



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Potencial del hongo basidiomiceto (*Trametes Versicolor*) para
reducción de carga contaminante en aguas residuales de un centro
de salud, Cusco 2023.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Condori Aguilar, Lessly Esthefany (orcid.org/0000-0003-3275-9663)

Perez Garcia, Jose Luis (orcid.org/0000-0003-2963-4712)

ASESOR:

Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom (orcid.org/0000-0002-0803-1261)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

LIMA - PERÚ

2023

DEDICATORIA

Queremos dedicar este logro a todas las personas que han sido parte fundamental en nuestro camino hacia la culminación de esta tesis.

A nuestros padres, cuyo apoyo constante han sido nuestra mayor motivación. Gracias por creer en nosotros y por ser nuestros guías en cada paso que he dado. Su sacrificio y ejemplo de perseverancia son un motor constante en nuestra vida.

A nuestro tutor, cuyo conocimiento, orientación y paciencia han sido fundamentales en el desarrollo de esta investigación. Su guía experta y sus consejos valiosos nos han permitido crecer académicamente y superar obstáculos.

Finalmente, dedicamos este logro a todas las personas que nos han inspirado a creer en nosotros y a perseguir nuestros sueños sin importar las dificultades. Vuestra confianza en nuestra capacidad ha sido un motor constante.

Gracias a todos aquellos que, de una u otra forma, han formado parte de este camino hacia la culminación de nuestra tesis. Su apoyo incondicional y su presencia han hecho posible este logro. Sin ustedes, nada de esto sería posible.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a la Universidad Cesar Vallejo por la oportunidad de optar el título de Ingeniero Ambiental y a nuestro asesor Dr. Yimi Tom Lozano Sulca por su paciente orientación en la elaboración de esta investigación.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, LOZANO SULCA YIMI TOM, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - LIMA NORTE, asesor de Tesis titulada: "Potencial del hongo basidiomiceto (*Trametes versicolor*) para reducción de carga contaminante en aguas residuales de un centro de salud, Cusco 2023.", cuyos autores son CONDORI AGUILAR LESSLY ESTHEFANY, PEREZ GARCIA JOSE LUIS, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 11.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

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

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

LIMA, 04 de Diciembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
LOZANO SULCA YIMI TOM DNI: 41134872 ORCID: 0000-0002-0803-1261	Firmado electrónicamente por: YTLOZANOS el 04- 12-2023 17:57:36

Código documento Trilce: TRI - 0681792





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, CONDORI AGUILAR LESSLY ESTHEFANY, PEREZ GARCIA JOSE LUIS estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC LIMA NORTE, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Potencial del hongo basidiomiceto (Trametes versicolor) para reducción de carga contaminante en aguas residuales de un centro de salud, Cusco 2023.", es de nuestra autoría, por lo tanto, declaramos que la Tesis:

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

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

Nombres y Apellidos	Firma
JOSE LUIS PEREZ GARCIA DNI: 76083055 ORCID: 0000-0003-2963-4712	Firmado electrónicamente por: JOPEREZGAU01 el 0412-2023 10:08:56
LESSLY ESTHEFANY CONDORI AGUILAR DNI: 70318247 ORCID: 0000-0003-3275-9663	Firmado electrónicamente por: LECONDORIAG el 0412-2023 10:08:31

Código documento Trilce: TRI - 0681795

Índice de contenidos

CARÁTULA	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO	iii
Declaratoria de Autenticidad del Asesor.....	iv
Declaratoria de Originalidad de los Autores.....	v
Índice de tablas:	vii
Índice de figuras:.....	vii
RESUMEN	viii
ABSTRACT	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO	5
III. METODOLOGÍA	18
3.1. Tipo y diseño de investigación	18
3.1.1. Tipo de investigación	18
3.1.2. Diseño de investigación.....	18
3.2. Variables y operacionalización.....	19
3.3. Población	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos	20
3.5. Procedimientos	21
3.5.1. Evaluación de la concentración inicial de contaminantes.....	21
3.5.2. Tratamiento en el sistema de biodiscos.....	23
3.5.3. Diagrama de análisis de procesos para tratamiento del agua residual hospitalaria en el sistema de biodiscos.....	25
3.6. Método de análisis de datos	25
3.7. Aspectos éticos.....	26
IV. RESULTADOS.....	27
V. DISCUSIONES	51
VI. CONCLUSIONES	52
VII. RECOMENDACIONES.....	53
REFERENCIAS.....	54
ANEXOS	60

Índice de tablas:

<i>Tabla 1: Taxonomía del hongo Trametes Versicolor.</i>	17
<i>Tabla 2: Fichas aplicadas (instrumentos)</i>	20
<i>Tabla 3: Punto de muestreo T-0.</i>	21
<i>Tabla 4: Parámetros evaluados.</i>	22
<i>Tabla 5: Características fisicoquímicas en el medio de desarrollo.</i>	27
<i>Tabla 6: Eficiencia de remoción de parámetros fisicoquímicos y biológicos en T-1, T-2 y T-3.</i>	45
<i>Tabla 7: Estadística descriptiva de la desviación estándar por grupos.</i>	47
<i>Tabla 8: Tabla de varianza ANOVA</i>	49
<i>Tabla 9: Prueba Tukey para determinar el mejor tratamiento.</i>	50

Índice de figuras:

<i>Figura 1: Diseño del sistema de biodiscos inoculados con T. versicolor</i>	24
<i>Figura 2: Diagrama de análisis de procesos (DAP)</i>	25
<i>Figura 3: Comparación entre los VMA y DBO5 inicial.</i>	28
<i>Figura 4: Comparación entre los VMA y DQO inicial.</i>	28
<i>Figura 5. Comparación entre valor inicial de aceites y grasas y los VMA.</i>	29
<i>Figura 6. Comparación entre los VMA y SST inicial.</i>	30
<i>Figura 7: Comparación inicial entre SDT y los VMA.</i>	31
<i>Figura 8: Comparación inicial entre SS y los VMA.</i>	31
<i>Figura 9: Comparación entre los VMA y concentración inicial de aluminio.</i>	33
<i>Figura 10: Comparación entre los VMA y concentración inicial de boro.</i>	34
<i>Figura 11: Comparación entre VMA y concentración inicial de zinc.</i>	35
<i>Figura 12: Variación de pH respecto al tiempo de exposición</i>	36
<i>Figura 13: Variación de DBO5 respecto al tiempo de exposición.</i>	37
<i>Figura 14: Variación de DQO respecto al tiempo de exposición.</i>	38
<i>Figura 15: Variación de SST respecto al tiempo de exposición.</i>	39
<i>Figura 16: Variación de aceites y grasas respecto al tiempo de exposición.</i>	40
<i>Figura 17: Variación de STD respecto al tiempo de exposición.</i>	41
<i>Figura 18: Variación de SS respecto al tiempo de exposición.</i>	42
<i>Figura 19: Variación de aluminio respecto al tiempo de exposición.</i>	43
<i>Figura 20: Variación de boro respecto al tiempo de exposición.</i>	44
<i>Figura 21: Variación de zinc respecto al tiempo de exposición.</i>	45
<i>Figura 22: Eficiencia alcanzada en los tratamientos</i>	46

RESUMEN

La investigación se centra en aprovechar el potencial del hongo *Trametes versicolor* para reducir la presencia de agentes contaminantes en aguas de desecho provenientes de un centro de salud en Cusco en 2023. Se empleó un enfoque cuasi experimental utilizando biodiscos inoculados con *Trametes versicolor*. La muestra consistió en 30 litros de agua residual hospitalaria, tratada en diferentes intervalos y velocidades (24 horas / 6 rpm, 48 horas / 4 rpm y 72 horas / 2 rpm). Se validaron fichas de registro con expertos en el campo. Los resultados indicaron que los contaminantes iniciales estaban por debajo de los VMA. Después del tratamiento, se observó una mayor eliminación de contaminantes con una retención de 72 horas a 2 rpm. Los porcentajes de eliminación fueron notables: DBO5 (97.11%), DQO (11.32%), SST (93.04%), aceites y grasas (96.67%), STD (6.73%), SS (97.14%), aluminio (62.92%), boro (88.24%) y zinc (95.56%). En resumen, los biodiscos con *Trametes versicolor* lograron una eficiencia del 65.05% en la erradicación de sustancias contaminantes existentes en las aguas de desecho del centro de salud en Quiquijana. Esta investigación resalta la capacidad de este enfoque para reducir la carga contaminante en aguas residuales hospitalarias, lo que tiene implicaciones importantes para la gestión ambiental y la salud pública.

