. V. (2015). A foliar endophyte increases the diversity of phosphorus-solubilizing rhizospheric fungi and mycorrhizal colonization in the wild grass *Bromus auleticus*. *Fungal Ecology*, 17, 146-154. <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2015.06.005>
- Aylas, M. (2020, octubre 8). Lambayeque inicia construcción de celdas transitorias para disposición final de residuos. *Andina Agencia Peruana de Noticias*. Recuperado de <https://andina.pe/agencia/noticia-lambayeque-inicia-construccion-celdas-transitorias-para-disposicion-final-residuos-816913.aspx>
- Cañarte León, K. S., & Herrera Briones, M. G. (2015). *Estudio para determinar la factibilidad de la creación de una empresa recicladora*

y transformadora de caucho reciclado [Tesis de licenciatura, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional UG. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11125/1/TESIS%20CA%20C3%B1ARTE-HERRERA.pdf>

Cañarte León, K. S., & Herrera Briones, M. G. (2015). *Estudio para determinar la factibilidad de la creación de una empresa recicladora y transformadora de caucho reciclado* [Tesis de licenciatura, Universidad de Guayaquil]. Repositorio Institucional UG. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/11125/1/TESIS%20CA%20C3%B1ARTE-HERRERA.pdf>

Cerda, V. (2007). *Aplicación de Foto-Fenton a lixiviado de rellenos sanitarios* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma del Estado de Morelos]. Jiutepec, Morelos, México: Universidad Autónoma de México.

Chacón, S., & Utrera, E. (2022). *Hongos ascomicetos: Pequeños gigantes de las áreas verdes urbanas y periurbanas de Xalapa*. Instituto de Ecología A.C. Recuperado de <https://www.inecol.mx/inecol/index.php/es/ct-menu-item-25/ct-menu-item-27/17-ciencia-hoy/709-hongos-ascomicetos-pequenos-gigantes-de-las-areas-verdes-urbanas-y-periurbanas-de-xalapa>

Chávez, M. (2011). *Tratamiento de lixiviados generados en el relleno sanitario de la Cd. de Chihuahua, Méx* [Tesis de maestría, Centro de Investigación en Materiales Avanzados]. Chihuahua, México: Centro de Investigación en Materiales Avanzados.

Congreso de la República. (2020). *Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos. D.S N° 057-2004-PCM (Reglamento)*. Lima, Perú: Ministerio del Ambiente. Recuperado de <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/DGAAM/legislacion/Ley%2027314%20Ley%20General%20de%20Residuos%20S%C3%91idos.pdf>

- Damián, R. (2018). *Tratamiento de lixiviados en la etapa de compostaje mediante el proceso de coagulación con mucilago de *Opuntia Ficus Indica* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Centro del Perú]. Huancayo, Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú.
- Díaz, S., Barceló, I., Solís, H., & Gómez, S. (2021). Tratamiento del lixiviado de un relleno sanitario utilizando oxidaciones avanzadas. *Tendencias en Docencia e Investigación en Química*, 1, 1-10. Recuperado de http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/9278/Tratamiento_del_lixiviado_2021.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Díaz, S., Barceló, I., Solís, H., & Gómez, S. (2021). Tratamiento del lixiviado de un relleno sanitario utilizando oxidaciones avanzadas. *Tendencias en Docencia e Investigación en Química*, 1.
- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). (2006). *Gestión de los residuos sólidos en el Perú*. Manual de Difusión Técnica N°1.
- Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). (2010). *Gestión y manejo de residuos sólidos en establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo a nivel nacional*. Recuperado de http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/residuos/Residuos_EESSy_SMA.pdf
- E. D., Carbajal Vílchez, C. S., Valladares Venturo, M. H., Valentín Valverde, E. P., & Simón Campos, C. A. (2018). Módulo de vivienda con material reciclable en la ciudad de Huánuco. *Revista de Investigación Valdizana*, 12(4), 184-192. <https://doi.org/10.33554/riv.12.4.154>
- E. D., Carbajal Vílchez, C. S., Valladares Venturo, M. H., Valentín Valverde, E. P., & Simón Campos, C. A. (2018). Módulo de vivienda con material reciclable en la ciudad de Huánuco. *Revista de*

Investigación Valdizana, 12(4), 184–192.

El Peruano. (2020, 12 de mayo). *Decreto Legislativo N.º 1501: Decreto Legislativo que modifica el Decreto Legislativo N.º 1278 que aprueba la Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos*, pp. 1-52.

Evaluación y Gestión Ambiental (EVAGAM). (2014). *Sexto informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal*.

Fernandes, E. (2018). Uso de residuos de caucho en pavimentos de asfalto: una revisión de literatura. *Revista de Ingeniería Civil*, 8(2), 123-135. Recuperado de <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/ingenieria-civil/pavimentacao-asfaltica-3>

Galarza, M., Rodríguez, L., & Sánchez, P. (2016). *Aprende a prevenir los efectos del mercurio*. Ministerio del Ambiente.

Gallardo, D. (2019). *Reducción de la carga contaminante de los lixiviados producidos en el relleno sanitario de El Inga mediante el proceso de oxidación química con peróxido de calcio* [Tesis de ingeniería, Universidad Internacional SEK]. Recuperado de <https://repositorio.uisek.edu.ec/bitstream/123456789/3524/1/Tesis%20Final%20Daniela%20Gallardo.pdf>

Grados, M. (2018). *La importancia de una regulación especial para la gestión de los neumáticos fuera de uso en el Perú* [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Recuperado de http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/15644/Grados_Mitteenn_Importancia_regulaci%C3%B3n_especial1.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Gutiérrez, J. (2017). *Tratamiento de lixiviados del relleno sanitario de Bacalar, Quintana Roo, mediante la coagulación-floculación y foto-Fenton* [Tesis de maestría, Universidad de Quintana Roo].

Chetumal, México.

Hatakka, A., & Hammel, K. (2010). Fungal biodegradation of lignocelluloses. En *Forest Products Laboratory* (pp. 319-340). Recuperado de <https://research.fs.usda.gov/treesearch/40827>

Hawksworth, D. L. (1997). Where are all the undescribed fungi?

Hernández, R., & Fernández, C. (2014). *Metodología de la investigación* (6.^a ed.). McGraw-Hill/Interamericana Editores, S.A. de C.V.

Herrera, T., & Ulloa, M. (1990). *El reino de los hongos: Micología básica y aplicada*. Universidad Nacional Autónoma de México y Fondo de Cultura Económica.

Hyde, K. D., & Hawksworth, D. L. (1997). Measuring and monitoring the biodiversity of microfungi. En K. D. Hyde (Ed.), *Biodiversity of tropical microfungi* (pp. 11-28). Hong Kong University Press.