Palabras clave: *Trametes versicolor*, aguas residuales, biodiscos, remoción.

ABSTRACT

The research focuses on harnessing the potential of the *Trametes versicolor* fungus to reduce pollution in the wastewater of a healthcare center in Cusco in 2023. A quasi-experimental approach was employed using biodiscs inoculated with *Trametes versicolor*. The sample consisted of 30 liters of hospital wastewater, treated at different intervals and speeds (24 hours/6 rpm, 48 hours/4 rpm, and 72 hours/2 rpm). Record sheets were validated with experts in the field. The results indicated that initial pollutants were below the VMA. Following the treatment, a higher removal of pollutants was observed with a retention of 72 hours at 2 rpm. The elimination percentages were noteworthy: DBO5 (97.11%), DQO (11.32%), TSS (93.04%), oils and fats (96.67%), STD (6.73%), SS (97.14%), aluminum (62.92%), boron (88.24%), and zinc (95.56%). In summary, the biodiscs with *Trametes versicolor* achieved an efficiency of 65.05% in removing contaminants present in the wastewater of the healthcare center in Quiquijana. This research highlights the ability of this approach to reduce pollutant load in hospital wastewater, with significant implications for environmental management and public health.

Keywords: *Trametes versicolor*, wastewater, biodiscs, removal.

I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la correcta gestión de los desechos hospitalarios ha adquirido mayor relevancia a raíz de su influencia en el entorno natural y en el bienestar de la población. Entre estos residuos, el agua residual hospitalaria se destaca por su contenido altamente contaminante, compuesto por una amplia gama de sustancias químicas, patógenos y demás compuestos. La gestión inadecuada de este tipo de agua puede tener consecuencias negativas significativas, ya que su descarga sin tratar puede contaminar cuerpos hídricos superficiales y subterráneos, comprometiendo los ecosistemas acuáticos y amenazando la salud humana “Los hospitales consumen una cantidad significativa de agua diariamente, creando un exceso correspondiente de agua que contiene patógenos, medicamentos no metabolizados, sustancias tóxicas, etc, que pueden influir en la condición del agua y representar una amenaza para la salud humana.” (Rodríguez- Mozaz, S, et al. 2016. p, 91–97.) “Muchas comunidades se ven afectadas por los químicos contenidos en los egresos hospitalarios, los cuales presentan serios riesgos para la salud debido a que estas aguas contienen sustancias peligrosas, la mayoría de los hospitales descargan sus aguas residuales sin pretratamiento, la descarga de estas aguas residuales hospitalarias puede provocar la propagación de enfermedades. Si el virus se detecta durante el proceso de caracterización, es posible evitar su propagación a través del sistema de suministro de agua, lo que puede generar un efecto importante en el medio ambiente.” (Aguilar, S. 2018. p, 37–42.) “Los resultados perjudiciales de medicamentos y desinfectantes sobre los organismos acuáticos son ahora bien conocidos. Muchas de estas sustancias se pueden encontrar en las aguas servidas generadas en entornos hospitalarios, lo que puede amenazar el equilibrio biológico natural de los ecosistemas acuáticos.” (Magdaleno, A. 2012, p, 14–24.) “La biorremediación y el trabajo con enzimas lignodegradantes representan una oportunidad importante para los avances tecnológicos en el tratamiento del agua, ya que estos hongos pueden degradar muchos medicamentos, por lo que pueden hacerlo con muchos tipos de partículas

contaminantes.” (Lobos, C. 2020. p, 59).

T. versicolor se considera un hongo de pudrición blanca beneficioso para el medio ambiente, la enzima que produce se ha utilizado en el tratamiento bioquímico de biomasa lignocelulósica, el tratamiento de aguas residuales contaminadas utilizando procesos biológicos, productos farmacéuticos y la descomposición de hidrocarburos atmosféricos. (Nguyen, B., et al. 2021, p. 1–7). Los hongos producen muchas enzimas, como la lacasa y la peroxidasa, que pueden descomponer los materiales que contienen componentes básicos cíclicos, como la lignina (un heteropolímero de ácidos fenólicos). Los hongos también tienen excelentes propiedades de biosorción, y la combinación de taxonomía fúngica y propiedades metabólicas se puede utilizar para tratar aguas residuales farmacéuticas con diversas impurezas. (Bernats, M., et al. 2018, p. 743–750).

Por lo tanto, se formula el problema general: **PG:** ¿Cómo utilizar el potencial de trametes versicolor para reducir la carga contaminante en aguas residuales de un centro de salud en Cusco en el año 2023? Seguidamente se establecieron los problemas específicos:

PE1: ¿Cómo evaluar la eficacia del hongo Trametes versicolor en la reducción de carga orgánica y físico-química presentes en las aguas residuales del centro de salud? **PE2:** ¿Cómo monitorear la eficacia del tratamiento de las aguas residuales utilizando el hongo Trametes versicolor en el centro de salud?

PE3: ¿Cómo evaluar la factibilidad técnica y económica del uso del hongo Trametes versicolor como alternativa de tratamiento de aguas residuales en el centro de salud de Cusco en el año 2023?

Establecido los problemas de la investigación se establece las siguientes justificaciones:

Justificación teórica. - Procura aportar a los futuros estudios científicos que busquen investigar una manera biológica para tratar agua residual hospitalaria, y cómo esto puede ayudar de manera considerable al medio ambiente.

Justificación social. - También se tiene fundamento social, ya que quien causa la problemática mencionada es la carga contaminante presente en las aguas, la cual al ser tratada evitara la morbilidad y la aparición de

enfermedades diarreicas, así como la disentería.

Justificación ambiental. - Sabiendo que los contaminantes impactan en suelo, agua y aire nos enfocamos en el tratamiento de aguas queriendo demostrar que el hongo *Trametes versicolor* puede degradar una amplia variedad de sustancias contaminantes en sistemas de tratamiento biológico, lo que lo transforma en una opción prometedora para el proceso de depuración de aguas servidas de origen hospitalarias.

Justificación práctica. – Se fundamenta en la urgencia de salvaguardar la sanidad pública y el entorno natural, fomentar la adopción de enfoques sustentables y elevar la administración medioambiental del centro de salud.

Posteriormente, se formula el objetivo general: **OG:** Evaluar el potencial del hongo *Trametes versicolor* para reducir la carga contaminante en aguas residuales de un centro de salud en Cusco en el año 2023:

OE1: Determinar la eficacia del hongo *Trametes versicolor* en la reducción de los parámetros orgánicos y físico-químicos presentes en las aguas residuales del centro de salud.

OE2: Analizar la capacidad del hongo *trametes versicolor* para reducir la carga contaminante de los metales pesados presentes en aguas residuales del centro de salud.

OE3: Evaluar la posibilidad de utilizar el hongo *trametes versicolor* como alternativa de tratamiento de aguas residuales en el centro de salud, mediante la evaluación de su viabilidad técnica y económica.

Últimamente, se formula la hipótesis general: **HG:** El uso del hongo *trametes versicolor* en el tratamiento de aguas residuales del centro de salud cusco en el año 2023 puede ser efectivo en la reducción de contaminantes presentes en las aguas residuales. A continuación, se establecieron las hipótesis específicas:

HE1: La acción enzimática del hongo *Trametes versicolor* puede degradar los contaminantes orgánicos y físico-químicos presentes en las aguas residuales del centro de salud. **HE2:** El hongo *trametes versicolor* es capaz de absorber y reducir la cantidad de metales pesados presentes en las aguas residuales del centro de salud.

HE3: El uso del hongo *trametes versicolor* como tratamiento de aguas

residuales en el centro de salud puede resultar en una disminución significativa de la carga contaminante y en una opción económica y respetuosa con el medio natural.

II. MARCO TEÓRICO

Hernández, et al. (2020), el propósito principal de esta investigación consistió en examinar diversas variedades de hongos, entre ellos *Trametes Versicolor* con el fin de abordar la purificación de aguas residuales que contenían trifenilmetano y colorantes azoicos; el enfoque cuasiexperimental que utilizaron fue cuantitativo, seleccionaron las cepas y evaluaron su potencial para producir enzimas ligninolíticas al utilizar sustratos inductores y mezclas de colorantes. También se evaluó la capacidad de los consorcios de hongos/bacterias para disminuir los niveles de color y la DQO en un corto período de tiempo, y los resultados pudieron reducir significativamente el color y los niveles de DBO en un corto período de tiempo. Se observó una interacción positiva y un incremento en las comunidades microbianas de hongos y bacterias, así como en la producción de enzimas, en conclusión, los hongos evaluados podrían ser útiles en las PTAR para mejorar la remoción de contaminantes con baja biodegradabilidad. El uso de consorcios fúngicos/bacterianos podría ser una alternativa eficaz y rápida para el tratamiento de residuos líquidos que contengan trifenilmetano y colorantes azoicos. Esta cita es importante porque nos permite conocer cómo se pueden utilizar los consorcios fúngicos/bacterianos en las PTARs para mejorar su eficiencia en la remoción de contaminantes. (p. 2-5).

MirTutusaus, et al. (2019), en esta investigación, el propósito consiste en analizar la efectividad de un enfoque de tratamiento fúngico de podredumbre blanca para eliminar compuestos farmacéuticamente activos en aguas residuales hospitalarias. El estudio utilizó un biorreactor de lecho fluidizado aireado que retiene biomasa para tratar aguas residuales hospitalarias no estériles durante 91 días. El tiempo de retención hidráulica fue de 3 días donde se renovó parcialmente la biomasa para evitar el envejecimiento, dando como resultado un tiempo de retención de 21 días. Se evaluó la evolución de la comunidad microbiana y la abundancia de *Trametes Versicolor*. Finalmente, el tratamiento fúngico logró mantener una eliminación promedio de más del 70% de la carga farmacéutica mientras el hongo se mantuvo activo y

predominante, en conclusión, el estudio demostró que el tratamiento fúngico de la podredumbre blanca es una opción viable para la eliminación de la carga farmacéutica. Además, el estudio también demostró la viabilidad de la operación fúngica continua a largo plazo en un biorreactor de lecho fluidizado pulsado por aire. Esta información es crucial porque demuestra el potencial del uso de este tratamiento fúngico como componente de un sistema completo destinado al tratamiento de aguas servidas hospitalarias. (p. 2-10).

Bernards, et al. (2018), este estudio tuvo como objetivo examinar la eficacia de un biorreactor fúngico de tratamiento continuo *Trametes versicolor* para la eliminación de fenoles añadidos de aguas residuales farmacéuticas no estériles. Este estudio es de enfoque cuasi-experimental cuantitativo, se evaluó la eliminación de fenoles y la eficacia del tratamiento midiendo la tasa de crecimiento de enzimas fúngicas y biosorción, dando como resultado que los hongos en reactor estéril fueron medianamente efectivos en la eliminación de fenoles (40 % en siete días), pero los microbios nativos de aguas residuales en condiciones óptimas para hongos fueron más efectivos (90 %, en flujo discontinuo continuo). La adición del hongo en modo de flujo continuo fue una forma de mitigar las altas cargas de fenoles (hasta 400 mg/L), tanto por enzimas fúngicas como por biosorción, en conclusión, el estudio confirma que los hongos son efectivos en la purificación de aguas residuales farmacéuticas de alta concentración y que estas son más efectivas que las bacterias para eliminar compuestos orgánicos como los fenoles, la adición de *Trametes versicolor* en modo de flujo continuo es una estrategia para la eliminación de aguas residuales farmacéuticas de alta concentración. Esta cita es importante porque demuestra la eficacia de los hongos para la depuración de aguas residuales. Lo cual es relevante porque las aguas residuales farmacéuticas son un problema creciente en la actualidad debido al incremento en el consumo de medicamentos y su impacto ambiental. (p. 2-8).

Torán, et al. (2018), se investigó la inmovilización de *Trametes versicolor* sobre diferentes soportes lignocelulósicos como estrategia para asegurar la supervivencia del hongo en condiciones de tratamiento continuo.

Utilizaron reactores de lecho fluidizado y reactores de lecho empacado para eliminar el ibuprofeno, el ketoprofeno y el naproxeno. *Coriolus versicolor* está unido a un árbol de palets. Los mejores resultados se obtuvieron utilizando un reactor de lecho fluidizado operado durante 49 días con un alto valor de remoción en aguas residuales de un hospital real. El método que utilizaron fue cuasi-experimental y cuantitativo; concluyeron que la inmovilización de *versicolor* sobre madera es una buena estrategia para asegurar la supervivencia del hongo en el tratamiento del SCA. Se operó con éxito un biorreactor de lecho empacado con *Coriolus versicolor* inmovilizado en madera durante 49 días para eliminar el ibuprofeno, el ketoprofeno y el naproxeno de los HWW floculados. Este sistema combinó diferentes estrategias, inmovilización sobre soportes lignocelulósicos, control de pH y pretratamiento por coagulación y floculación, para lograr una buena remoción sin problemas operativos (p. 966-974).

Jaén-Gil, et al. (2018), estudiaron la degradación, transformación y adsorción de metoprolol (MTP) y su principal metabolito ácido metoprolol (MTPA) por tres hongos (*Ganoderma lucidum*, *Yunzhi* y hongo ostra) en aguas residuales. El método que utilizaron fue cuasi-experimental y cuantitativo. Los experimentos de eliminación de MTP y MTPA realizados en matraces Erlenmeyer de 250 ml durante 15 días dieron como resultado una eliminación parcial de metoprolol alcanzando un 51% en *Ganoderma lucidum* y un 49% en *T. versicolor* y un 17% en *P. otreatus*. Ya que la eliminación del ácido metoprolol fue mayor, 77% en aguas tratadas con *Ganoderma lucidum* y 54% tras tratamiento con *T. versicolor* a 35% *P. otreatus*. Se detectaron un total de 14 productos de transformación resultantes de la biodegradación de MTP, de los cuales se identificaron 5 como resultado también de la biotransformación de MTPA. La máxima eficiencia se logra usando *G. Ganoderma lucidum* eliminó 51% y 77% de MTP y MTPA, respectivamente (después de 15 días de tratamiento), por lo que este hongo también fue seleccionado para el tratamiento con RP en un biorreactor aerobio de lecho fluidizado. (p. 1-9).