Instrumentación Científico Técnica. (2009). *Single use plastics*. Sterilin.
Kahl, S. (2019). *Plantas de reciclaje para NFU*. Altreifen.

Jaimes Reátegui, S., Matto Pablo, E. G., Arestegui de Kohama, D. E., Torres Romero, L., Mariano Santiago, H., Fernandez Sixto, E. A., Cueva Solis,

Jaimes Reátegui, S., Matto Pablo, E. G., Arestegui de Kohama, D. E., Torres Romero, L., Mariano Santiago, H., Fernandez Sixto, E. A., Cueva Solis,

Kirk, P. M., Cannon, P. F., Minter, D. W., & Stalpers, J. A. (2001). The magnitude of fungal diversity: The 1.5 million species estimate revisited. En D. L. Hawksworth (Ed.), *The fungal dimension of biodiversity: The magnitude of the problem* (pp. 213-232). Springer.

Ledezma Chumbes, F., & Yauri Huiza, W. (2018). Diseño de mezcla del concreto para elaboración de adoquines con material reciclado de

neumáticos en la provincia de Huancavelica [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Huancavelica]. Repositorio Institucional UNH. <https://repositorio.unh.edu.pe>

Liberato, J. (2020). *Microorganismos eficientes y su efecto en el tratamiento de lixiviados generados en el proceso de compostaje en el centro ecoturístico de protección ambiental “Santa Cruz” - CEPASC, Concepción, 2019* [Tesis de licenciatura, Universidad Continental].

Linares, M. (2020). *Relación entre la gestión ambiental y el manejo de residuos sólidos hospitalarios en el Hospital de Contingencia Hermilio Valdizán Medrano de Huánuco, 2019* [Tesis de licenciatura, Universidad de Huánuco].

López, J., & Pineda, M. (2017). *Diseño de un proceso de producción basado en la trituración mecánica para el aprovechamiento de las llantas fuera de uso en Santiago de Cali* [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Javeriana Cali]. Repositorio Institucional PUJ Cali.
[http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/10106/Diseño_proceso_produccion.pdf](http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/10106/Dise%C3%B1o_proceso_produccion.pdf)

Maldonado, J., Rodríguez, L., & Cajiao, L. (2017). Tratamiento de lixiviados de rellenos sanitarios en filtros anaerobios de flujo ascendente de dos fases (DI-FAFS). *Ingeniería UC*, 24(2), 91–104.

Mayorca, R. (2017). *Reducción de la carga orgánica en lixiviado estabilizado del botadero municipal de San Ramón mediante oxidación avanzada Foto-Fenton* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria de la Selva].

Méndez, N., Castillo, L., García, I., & Sauri, R. (2010). Tratamiento de lixiviado por oxidación Fenton. *Ingeniería e Investigación*.

Ministerio de Salud (MINSA), Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA). (2012). *Norma Técnica de Salud: Gestión y manejo de*

residuos sólidos en establecimientos de salud y servicios médicos de apoyo. Ministerio de Salud del Perú.

Ministerio del Ambiente & SINIA. (2017). *Material educativo: Gestión responsable de residuos sólidos municipales.* Ministerio del Ambiente del Perú.
<https://sinia.minam.gob.pe/documentos/gestion-responsable-residuos-solidos-municipales>

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2013). *VI Informe nacional de residuos sólidos de la gestión del ámbito municipal y no municipal 2013.* Ministerio del Ambiente del Perú.

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2016). *Plan Nacional de gestión integral de residuos sólidos 2016–2024.* Ministerio del Ambiente del Perú.

Ministerio del Ambiente (MINAM). (2019). *Guía para la caracterización de residuos sólidos municipales.* Ministerio del Ambiente del Perú.

Mondino, P. (2009). *Preparación de medios de cultivo.* Métodos en Fitopatología.

Morales, A. (2018). *Evaluación del impacto ambiental generado por el manejo de residuos peligrosos en los talleres de mecánica automotriz del distrito de Amarilis, Huánuco, octubre–diciembre 2017* [Tesis de licenciatura, Universidad de Huánuco].

Nejero Tuesta, P. A. (2019). *Propuesta de una planta recicladora de neumáticos usados para minimizar la contaminación ambiental que se genera en la ciudad de Chiclayo, 2019* [Tesis de licenciatura, Universidad de Lambayeque]. Repositorio Institucional UDL.

Nieto, M. (2015). *Salvado de trigo, mejor medio de cultivo para hongos comestibles* [Tesis de licenciatura, Universidad de Antioquia].

Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (OEFA). (2018). *Planes de recuperación y programas de reconversión de áreas*

degradadas por residuos sólidos, en el marco del Decreto Legislativo N.º 1278 y su reglamento. OEFA.

Patiño, Leidy Viviana, & Rodríguez Ramos, María Aleyda. (2017). Llantas usadas: materia prima para pavimentos y múltiples ecoaplicaciones. *Revista Ontare*, 5, 1-34.

Pérez, J. (2015). Evaluación de la remoción de contaminantes en lixiviado empleando tres especies de microalgas oleaginosas amazónicas. Universidad Científica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería.

Phytopathology, 87(9), 888-891.

Primo, O. (2008). Mejoras en el tratamiento de lixiviado de vertedero de RSU mediante procesos de oxidación avanzada. Universidad de Cantabria.

Ramírez Velarde, José Artemio, Gómez Lazarte, César Enrique, & Donoso Rodríguez, Josué Luis. (2018). Plan de negocio para la implementación de una planta de reciclaje de llantas usadas mediante el proceso de pirolisis. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Ravikumar, S., Kathiresan, K., Thadedus, M., Babu, S., & Shanthi, S. (2004). Nitrogen-fixing azotobacters from mangrove habitat and their utility as marine biofertilizers. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 5-17.

Real Academia Española. (2012). *Diccionario de la lengua española* (23.^a ed.). Recuperado de <https://dle.rae.es>

Reyes, M. (2014). *Experiencias en el tratamiento de neumáticos fuera de uso en Iberoamérica*. Congreso de la República del Perú.

Rojas, J. (2019). La gestión municipal de Pillco Marca en el tratamiento de los residuos sólidos y su impacto en el medio ambiente – 2018. Universidad de Huánuco.

- Rosas Valverde, Karito Yen. (2021). Influencia del hipoclorito de calcio sobre los parámetros fisicoquímicos de lixiviado de un relleno sanitario - Región La Libertad. [Tesis para optar por el título profesional de Ingeniera Ambiental]. Universidad Privada del Norte, Trujillo.
- Salas, M. (2016). Biorremediación de suelo y tratamiento de lixiviados con carbón activado de bambú del ex-basurero a cielo abierto El Zapote. Instituto Politécnico Nacional.
- Salazar, S. G. K. (2019). Comportamiento de las mezclas asfálticas. Universidad César Vallejo, Chimbote.
- Santiago, L. (2019). Evaluación de impacto ambiental generado por el manejo de llantas usadas en la vulcanizadora del distrito de Amarilis, provincia de Huánuco 2018. Universidad de Huánuco.
- Schmit, J. P., & Mueller, G. M. (2007). An estimate of the lower limit of global fungal diversity. *Biodiversity and Conservation*, 99-111.
- Segovia Carhuas, E. C. (2020). *Análisis del aprovechamiento de neumáticos reciclados usados como aditivo en el asfalto* [Tesis de licenciatura, Universidad Católica San Pablo]. Recuperado de https://repositorio.ucsp.edu.pe/bitstream/20.500.12590/16229/1/SEGO_VIA_CARHUAS_EST_NEU.pdf
- Segovia Carhuas, E. C. (2020). *Análisis del aprovechamiento de neumáticos reciclados usados como aditivo en el asfalto* [Tesis de licenciatura, Universidad Católica San Pablo]. Repositorio Institucional UCSP.
- Seoáñez, M. (2000). Residuos: problemática, descripción, manejo, aprovechamiento y destrucción. Ediciones Madrid-Prensa.
- Spina, F., Tigini, V., & Romagnolo, A. (2018). Bioremediation of landfill leachate with fungi: Autochthonous vs. allochthonous strains. *MDPI*.

- Tomasini, A., & León, H. (2019). Fungal Bioremediation. CRC Press.
- Trutmann, P., & Luque, J. (2012). Los hongos olvidados del Perú.
- Torres, C., & Colaboradores. (1993). *El asfalto de neumáticos*. Huánuco, Perú: El Comercio. Recuperado de <http://www.leslismonorgradofas.com>
- Ulloa, M., & Hanlin, R. T. (2012). Illustrated Dictionary of Mycology, Second Edition. APS Press, 782 p.
- Uribarren, M. A., & Rosio, B. (2017). Generalidades de Micología.
- Vignart, J. (2010). Problemática del neumático fuera de uso. Instituto Tecnológico de Buenos Aires.
- Vilar, J. P. (2015). Evaluación del tratamiento integral del lixiviado de vertedero de residuos sólidos urbanos. Universidade da Coruña.

COMO CITAR ESTE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Cruz Garcia, W. (2025). *Efecto de los hongos del género Ascomycota sobre el tratamiento de lixiviados provenientes de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla –Leoncio Prado Huánuco -2024* [Tesis de pregrado, Universidad de Huánuco]. Repositorio Institucional UDH. <http://...>

ANEXOS

ANEXO 1

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: “INFLUENCIA DE LOS HONGOS ASCOMICETOS EN EL TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS DE LAS CELDAS TRANSITORIAS EN EL CENTRO POBLADO DE SHAPAJILLA –LEONCIO PRADO HUANUCO -2024”

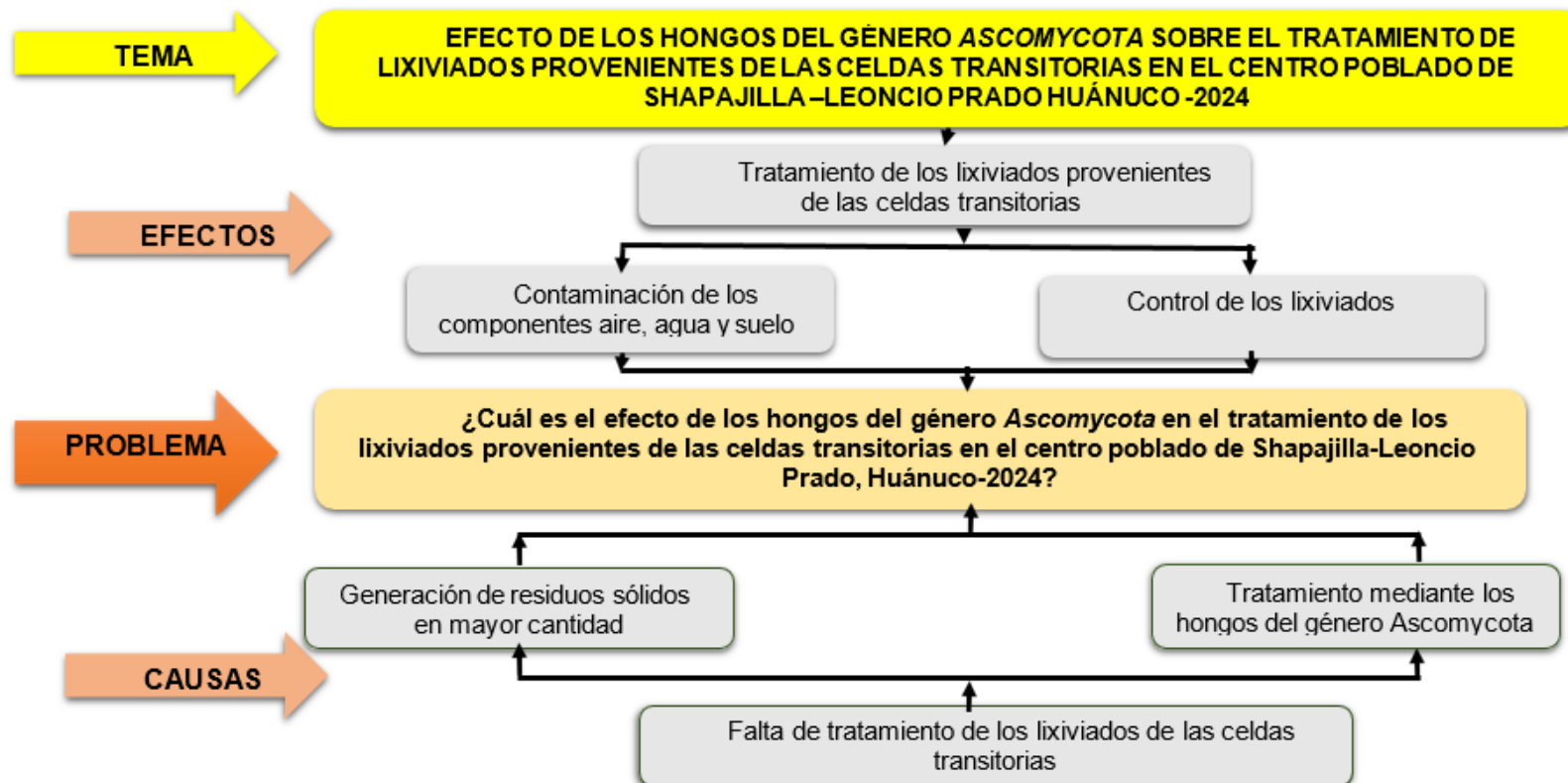
Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología	Población y muestra
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable independiente	Tipo de la investigación	Población
¿Cuál es el efecto de los hongos ascomicetos sobre el tratamiento de los lixiviados de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla - Leoncio Prado, Huánuco - 2024?	Determinar el efecto de los hongos ascomicetos sobre el tratamiento de los lixiviados de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco- 2024	Hi: Se logrará determinar el efecto de los hongos ascomicetos en el tratamiento de los lixiviados de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024. Ho: No se logrará determinar el efecto de los hongos ascomicetos en el tratamiento de los lixiviados de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024.	Influencia de los hongos ascomicetos	Aplicada (Hernández & Fernández, 2014)	La población está constituida por los lixiviados que pasan por las celdas transitorias de en el centro poblado de Shapajilla, Leoncio Prado Huánuco.

Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente	Enfoque	Muestra
¿Cuáles son los parámetros físico-químicos de los lixiviados en las celdas transitorias antes y después de aplicar los	Determinar los parámetros físico-químicos de los lixiviados en las celdas transitorias antes y	Hi1: Se podrá determinar los parámetros físico - químicos de los lixiviados en las celdas transitorias antes y después de aplicar los hongos ascomicetos en el centro	Eficiencia del tratamiento de los lixiviados	Esta investigación pertenece al enfoque investigación mixto tanto cuantitativa ya que se basa en el análisis del tratamiento de hongos	La muestra es una parte o un subconjunto de una población en estudio, constituido por 16 ml de lixiviados, en este caso las muestras se obtendrán de las celdas transitorias
Criterios de exclusión					
hongos ascomicetos en el centro poblado de Shapajilla - Leoncio Prado, Huánuco-2024? ¿Cuáles son los parámetros microbiológicos de los lixiviados en las celdas transitorias antes y después de aplicar los hongos ascomicetos en el centro poblado de Shapajilla - Leoncio Prado, Huánuco-2024? ¿Cuál es la dosis de	después de aplicar los hongos ascomicetos en el centro poblado de Shapajilla - Leoncio Prado, Huánuco-2024 Determinar los parámetros microbiológicos de los lixiviados en las celdas transitorias antes y después de aplicar los hongos ascomicetos en el centro poblado de Shapajilla - Leoncio Prado, Huánuco-	poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024 Ho1: No se podrá determinar los parámetros físico - químicos de los lixiviados en las celdas transitorias antes y después de aplicar los hongos ascomicetos en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024 Hi2: Se podrá determinar los parámetros microbiológicos de los lixiviados en las celdas transitorias antes y después de aplicar los hongos ascomicetos en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024		ascomicetos de los lixiviados para conocer la eficacia de la variable dependiente que se originan sobre la manipulación de la independiente Alcance Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su	En este caso se excluyen de la investigación a los siguientes: - No estén ubicados dentro de la provincial Leoncio Prado. Criterios de inclusión Para el presente estudio se incluyen a las vulcanizadoras y distribuidoras de neumáticos que cumplan lo siguiente: - Que estén ubicados dentro de la provincial Leoncio Prado.

hongos ascomicetos más eficiente sobre el tratamiento de los lixiviados de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024?	2024 Determinar la dosis de hongos ascomicetos más eficiente sobre el tratamiento de los lixiviados de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla - Leoncio Prado o, Huánuco-2024	Ho2: No se podrá determinar los parámetros microbiológicos de los lixiviados en las celdas transitorias antes y después de aplicar los hongos ascomicetos en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024 Hi3: Se determinará la dosis de hongos ascomicetos más eficiente sobre el tratamiento de los lixiviados de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024. Ho3: No se determinará la dosis de hongos ascomicetos más eficiente sobre el tratamiento de los lixiviados de las celdas transitorias en el centro poblado de Shapajilla- Leoncio Prado, Huánuco-2024	nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variable (Hernández & Fernández, 2014). Diseño En este caso el diseño de investigación es cualitativa, reivindica la subjetividad como una fuente del conocimiento, este diseño se enfoca en comprender los fenómenos explorando desde una perspectiva de participación del medio natural y la relación con su contexto. (Hernández & Fernández, 2014)
---	---	---	---