Dalecka, et al. (2021), evaluaron los efectos biomejoradores de *T. versicolor* y *A. luchuensis* para eliminar productos farmacéuticos como

diclofenaco, ketoprofeno, carbamasa de pino, ibuprofeno, sulfametoxazol y metoprolol de las aguas residuales municipales, así como para eliminar el amonio (NH_4N), nitrato (NO_3N), nitrito (NO_2N), fosfato ($\text{PO}_4 - 3\text{P}$), carbono orgánico total (COT) y microorganismos totales, se utilizó un método de ensayo cuantitativo, en un biorreactor granular fúngico de lecho fluidizado, constituido por cinco columnas, se encontró que la biointensificación fúngica tiene un efecto sobre el agotamiento de nutrientes en biorreactores laminares. ebullición granular. La interrupción del tratamiento con diclofenaco, carbamazepina y sulfametoxazol no mostró un efecto significativo sobre el aclaramiento en comparación con los controles, mientras que *T. versicolor* y *A. luchuensis* tuvieron el aclaramiento más alto (>90 %) para ibuprofeno, ketoprofeno y metoprolol. con la adición intermitente de 50 g de biomasa después de 3 h de incubación. El análisis de datos sugiere que *A. luchuensis* puede ser un buen candidato para la eliminación del fármaco. (p. 2-10).

Michalska, et al. (2021) recopiló información sobre la singularidad del reino fúngico y las características que permiten que los hongos superen a las bacterias en la descomposición de los contaminantes. Utilizándolos para la depuración de aguas residuales industriales, lixiviados, contaminantes orgánicos recalcitrantes y metales pesados. Utilizaron un enfoque cualitativo de tipo descriptivo, además, proponen algunas estrategias para tratar la contaminación bacteriana en los tratamientos donde se trabajan hongos, siendo estas: desinfección de efluentes por medio de ozono, operar el sistema con un pH bajo y ácido, aplicar un método de coagulación o usando un proceso de floculación antes del uso de hongos para la depuración de aguas residuales, este tratamiento se identificó como una alternativa viable o complemento a los sistemas bacterianos utilizados actualmente, ya que no solo eliminan los contaminantes orgánicos e inorgánicos, sino También reciclamos biomasa celular con alta. potencial de recuperación. Se deben abordar algunos de los principales obstáculos para una implementación exitosa en el futuro, incluida la nutrición del sistema, la estabilidad y la actividad de las enzimas, la alta TRH requerida y la contaminación bacteriana. (p. 2-17).

Mir-Tutusaus, et al. (2018), se centran en la investigación de reactores de lecho fluidizado de aire pulsado con *T. versicolor* a partir de la morfología de los hongos, los gránulos fúngicos y su tamaño, utilizando un enfoque cuantitativo de tipo experimental. Para lo cual, primero se cultivó *T. versicolor* en malta al 2% a 25°C y posteriormente se inocularon 4ml y 20ml de la suspensión final en 2lt de medio definido en un recipiente estéril fluidizado con aire pulsado, una vez inoculado. hongo se procedió a trasladarlos al biorreactor con RP previamente tratado y enriquecido con ketoprofeno, ibuprofeno y naproxeno hasta una concentración de 10mg/l de cada compuesto. El biorreactor operó continuamente durante 3 días y en matraces de 250 ml de volumen que albergan 50 ml del medio, los matraces se incubaron a 25 °C con agitación orbital. Evalúe el tamaño de partícula, la aireación y la relación C/N en cinco tratamientos consecutivos durante 21 días. Se encontró que el tamaño de partícula óptimo era de 2 mm y se requería un flujo de aire de 0,8 L/min para mantener la viabilidad fúngica. Se llegó a la conclusión de que los reactores tipo hongo podrían eliminar eficazmente los contaminantes y producir aguas residuales no tóxicas, pero aún no se ha demostrado su capacidad para operar en aguas residuales de hospitales reales a largo plazo. La elección de una proporción de carbono a nitrógeno de 7,5 reduce el ciclo de producción de gránulos de 6 días a la mitad, a 3 días.

Naghdi et al. (2018), el propósito de este estudio es considerar la efectividad de las enzimas lignolíticas para eliminar phac del medio acuático, utilizaron un método cualitativo con el diseño de descripción para comparar hongos y enzimas intracelulares y sus enzimas extracelulares. Son, que son, que son, utilizados para manejar microondas, así como el impacto de las condiciones de trabajo en la eliminación efectiva. Se concluye que el método de tratamiento totalmente tratado muestra el excelente rendimiento de muchos compuestos a partir de las actividades coherentes de las enzimas intracelulares y extracelulares junto con la absorción en la biomasa de los hongos, a pesar de que, en estos sistemas, las enzimas lavan y proporcionan varios nutrientes para mantener los hongos. actividad, aumentar la carga orgánica de las últimas aguas residuales. (p. 2-19).

Molina, R. et al (2022), sugieren la inmovilización de *Trametes versicolor* en contactores biológicos rotativos a escala de banco para tratar aguas residuales urbanas y resolver los problemas asociados con los métodos empleados para la depuración de agua basada en hongos de pudrición blanca, lo que permite su implementación en instalaciones a gran escala. Utilizando una metodología cuantitativa cuasiexperimental, evaluaron la capacidad de este sistema para reducir la carga de carbono orgánico total y eliminar microcontaminantes farmacéuticos en aguas residuales urbanas sin necesidad de agregar sustratos complementarios, reinoculación parcial de hongos frescos o uso de tiempos prolongados de retención hidráulica. Los resultados demostraron que el uso de *Trametes versicolor* inmovilizado en contactores biológicos rotativos es efectivo para tratar diferentes aguas residuales urbanas y mejorar la eliminación de microcontaminantes farmacéuticos a través de promotores de biooxidación avanzados. Esta técnica reduce la carga orgánica en un amplio rango de relaciones C:N y C:P, con adición limitada de sustratos y solo un día de retención hidráulica, como resultado, es una opción factible para el tratamiento de aguas residuales urbanas. (p. 3-8).