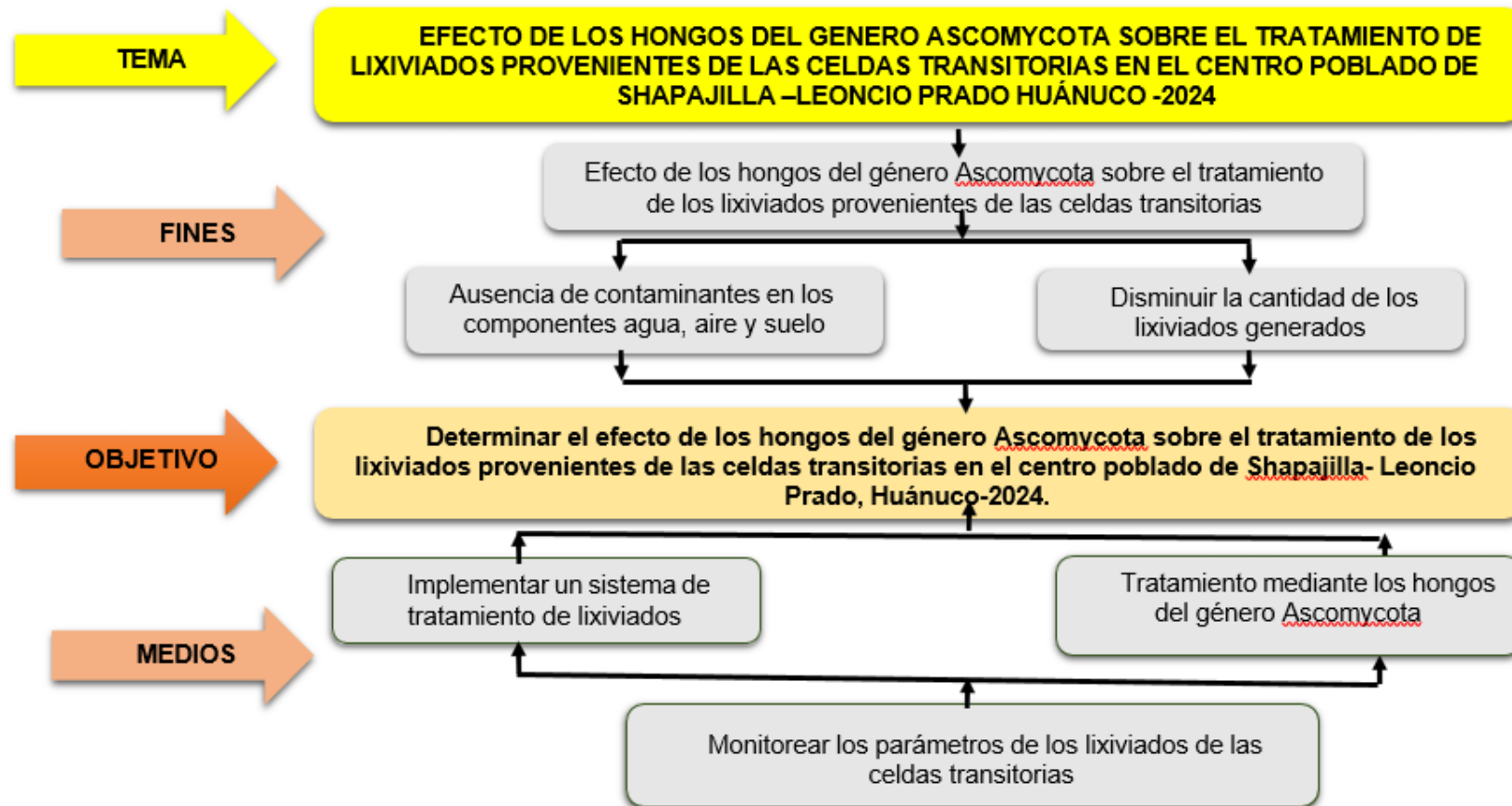
ANEXO 2

ÁRBOL DE CAUSA Y EFECTO



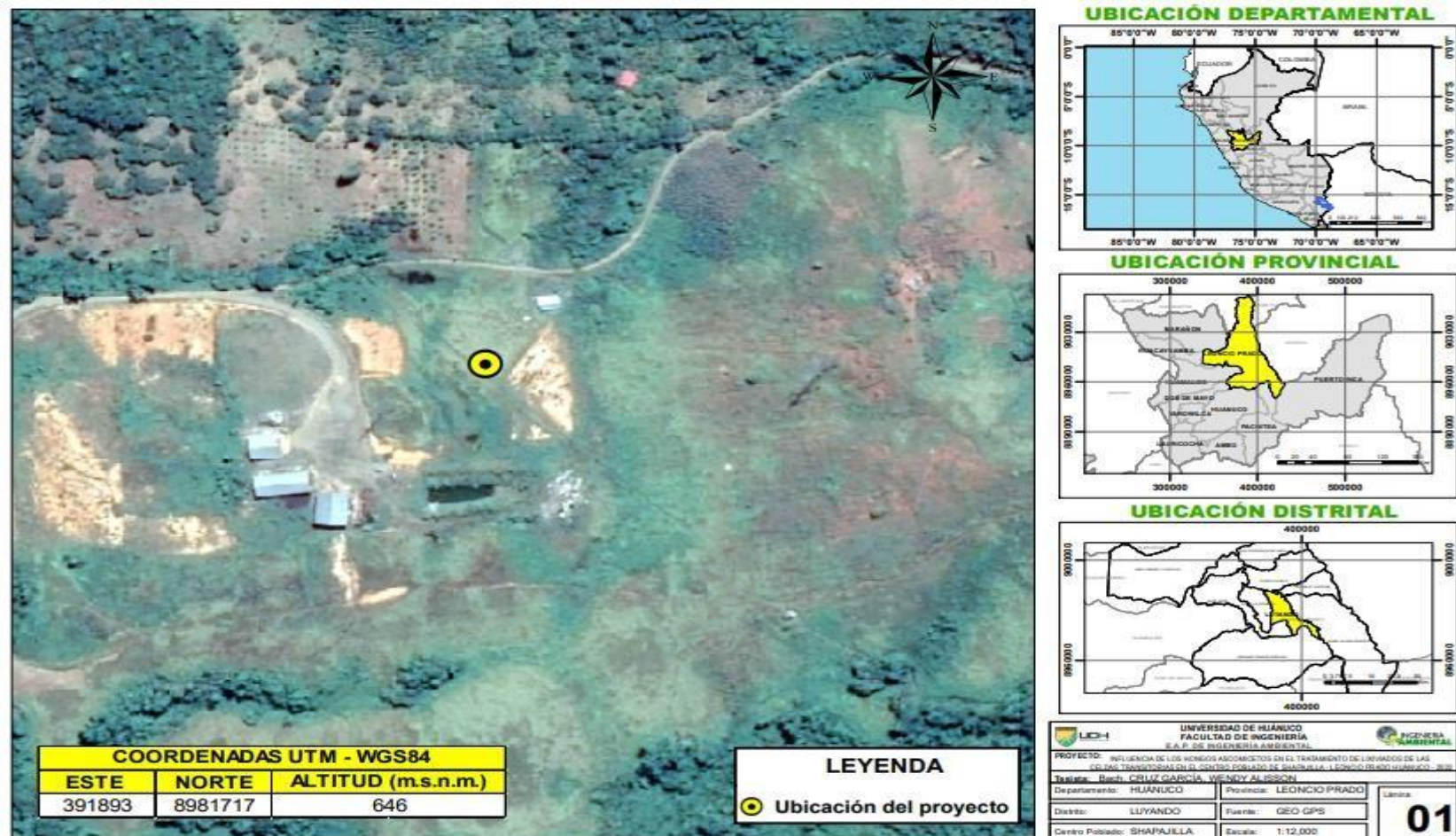
ANEXO 3

ÁRBOL DE MEDIOS Y FINES



ANEXO 4

MAPA DE UBICACIÓN



ANEXO 5

INFORME DE LABORATORIO

LABECO

ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.



Registro N° LE-034

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 034

INFORME DE ENSAYO N° IE-0189 - 0624/24

Solicitante : CRUZ GARCIA WENDY ALISSON
Dirección del Solicitante : Jr. San Martín 1346 - Huánuco.
Atención : CRUZ GARCIA WENDY ALISSON
Proyecto : Efecto De Los Hongos De Genero Ascomycota Sobre El Tratamiento De Lixiviados Provenientes De Las Celdas Transitorias En El Centro Poblado De Shapajilla-Leoncio Prado-Huanuco 2023
Lugar de Muestreo : Carretera central km 2.6 - Huanuco- Tingo Maria
Tipo de Muestra : Agua Residual (Municipal)
Fecha de Monitoreo : 12/09/24
Fecha de Recepción de Muestra : 13/09/24
Fecha de Inicio de Análisis : 13/09/24
Fecha de Término de Análisis : 18/09/24
Fecha de Emisión : 27/09/24

MEDICIONES IN SITU

Código de Cliente	Descripción	COORDENADAS UTM	
		Norte	Este
TO		8906939	0366246
Aqua Natural (Superficial / Río)			
Código de Laboratorio	0624-1	Límite Detección	Unidad
Código de Cliente	TO		
Parámetros de Campo			
Temperatura	24.8	0.1	°C
pH	8.7	—	Unid. pH
Conductividad Eléctrica	12.56	—	uS/cm
Parámetros Fisicoquímicos			
Sulfuros	<0.001	0.001	mg S ²⁻ /L
DBO ₅	136	1	mg/L
DQO	2556	1	mg/L
Parámetros Microbiológicos			
Coliformes Fecales	1.7 x 10 ⁷	<1.8	NMP/100mL

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Agua.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: Las muestras llegaron refrigeradas.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

LB-F-38

Av. Víctor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoeinformes@gmail.com

1 de 2

Revisión: 12



LABECO

ANÁLISIS AMBIENTALES S.C.R.L.



Registro N° LE-034

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 034**

Método de Análisis:

Temperatura: APHA AWWA WEF 2550 B 23rd Edition 2017, Temperature. Laboratory and Field Methods.
pH: APHA AWWA-WEF Part 4500-H-B, 23rd Edition 2017, pH Value. Electrometric Method.
Conductividad Eléctrica: APHA AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Edition. 2017 Conductivity. Laboratory Method.
Sulfuros: APHA AWWA WEF 4500- S2-F 23rd Edition 2017, Sulfide: Iodometric Method.
DBO₅: APHA AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Edition 2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test.
DQO: APHA AWWA-WEF Part 5220 C, D 23rd Edition 2017, Chemical Oxygen Demand. Closed Reflux Colorimetric Method.
Coliformes Fecales: APHA AWWA-WEF Part 9221 E (2), 23rd Edition 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure, Thermotolerant Coliform Direct Test (A-1 Medium).

Quim. Elién Liliana Deza Montoya

COP N° 1328
Director Técnico

Lima, 27 de Setiembre de 2024.

Nota 1: El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.

Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de Calidad de la empresa que lo produce.

Nota 3: La(s) muestra(s) y contramuestras se mantendrán por un período de siete (7) días de emitido el presente Informe de Ensayo.

Nota 4: Toda corrección o enmienda física al presente Informe de Ensayo será emitida con "un nuevo informe que haga referencial al corregido".

Nota 5: Está prohibido la reproducción total y/o parcial del presente informe, salvo autorización escrita por LABECO Análisis Ambientales S.C.R.L.

Nota 7: Para los parámetros in situ, en matriz agua, se realizan las mediciones por duplicado y se reporta el promedio o de las mediciones.

Nota 8: LC Indica "Límite de Cuantificación".

Anexo 1: Condiciones de recepción.

LB-F-38

Av. Victor Alzamora 348, Urb. Barrio Medico
Surquillo - Lima
Teléfonos: 983 400 892
e-mail: labecoventas1@gmail.com / labecoinformes@gmail.com

2 de 2

Revisión: 12

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 034**

INFORME DE ENSAYO N° IE-189- 0666/24

Solicitante : CRUZ GARCIA WENDY ALISSON
Dirección del Solicitante : URB SANTA ZEFORA MZ E LOTE 20 -HUAYOPAMPA- AMARILIS
Atención : CRUZ GARCIA WENDY ALISSON
Proyecto : EFECTO DE LOS HONGOS DEL GENERO ASCOMYCOTA SOBRE EL TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS PROVENIENTES DE LAS CELDAS TRANSITORIAS EN EL CENTRO POBLADO DE SHAPAJILLA-LEONCIO PRADO HUÁNUCO-2024.
Lugar de Muestreo : UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO CARRETERA CENTRAL 2.6 HCO-TINGO MARIA
Tipo de Muestra : Agua Residual (Municipal)
Fecha de Monitoreo : 10/10/24
Fecha de Recepción de Muestra : 12/10/24
Fecha de Inicio de Análisis : 12/10/24
Fecha de Término de Análisis : 12/10/24
Fecha de Emisión: : 21/10/24

MEDICIONES IN SITU

Código de Cliente	COORDENADAS UTM	
	Norte	Este
T-1	8906959	0366246
T-2	8906939	0366246
T-3	8906939	0366246
T-4	8906939	0366246
T-5	8906939	0366246
T-6	8906939	0366246

AGUA RESIDUAL(INDUSTRIAL)

Código de Laboratorio	0666-1	0666-2	0666-3	Límite Detección	Unidad
Código de Cliente	T-1	T-2	T-3		
Parámetros de Campo (In Situ: Datos tomados en campo.)					
Temperatura	26.7	24.6	24.8	0,1	°C
pH	7.92	9.11	9.04	LC=0,01	Unid. pH
Conductividad Eléctrica	9550	1097	1240	---	uS/cm
Parámetro Fisicoquímico					
Sulfuros	39	30	39	0,001	mg S ²⁻ /L
DBO ₅	304	381	294	1	mg/L
DQO	1852	2327	1733	1	mg/L
Parámetros Microbiológicos					
Coliformes Fecales	1.7 x 10 ⁴	2.1x10 ⁴	1.4x10 ⁴	<1,8	NMP/100mL

DEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA
CON REGISTRO N° LE - 034**

Código de Laboratorio	0666-4	0666-5	0666-6	Limite Detección	Unidad
Código de Cliente	T-4	T-6	T-6		
Parámetros de Campo (In Situ. Datos tomados en campo.)					
Temperatura	26.0	25.5	25.0	0.1	°C
pH	9.20	9.01	10.40	LC=0,01	Unid. pH
Conductividad Eléctrica	9780	1003	989		
Parámetro Fisicoquímico					
Sulfuros	28	35	37	0,001	mg S ²⁻ /L
DBO ₅	363	395	401	1	mg/L
DQO	1971	3398	3457	1	mg/L
Parámetros Microbiológicos					
Coliformes Fecales	2.0x10 ⁴	2.4x10 ⁴	3.8x10 ⁴	<1,8	NMP/100mL

- Muestreado por el área de monitoreo según procedimiento LB-P-07: Ejecución de Muestreo de Agua.
- La fecha de muestreo es dato proporcionado por el área de monitoreo.
- Lugar y condiciones ambientales del muestreo: Indicado en el acta.
- Condición y Estado de la muestra ensayada: La muestra llegó refrigerada.
- El cliente renuncia al derecho de la dirimencia.

Método de Análisis:

Temperatura: APHA AWWA WEF 2550 B 23rd Edition 2017, Temperature, Laboratory and Field Methods.
pH: APHA AWWA-WEF Part 4506-HH, 23rd Edition 2017, pH Value, Electrometric Method.
Conductividad Eléctrica: APHA AWWA-WEF Part 2510 B, 23rd Edition, 2017 Conductivity, Laboratory Method.
Sulfuros: APHA AWWA WEF 4500- S2-G23rd Edition 2017, Sulfide, Iodometric Method.
DBO₅: APHA AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Edition 2017 Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test.
DQO: APHA AWWA-WEF Part 5220 C, D 23rd Edition 2017, Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux Colorimetric Method.
Coliformes Fecales: APHA AWWA-WEF Part 9221 E (2), 23rd Edition 2017 Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the


Quim. Ellen Lillana Deza Montoya
CQP N° 1328
Director Técnico



Lima, 21 de Octubre de 2024.