Colina, et al. (2021), el estudio midió los niveles de nueve medicamentos en los efluentes de tres hospitales de carácter privado en México y evaluó qué tan bien se manejaron estos medicamentos en las plantas de tratamiento de aguas residuales. Se utilizó un diseño cuasi-experimental y métodos cuantitativos. La concentración máxima media de cada fármaco se calculó utilizando cromatografía líquida de alta resolución en conjunto con espectrometría de masas y pruebas fisicoquímicas. El resultado mostró cantidades reducidas de varios medicamentos en el agua tratada y la presencia de medicamentos previamente no documentados en las aguas residuales de los hospitales mexicanos. Como conclusión, es importante destacar la necesidad de medidas para reducir la aparición de nuevos microcontaminantes en las aguas residuales hospitalarias y la relevancia de la legislación, la innovación tecnológica y la vigilancia en la gestión del entorno hospitalario. Dado que las aguas residuales hospitalarias provocan la formación de microcontaminantes en el agua, este acuerdo es importante porque

permite cuantificar la existencia de fármacos en las aguas residuales hospitalarias. Además, si se encuentran fármacos presentes en los efluentes de hospitales, el ecosistema y la salud pueden verse afectados (p.1)

Tormo et al. (2021), evaluaron la eficacia del uso de hongos de podredumbre blanca, específicamente *Trametes versicolor*, para tratar aguas residuales de hospitales reales y sintéticas para determinar su capacidad para eliminar compuestos farmacéuticos. Tiene un enfoque cuantitativo y es de tipo experimental; Se utilizaron dos biorreactores, uno de tanque agitado (STB) y otro de lecho percolador (TBB). La biomasa fúngica se inmovilizó sobre cascarilla de arroz y se evaluó la eliminación de 16 fármacos. Se realizaron pruebas de toxicidad aguda con *Daphnia magna* y el índice de germinación con *Lactuca sativa* para evaluar la toxicidad de las aguas. Los resultados mostraron que ambos biorreactores fueron efectivos. El biorreactor STB eliminó el 95,7 % de los medicamentos en las aguas residuales sintéticas y el 85,0 % en las aguas residuales hospitalarias reales. El biorreactor TBB logró una eliminación del 88,6 % y del 89,8 % en aguas residuales sintéticas y reales, respectivamente, atribuyéndose la mayor eliminación a la adsorción de biomasa en el lecho. Las pruebas toxicológicas demostraron que el tratamiento en el TBB redujo la nocividad de las aguas residuales hospitalarias, en conclusión, la inmovilización de hongos en sustratos lignocelulósicos, específicamente en un biorreactor de lecho percolador, es una tecnología eficaz en la degradación de sustancias farmacéuticas de las aguas de desecho de instalaciones hospitalarias. El biorreactor STB fue eficaz en la eliminación de fármacos, pero aumentó la toxicidad de las aguas. Por lo tanto, la eliminación de compuestos farmacéuticos debe abordarse junto con la reducción de peligrosidad de las aguas servidas. Esta cita es importante porque nos brinda alternativas para desarrollar estrategias más efectivas y sostenibles del proceso de purificación de aguas residuales hospitalarias y en general, para elevar su calidad y salvaguardar el equilibrio natural y la calidad de vida de las personas. (p. 2-12).

Nuestro estudio consiste en evaluar la eficiencia del hongo (cola de pato)

Trametes versicolor con la intención de disminuir la presencia de agentes contaminantes en las aguas hospitalarias, la presencia de contaminantes emergentes de origen farmacéutico en los cuerpos de agua puede representar un riesgo a largo plazo en el tiempo en relación a su influencia en el bienestar humano y los sistemas acuáticos naturales, incluso a niveles bajos de concentración (Tran N. et al., 2019. p.319-344). El uso de hongos para el tratamiento de contaminantes presenta una serie de ventajas frente a otros mecanismos físicos y químicos, como la alternativa altamente eficaz, de bajo coste y respetuosa con el medio ambiente (Santiesteban, H. 2019, p. 23).

Investigaciones anteriores han demostrado que la terapia biológica estándar no elimina con éxito la mayoría de las sustancias químicas peligrosas, incluidos los medicamentos. (Mir-Tutusaus, J. et al., 2017; Yang, Q. et al., 2013, p. 467-476).

Según estudios previos, un sistema enzimático no específico que encontramos en la depuración de aguas residuales con hongos puede descomponer una variedad de medicamentos, incluso en niveles extremadamente bajos. (Lucas, M. et al., 2018. p.1; Shreve, G. et al., 2016, p. 6478-6486, Stenholm, A. et al., 2018, p. 486-444, Wesenberg, D. et al., 2003, p.1388-1397). Por lo tanto, los hongos pueden ser cruciales para el proceso de biodegradación. en aguas residuales de productos químicos medicinales. Como resultado, se dice que puede haber dos métodos principales para que WRF elimine compuestos farmacéuticos de las aguas residuales: Sistemas enzimáticos para biosorción y biodegradación (Lu Q. et al., 2016, p. 191-198, Lucas, M. et al., 2018, p.743-751).

Las aguas residuales son aquellas que han sido empleadas previamente en procesos humanos y que han sido contaminadas por la presencia de diferentes sustancias, como materia orgánica, nutrientes, patógenos, metales pesados y productos químicos. (Rahman, M. et al., 2019, p. 5)

La gestión de aguas servidas es de vital importancia para proteger el bienestar público y nuestro entorno. Existen diferentes tecnologías, como la eliminación de SS a través de la sedimentación, la remoción de nutrientes a través de procesos biológicos, la remoción de metales

pesados a través de procesos químicos y la remoción de patógenos a través de procesos de desinfección. (Tchobanoglous, G. et al., 2014, p. 2) La utilización de aguas servidas depuradas en la agroindustria y su reutilización directa o indirecta también es una opción viable en países con escasez de agua (Karamouz, M. et al., 2017, p.136). Sin embargo, esta alternativa también presenta problemas en la salud pública si no se realiza adecuadamente y si los tratamientos no eliminan todas las sustancias contaminantes (Mara, D. 2017, p. 139)

Además, el fenómeno del calentamiento global y el aumento demográfico a nivel mundial están aumentando la demanda de agua y, a su vez, la generación de aguas residuales en muchas regiones del mundo. Por lo tanto, es importante desarrollar tecnologías más efectivas y responsables con el propósito de tratar las aguas de desecho y su posterior aprovechamiento (Bhatia, R. et al., 2020, p.1).

En resumen, las aguas residuales constituyen un importante problema ambiental y de salud pública que requiere la implementación de tecnologías adecuadas para su tratamiento y gestión. La reutilización de aguas residuales puede ser una opción viable, pero debe hacerse de manera segura y sostenible.

Las aguas residuales hospitalarias se refieren al agua que se ha utilizado en hospitales para actividades como limpieza, desinfección, atención de pacientes y preparación de alimentos, y que contiene sustancias peligrosas como productos químicos, patógenos y medicamentos (Mosaferi, M. et al., 2018, p. 105-116).

La eliminación inadecuada de las aguas residuales hospitalarias podría acarrear graves impactos en la salud de la población y el entorno ambiental. La exposición a agentes infecciosos y productos químicos peligrosos en las aguas residuales de los hospitales puede causar infecciones, enfermedades y contaminación del agua y el suelo (Gopalakrishnan, S. et al., 2018, p. 351-366).

Por lo tanto, es esencial realizar un tratamiento apropiado de las aguas residuales hospitalarias previas a ser liberadas a la red de alcantarillado o al medio ambiente. La tecnología de tratamiento adecuada está condicionada por las propiedades de las aguas servidas generadas y

puede incluir procesos de tratamiento como físicos, químicos y biológicos, como la eliminación de SS por sedimentación, la eliminación de productos químicos por oxidación avanzada y la eliminación de patógenos mediante procesos de desinfección (Fawole et al., 2020).

Además, se ha investigado la posibilidad de utilizar tecnología de depuración de aguas servidas hospitalarias para recuperar y reutilizar agua y recursos valiosos como energía y nutrientes, que pueden mejorar la sostenibilidad y eficiencia del sistema de tratamiento (Liu, S. et al., 2019, p. 409-420).

Por eso, el abordaje adecuado de las aguas residuales hospitalarias es determinante para prevenir la contaminación ambiental y salvaguardar la salud pública. Con el propósito de mitigar las consecuencias negativas en el medio ambiente y la calidad de vida de los individuos, es necesario llevar a cabo tecnologías apropiadas para tratar y controlar este tipo de contaminación del agua.