Nota 1: El presente documento sólo es válido para la(s) muestra(s) de la referencia.

Nota 2: Este resultado no debe ser utilizado como una certificación de conformidad con normas de productos "o como certificado del sistema de Calidad de la entidad que lo produce".

ENSAYO CONSTITUYE DELITO, SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

ANEXO 6

APROBACIÓN DEL PROYECTO

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO

Facultad de Ingeniería

RESOLUCIÓN N° 0956-2024-D-FI-UDH

Huánuco, 02 de mayo de 2024

Visto, el Oficio N° 278-2024-C-PAIA-FI-UDH, mediante el cual el Coordinador Académico de Ingeniería Ambiental, remite el dictamen de los jurados revisores, del Trabajo de Investigación (Tesis) titulado: "EFECTO DE LOS HONGOS DEL GÉNERO ASCOMYCOTA SOBRE EL TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS PROVENIENTES DE LAS CELDAS TRANSITORIAS EN EL CENTRO POBLADO DE SHAPAJILLA -LEONCIO PRADO HUÁNUCO-2024", presentado por el (la) Bach. Wendy Alisson CRUZ GARCIA.

CONSIDERANDO:

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

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

Que, mediante Resolución N° 698-2022-D-FI-UDH, de fecha 30 de marzo de 2022, perteneciente a la Bach. Wendy Alisson CRUZ GARCIA se le designó como ASESOR(A) al Mg. Jonathan Oscar Bonifacio Munguía, docente adscrito al Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Facultad de Ingeniería, y;

Que, según Oficio N° 278-2024-C-PAIA-FI-UDH, del Coordinador Académico quien informa que los JURADOS REVISORES del Trabajo de Investigación (Tesis) titulado: "EFECTO DE LOS HONGOS DEL GÉNERO ASCOMYCOTA SOBRE EL TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS PROVENIENTES DE LAS CELDAS TRANSITORIAS EN EL CENTRO POBLADO DE SHAPAJILLA -LEONCIO PRADO HUÁNUCO-2024", presentado por el (la) Bach. Wendy Alisson CRUZ GARCIA, integrado por los siguientes docentes: Mg. Frank Erick Camara Llanos (Presidente), Mg. Joel Gomez Penadillo (Secretario) y Elgo. Alejandro Rolando Duran Nieva (Vocal), quienes declaran APTO para ser ejecutado el Trabajo de Investigación (Tesis), y;

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

SE RESUELVE:

Artículo Primero. - APROBAR, el Trabajo de Investigación (Tesis) y su ejecución titulado: "EFECTO DE LOS HONGOS DEL GÉNERO ASCOMYCOTA SOBRE EL TRATAMIENTO DE LIXIVIADOS PROVENIENTES DE LAS CELDAS TRANSITORIAS EN EL CENTRO POBLADO DE SHAPAJILLA -LEONCIO PRADO HUÁNUCO-2024", presentado por el (la) Bach. Wendy Alisson CRUZ GARCIA, para optar el Título Profesional de Ingeniero(a) Ambiental, del Programa Académico de Ingeniería Ambiental de la Universidad de Huánuco.

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

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería
Ing. Elgo. Jonathan Munguía Lozano
SECRETARIO DOCENTE



UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO
Facultad de Ingeniería
Mg. Bertha Camacho Ruiz
DECANA DE INGENIERIA

Distribución

Pa. de Ingeniería - PAIA - Asesor - Rsp. Coordinador - Informador - Archivos
DCH/UDH/udh

ANEXO 7

APROBACIÓN DEL PROYECTO

UNIVERSIDAD DE HUÁNUCO *Facultad de Ingeniería*

RESOLUCIÓN N° 698-2022-D-FI-UDH

Huánuco, 30 de marzo de 2022

Visto, el Oficio N° 284-2022-C-PAIA-FI-UDH presentado por el Coordinador del Programa Académico de Ingeniería Ambiental y el Expediente N° 340663-0000001174, de la Bach. Wendy Alisson CRUZ GARCIA, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar el trabajo de investigación (Tesis).

CONSIDERANDO:

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

Que, según el Expediente N° 340663-0000001174, presentado por el (la) Bach. Wendy Alisson CRUZ GARCIA, quien solicita Asesor de Tesis, para desarrollar su trabajo de investigación (Tesis), el mismo que propone al Mg. Jonathan Oscar Bonifacio Munguía, como Asesor de Tesis, y;

Que, según lo dispuesto en el Capítulo II, Art. 27º y 28º del Reglamento General de Grados y Títulos de la Universidad de Huánuco vigente, es procedente atender lo solicitado, y;

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

SE RESUELVE:

Artículo Primero.- DESIGNAR, como Asesor de Tesis de la Bach. Wendy Alisson CRUZ GARCIA, al Mg. Jonathan Oscar Bonifacio Munguía, Docente del Programa Académico de Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería.

Artículo Segundo.- El interesado tendrá un plazo máximo de 6 meses para solicitar revisión del Trabajo de Investigación (Tesis). En todo caso deberá reiniciar el trámite.

REGÍSTRESE, COMUNÍQUESE Y ARCHÍVESE



ANEXO 8

PANEL FOTOGRÁFICO

Muestra de hongo

Se puede observar el ingreso a la poza de control I de las celdas transitorias para extraer la muestra de hongo *ASCOMYCOTA*, ubicado en Shapajilla-Tingo María.



Se observa la visita a la piscina de lixiviados, junto a los jurados para sacar la muestra de hongo *ASCOMYCOTA*.



Se puede observar la muestra de hongo *ASCOMYCOTA* extraída y la foto final del jurado en la poza de control N° 01.



Muestra inicial

Se puede observar la homogenización del lixiviado en laboratorio para evaluar los parámetros (temperatura, conductividad eléctrica y pH).



Se observa recipientes para enviar a analizar muestra inicial y baldes para las 6 muestras a trabajar.



Se observa distribución de lixiviados en cada balde y se añadió diferentes cantidades de hongo *ASCOMYCOTA*.



Primera semana

FOTO 12,13,14,15,16: En esta primera semana se realizó el seguimiento y la evaluación de los parámetros tales como conductividad eléctrica, pH y temperatura de cada una de las muestras.







Segunda semana

En esta segunda semana se continuo con el seguimiento y la evaluación de los parámetros tales como conductividad eléctrica, pH y temperatura de cada una de las muestras.