La existencia de sustancias farmacológicas en las aguas residuales es un problema ambiental y de salud pública cada vez más importante. Las drogas pueden llegar a las aguas residuales a través de desechos biológicos producidos por humanos y animales, descargas de desechos farmacéuticos y otros medios (Lima, D. et al., 2019, p. 378)

La existencia de productos farmacológicos en las aguas residuales podría acarrear impactos nocivos en la salud pública y nuestro entorno. Las drogas pueden causar efectos tóxicos sobre la vida acuática y pueden alterar el equilibrio hormonal de los organismos. Además, la exposición a fármacos en aguas residuales puede aumentar el riesgo de resistencia bacteriana a los antibióticos en humanos y animales (Sarkar, S. et al., 2019).

Para reducir la existencia de medicamentos en las aguas residuales, se han propuesto diferentes medidas, como la implementación de programas de recuperación de medicamentos no utilizados, la reducción del uso de medicamentos innecesarios, la optimización de métodos de depuración de aguas residuales y la promoción de la concienciación pública. (Huang, Y. et al., 2020, p. 394).

La tecnología para tratar aguas residuales también puede desempeñar

una función crucial en disminuir la presencia de medicamentos en las aguas de alcantarillado. Se han propuesto diferentes tecnologías, como la adsorción, la oxidación avanzada y la eliminación biológica, para reducir los niveles concentración de productos farmacéuticos en las aguas residuales (Mesa-Rodríguez, A. et al., 2018, p.189-211).

En conclusión, la concentración de productos farmacológicos en las aguas residuales es un problema notable que requiere la implementación de medidas adecuadas para reducir su presencia en el ecosistema y proteger la salud pública. Se requiere una colaboración entre las industrias farmacéuticas, los profesionales en temas de la salud, los administradores de desechos y los reguladores para abordar este problema de manera efectiva.

Entre los principales contaminantes detectados en aguas residuales hospitalarias tenemos los halógenos orgánicos absorbibles, que es uno de los parámetros de contaminantes acumulativos y peligrosos, generados en su mayoría por medios de contraste de rayos X, solventes, desinfectantes y químicos de esterilización. y requiere una atención especial. (Farooqi, I. et al., 2017, p. 60–66)

Trametes versicolor es un hongo saprofito que puede degradar y transformar una amplia gama de contaminantes orgánicos, incluidos los medicamentos, a través de procesos de oxidación y biodegradación (Li, W. et al., 2019, p. 867-881).

El uso de *Trametes versicolor* como tratamiento biológico para reducir la existencia de sustancias farmacéuticas en las aguas servidas ha sido investigado en varios estudios. Estos estudios han demostrado que *Trametes versicolor* es capaz de degradar una amplia gama de fármacos, incluidos antibióticos, antiinflamatorios y analgésicos, mediante procesos de oxidación y biodegradación (Fonseca, B. et al., 2018, p,133-140).

Además, se ha investigado la posibilidad de utilizar *Trametes versicolor* en combinación con otros procesos de tratamiento, como la eliminación de sólidos en suspensión por sedimentación y adsorción con carbón activado, para mejorar la eficiencia del tratamiento de productos farmacéuticos en aguas residuales (Chen, Y. et al., 2020, p.250)

Los mecanismos que explican la degradación de fármacos por *Trametes*

versicolor incluyen oxidación por especies reactivas de oxígeno, desaminación, hidroxilación, eliminación de grupos sulfonato y biodegradación por enzimas específicas (Gu, C. et al., 2020, p. 384)

Trametes versicolor puede ser una tecnología prometedora para disminuir la existencia de medicamentos en las aguas de desecho. El uso de este hongo en combinación con otros procesos de tratamiento puede optimizar la productividad del tratamiento y reducir la presencia de artículos farmacológicos en el medio ambiente. No obstante, se requiere realizar más estudios para determinar la factibilidad de dicho tratamiento en diversas condiciones.

Trametes versicolor es un hongo lignocelulósico capaz de degradar y transformar una amplia variedad de contaminantes orgánicos, incluyendo fármacos, a través de procesos de oxidación y biodegradación (Singh, R. et al., 2020, p.8).

La degradación de fármacos por Trametes versicolor se lleva a cabo a través de mecanismos complejos, que involucran oxidación por especies reactivas de oxígeno, hidroxilación, desaminación y biodegradación mediada por enzimas específicas (Cruz-Morató, C. et al., 2018, p. 449-459)

La oxidación de fármacos se produce a través de la producción del radical hidroxilo ($\bullet\text{OH}$), superóxido ($\text{O}_2\bullet^-$) y peróxido de hidrógeno (H_2O_2) por Trametes versicolor. Dichas especies reactivas de oxígeno pueden oxidar los grupos funcionales de los fármacos, lo que puede conducir a la formación de productos degradados o la mineralización completa del compuesto (Kumar, V. et al., 2018, p. 310-325).

Además, la hidroxilación de fármacos por parte de Trametes versicolor se produce mediante la adición de grupos hidroxilo ($-\text{OH}$) en la estructura del compuesto, lo que puede aumentar la solubilidad del compuesto y facilitar su eliminación del medio ambiente (Chen, X. et al. 2021, p. 773)

La desaminación es otro mecanismo importante en la degradación de fármacos por parte de Trametes versicolor. La eliminación de los grupos amino ($-\text{NH}_2$) de los fármacos puede conducir a productos degradados menos tóxicos y más fácilmente degradables (Shanmugam, G. et al., 2019, p.528-535).

Finalmente, la biodegradación mediada por enzimas específicas es un mecanismo importante en la degradación de fármacos por parte de *Trametes versicolor*. Los sistemas enzimáticos producidos por *Trametes versicolor* son capaces de catalizar la degradación de una diversidad de compuestos orgánicos, incluyendo medicamentos. (Kumar, V. et al., 2018, p.1755-17987).

La degradación de fármacos por parte de *Trametes versicolor* se produce a través de una combinación de mecanismos complejos, incluida la oxidación por radicales libres de oxígeno, la hidroxilación, la desaminación y la biodegradación mediada por enzimas específicas. El conocimiento de estos mecanismos puede ser útil para planificar y maximizar los sistemas de depuración de aguas residuales que emplean *Trametes versicolor* para la eliminación de fármacos.

Tabla 1: Taxonomía del hongo Trametes Versicolor.

Trametes versicolor (cola de pato)	
Reino	Fungi
Clase	Basidiomycotina
Orden	Poriales
Familia	Coriolaceae
Genero	Trametes
Especie	Trametes versicolor

Fuente: Curso de la iniciación a la micología – Javier Ubillos

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de investigación

El presente proyecto es de enfoque cuantitativo y el tipo de investigación es aplicado, se pondrá a prueba el potencial del hongo *Trametes versicolor* en la reducción de cantidad de contaminantes en aguas residuales hospitalarias.

La investigación aplicada se enfoca en solucionar problemas concretos en el mundo real, a través de la utilización de enfoques y procedimientos científicos. Esta investigación se caracteriza por estar orientada a la solución de problemas específicos en ámbitos como la medicina, la formación académica, la tecnología, la industria, entre otras. (Hernández R. et al., 2014.p. 38).

3.1.2. Diseño de investigación

Este trabajo de investigación es de diseño cuasiexperimental que permitirá la comparación de la carga contaminante en las aguas de desecho provenientes del centro hospitalario antes y después de la aplicación del tratamiento con el hongo *Trametes versicolor*. Es importante destacar que este diseño no contempla la asignación aleatoria de los participantes o las condiciones de intervención, lo que podría limitar la generalización de los resultados obtenidos.