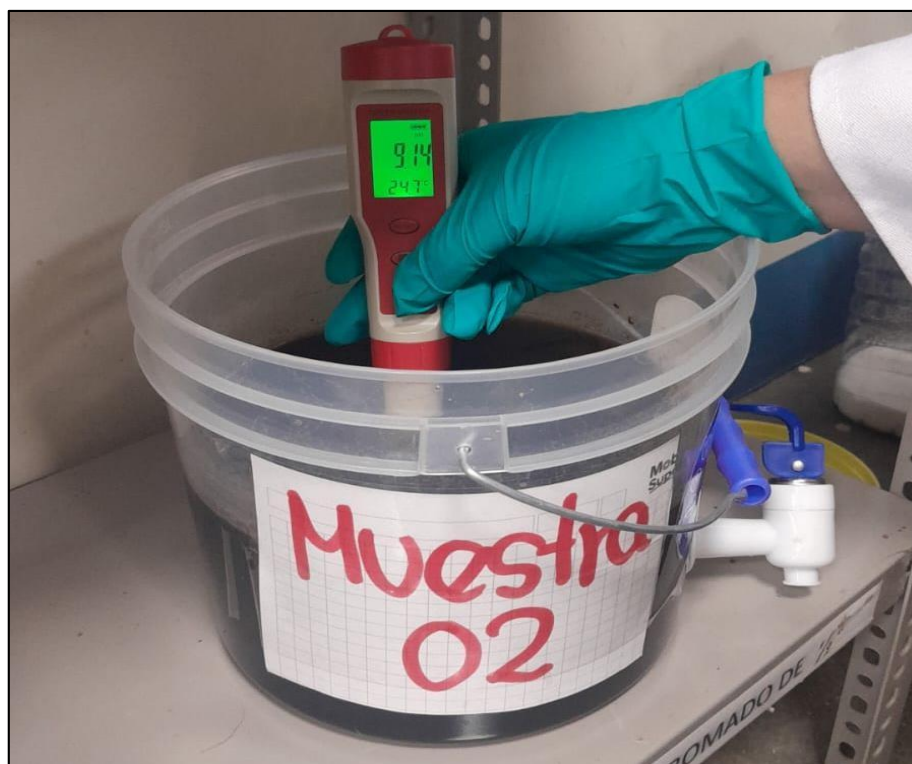


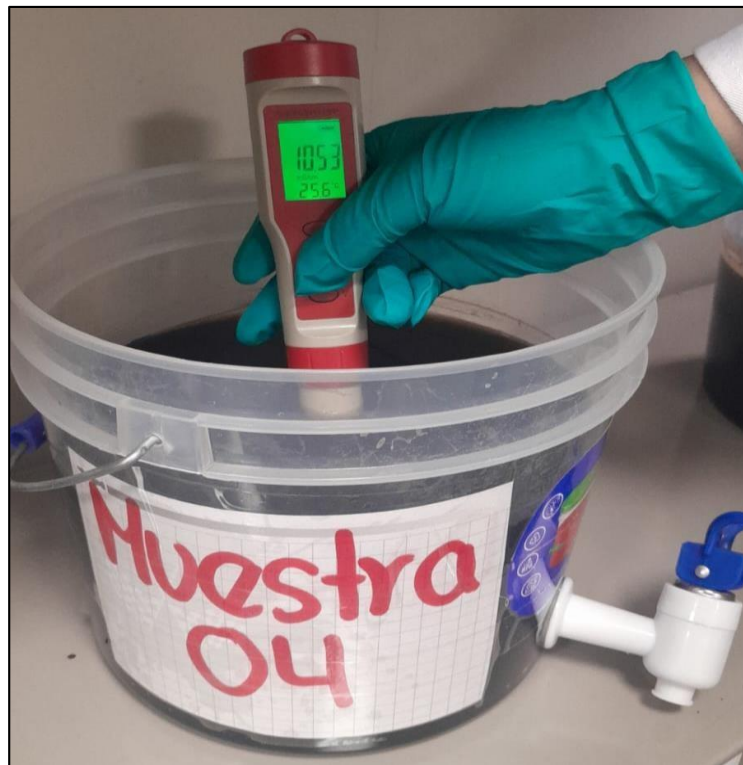


Tercera semana

En esta tercera semana se continuo con el seguimiento y la evaluación de los parámetros tales como conductividad eléctrica, pH y temperatura de cada una de las muestras se pueden observar que ya están creciendo los hongos.



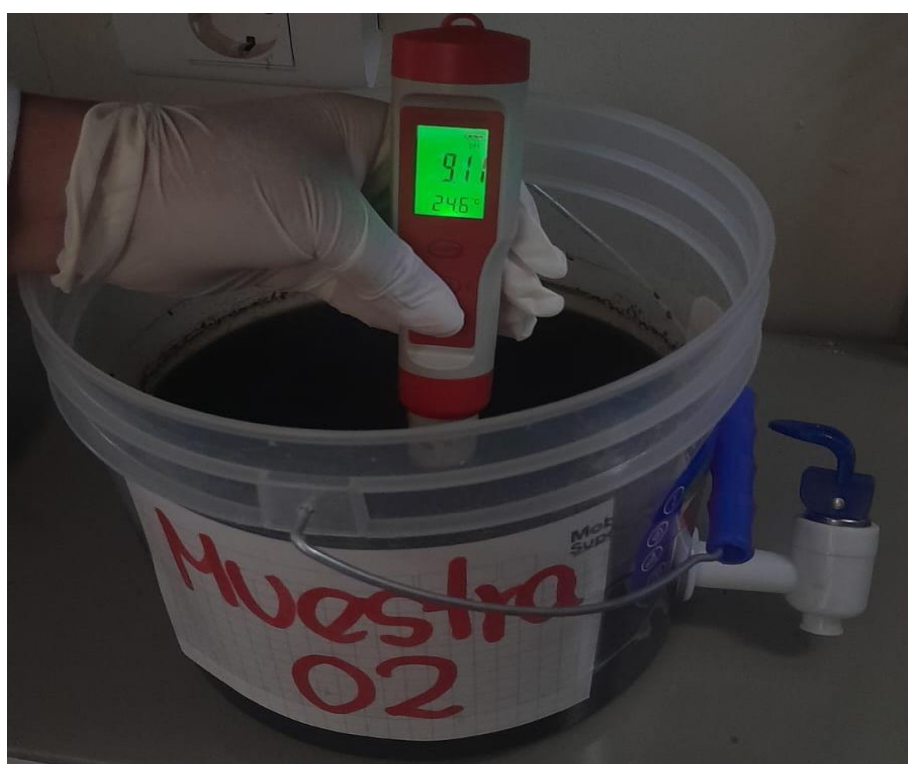




Cuarta semana

En esta cuarta semana se continuo con el seguimiento y la evaluación de los parámetros tales como conductividad eléctrica, pH y temperatura de cada una de las muestras se pueden observar el desarrollo de los hongos.







Semana final

En esta quinta y última semana se realizó la evaluación de los parámetros (temperatura, conductividad eléctrica y pH), se colocó en frascos cada muestra para realizar el análisis final.