Este tipo de diseño permitiría evaluar la efectividad del tratamiento con el hongo basidiomiceto en la disminución de la carga de contaminantes en aguas de desecho del centro de salud. Además, se podrían realizar mediciones y análisis estadísticos para evaluar las variaciones en los niveles de sustancias contaminantes.

“Los métodos cuantitativos se basan en recopilar y analizar información para enfrentar preguntas y validar suposiciones utilizando herramientas estadísticas para probar y refinar

hipótesis. También son importantes la formulación de la hipótesis estadística, el diseño formal de la investigación y la presentación.”. (Mejía, E. et al., 2014. p. 97).

3.2. Variables y operacionalización.

Variable independiente

Potencial del hongo *Trametes Versicolor*

Operacionalización variable independiente

Se medirá la tasa de degradación e contaminantes orgánicos por parte del hongo *Trametes versicolor* utilizando un sistema de biodiscos, donde dichos hongos se cultivarán en la superficie y serán monitoreados. La degradación de contaminantes se refiere a la capacidad de los microorganismos u otros agentes biológicos de reducir o eliminar la cantidad de contaminantes en un sistema ambiental. Esta degradación puede ser llevada a cabo por procesos naturales o mediante la aplicación de técnicas de biorremediación.

Variable dependiente

Reducción de la carga contaminante

Operacionalización variable dependiente

Se medirá el potencial del hongo *Trametes versicolor* en la disminución de carga contaminante presente en el agua residual hospitalaria utilizando un sistema de biodiscos.

Los biodiscos son sistemas de tratamiento de aguas residuales que utilizan discos giratorios cubiertos de microorganismos para remover materia orgánica y nutrientes del agua residual.

3.3. Población

“Una población de estudio denota un conjunto definido de casos, circunscrito y convenientemente asequible, el cual constituirá el fundamento para la elección de una muestra que satisfaga criterios particulares predefinidos. Para ser claros, cuando se habla de una población de estudio, esta frase engloba no solamente seres humanos sino también animales, muestras biológicas, archivos,

hospitales, instalaciones, hogares, organizaciones, etc.” (Arias, J. et al., 2016. p. 202).

El objetivo de esta investigación es analizar las aguas residuales provenientes del centro de salud del distrito de Quiquijana, perteneciente a la provincia de Quispicanchis, en el departamento de Cusco. Estas aguas residuales constituirán la población de análisis y se someterán a diversos procedimientos de muestreo y análisis con el fin de obtener información valiosa para la evaluación de su calidad y la implementación de posibles soluciones.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

“Todos los eventos, fenómenos y situaciones que ocurren en el mundo natural y en la sociedad deben ser sistemáticamente observados o registrados con la vista de acuerdo con las tareas de investigación establecidas”. (Arias, F. et al., 2016. p. 69).

La técnica empleada en el estudio consistirá en la observación directa y cuantificación, con la finalidad de realizar una valoración del estado presente de las aguas servidas en el centro de salud de Quiquijana, que serán sometidos al tratamiento mediante el uso del hongo *Trametes versicolor* acoplado a un sistema de biodiscos para verificar la capacidad de eliminación de contaminantes. Como instrumentos para la recolección de datos se utilizarán las fichas registro.

Tabla 2: Fichas aplicadas (instrumentos)

Fichas De Registro		
N° de ficha	Rotulo	Aplicación
1° Ficha de registro	Ficha de observación de las características físicas, químicas y microbiológicas en el agua residual (iniciales)	Este instrumento está diseñado para adquirir información sobre la cantidad inicial de contaminantes en la muestra de agua residual no tratada. Se procederá al análisis de los siguientes factores: nivel de pH, contenido de aceites y grasas, cantidad de SST, SS, SDT, presencia de metales totales, (DBO5) y (DQO).
2° Ficha de	Ficha de observación de las	Este instrumento está diseñado para adquirir información acerca de la concentración final de

registro	características físicas, químicas y microbiológicas en el agua residual (finales)	cada uno de los tratamientos de contaminantes existentes en la muestra de agua residual. Se evaluarán los mismos parámetros mencionados líneas arriba.
----------	---	--

Fuente: Elaboración propia.

3.5. Procedimientos

3.5.1. Evaluación de la concentración inicial de contaminantes.

Con el fin de valorar el contenido de carga contaminante presente en las aguas servidas hospitalarias del centro de salud de Quiquijana, se siguieron los procedimientos que se mencionan a continuación:

a) Reconocimiento del lugar

En principio, se realizó una inspección in situ en el área del centro de salud de Quiquijana, con el propósito de ubicar los puntos de acceso más convenientes y reducir la susceptibilidad a riesgos, con el objetivo de recolectar las muestras de agua.

b) Determinación del punto de muestreo

Una vez inspeccionado el área y encontrado los lugares de más fácil acceso al efluente de aguas residuales, se seleccionó el primer punto de toma de muestras. Haciendo uso del GPS para poder obtener las coordenadas UTM correspondientes al punto de muestreo seleccionado.

Tabla 3: Punto de muestreo T-0

N° 1	Punto	Coordenadas UTM (WGS 84)	
1	T-0	225249 E	8470698 N

Fuente: Elaboración propia.

c) Obtención de muestras

Para realizar el muestreo de agua residual hospitalaria se cumplió con lo estipulado en la NTP 214.060.2016 "AGUAS RESIDUALES. Protocolo de muestreo de aguas residuales no domésticas que se descargan en la red de alcantarillado".

- En primer lugar, nos equipamos con los EPPs correspondientes, botas para trabajos en terrenos húmedos o mojados y guantes desechables de un solo uso antes del iniciar la recolección de cada una de las muestras de agua.
- Ingresamos al punto de muestreo, considerando la cantidad de agua que se vierte.
- Se procedió a la apertura de un recipiente, removiendo cuidadosamente la cubierta sin afectar la superficie interna del contenedor.
- Previo a la recolección de las muestras, los frascos fueron sometidos a un proceso de enjuague, realizando al menos dos enjuagues.
- Posteriormente, los frascos fueron adecuadamente etiquetados y colocados en un cooler para su transporte y refrigeración conforme al protocolo establecido.
- Seguidamente, se tomó una muestra de 30lt de agua destinada al tratamiento en los biodiscos

d) Evaluación del contenido de contaminantes

Después de la obtención de las muestras del efluente seleccionado, se procedió a enviar las muestras al laboratorio debidamente certificado para posteriormente determinar la cantidad de concentración DBO5, DQO, pH, aceites y grasas, SST, SDT, SS, cromo (IV) y metales totales.

Tabla 4: Parámetros evaluados.

N°	Parámetro	Unidad	Método
01	DBO5	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed. (Revision 2019). 2017. Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.
02	DQO	mgO2/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 23rd Ed. (Revision 2022). 2017. Chemical Oxygen Demand (COD). Closed Reflux, Colorimetric Method

03	pH	Unidad de pH	Apha awwawef part 9221 E, 23nd
04	A y G	mg/L	Method 1664, Revision B. 2010. n-Hexane Extractable Material (HEM; Oil and Grease) and Silica Gel Treated n-Hexane Extractable Material (SGT-HEM; Non-polar Material) by Extraction and Gravimetry
05	SST	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed. (Revision 2020). 2017. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103-105 °C
06	SDT	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 23rd Ed. (Revision 2020). 2017. Solids. Total dissolved Solids Dried at 180° C
07	SS	mL/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 F, 23rd Ed. (Revision 2020). 2017. Solids. Settleable Solids
08	Cromo (VI)	mg/L	EPA METHOD 7199. 1996. Determination of Hexavalent Chromiun in Drinking Water, Groundwater and Industrial Wastewater Effluents by Ion Chromatography
09	Metales totales	mg/L	ISO 11885. 2007. Water quality - Determination of selected elements by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES)

Fuente: *Elaboración propia.*

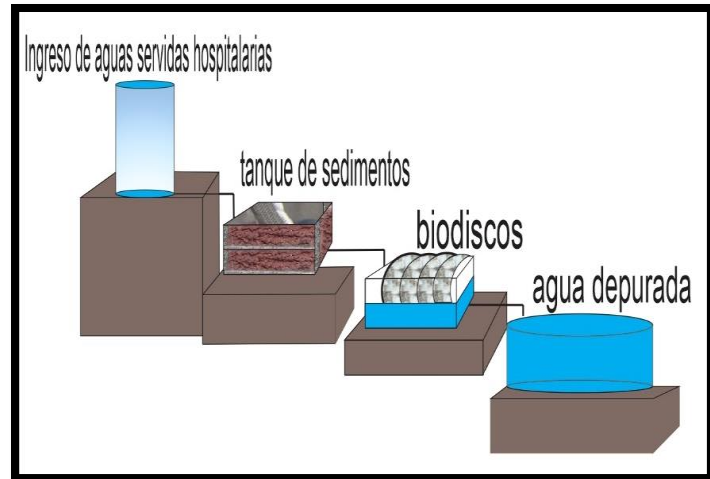
3.5.2. Tratamiento en el sistema de biodiscos

Para llevar a cabo el tratamiento en el sistema de biodiscos inoculados con *Trametes versicolor* se siguieron los siguientes pasos:

- Se adquirieron los elementos requeridos para fabricar el sistema de biodiscos.
- Se inoculó el hongo *Trametes versicolor* durante un periodo de 4 semanas.
- Una vez construido el sistema de biodiscos, se puso en funcionamiento.
- Se aplicaron tres tratamientos diferentes:
 - ✓ El primer tratamiento consistió en 24 horas de exposición, con una velocidad de 6 rpm y 30 litros de agua residual. Se tomaron muestras de un total de 7lt de agua tratada, etiquetada como "ARI 01".
 - ✓ El segundo tratamiento consistió en 48 horas de exposición, con una velocidad de 4 rpm y 23 litros de agua residual. Se tomaron muestras de un total

- de 7lt de agua tratada, etiquetada como "ARI 02".
- ✓ El tercer tratamiento consistió en 72 horas de exposición, con una velocidad de 2 rpm y 19 litros de agua residual. Se tomaron muestras de un total de 7lt de agua tratada, etiquetada como "ARI – 3".

Figura 1: Diseño del sistema de biodiscos inoculados con T. versicolor



Fuente: Elaboración propia.

3.5.3. Diagrama de análisis de procesos para tratamiento del agua residual hospitalaria en el sistema de biodiscos.

Figura 2: Diagrama de análisis de procesos (DAP)

DIAGRAMA DE ANALISIS DE PROCESOS (DAP)									
TITULO: Potencial del hongo basidiomiceto (<i>Trametes versicolor</i>) para reducción de carga contaminante en aguas residuales de un centro de salud, Cusco 2023				OBSERVADORES		Lessly Esthefany Condori Aguilar			
ACTIVIDAD: Tratamiento de carga contaminante en aguas residuales hospitalarias, con basidiomiceto (<i>Trametes versicolor</i>)				OBSERVADORES		José Luis Pérez García			
RESUMEN: Observar/Validar/Comparar				FECHA		15/05 2023			
ACTIVIDAD	Método Actual								
OPERACIÓN	4								
INSPECCIÓN	2								
TRANSPORTE	1		MÉTODO						
DEMORA	6		Cuasiexperimental						
ALMACENAJE	3								
TOTAL	15		LUGAR: IPRES Quilijana - Cusco						
TIEMPO TOT.	59 días 9 horas 30 minutos								
Nº	DESCRIPCION		●	■	→	▢	▼	TIEMPO	OBSERV
1	Construcción de biodiscos		X					2 Días	-
2	Crecimiento de hongo en el medio		X					15 Días	-
3	Obtener biopelícula homogéneas retenidas sobre los biodiscos						X	15 Días	-
4	Etapa de aclimatación						X	10 Días	-
5	Toma de muestra de carga contaminante		X					5 Horas	-
6	Cambiar el medio por carga de agua residual hospitalaria		X					1 Hora	-
7	Aclimatar los microorganismos al nuevo medio						X	10 Días	-
8	Etapa de operación		X					3 Días	-
9	Tratamiento de carga contaminante de aguas residuales hospitalarias día 1						X	1 Día	-
10	Toma de muestras de agua tratada						X	30 Min.	-
11	Tratamiento de carga contaminante de aguas residuales hospitalarias día 2						X	1 Día	-
12	Toma de muestras de agua tratada						X	30 Min.	-
13	Tratamiento de carga contaminante de aguas residuales hospitalarias día 3						X	1 Día	-
14	Toma de muestras de agua tratada						X	30 Min.	-
15	Traslado de muestras al laboratorio		X					1 Día	-
16	Comparación de resultados con los VMA		X					2 Horas	-

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Método de análisis de datos

En este estudio se aplicó el análisis estadístico inferencial empleando el software IBM SPSS Statistics. Específicamente, se utilizó el test ANOVA con el propósito de contrastar los promedios de más de tres grupos. La realización del análisis se ejecutó en virtud de un tratamiento con diferentes intervalos de tiempo. Asimismo, se realizó una prueba de normalidad para evaluar la conformidad de los datos con una distribución normal.

3.7. Aspectos éticos

Durante el estudio se respetó el lugar de realización del experimento, obteniendo un documento de consentimiento informado por parte del encargado del área. Se seguirán las normas, reglamentos y códigos de ética, incluyendo las directrices de investigación y la guía de investigación de la Universidad César Vallejo. Además, se cumplirá con la norma ISO-690 para citar y referenciar el documento. Para asegurar la originalidad y la integridad del proyecto de investigación, se utilizará el software Turnitin.

IV. RESULTADOS

Este capítulo expone los hallazgos obtenidos durante en la investigación “Potencial del hongo *Trametes versicolor* para reducción de carga contaminante en aguas residuales de un centro de salud”. Se incluyen tablas comparativas y gráficos de barras para ilustrar los hallazgos y facilitar su interpretación. Los resultados se organizan en secciones conforme a los objetivos específicos de la investigación y se discuten en relación con la hipótesis propuesta. Al término del capítulo, se detallan las conclusiones generales derivadas de los hallazgos obtenidos.

4.1. Potencial del hongo *Trametes versicolor*

Determinar el potencial del hongo *Trametes versicolor* en la disminución de contaminantes de agua residual es importante porque puede llevar a una biorremediación efectiva de diversos contaminantes presentes en el agua. Además, su uso puede resultar más económico y sostenible en comparación con otros métodos de tratamiento, evitando la generación de subproductos tóxicos.

4.1.1. Características físico-químicas en el medio de desarrollo

Tabla 5: Características físicoquímicas en el medio de desarrollo.

Número de colonias fúngicas incubadas	Características físicas en el medio de desarrollo			Características químicas en el medio de desarrollo	
9	Velocidad de crecimiento	Lento (3-4 semanas)		Temperatura	19°C
	Topografía de la colonia	Forma	Irregular		
		Elevación	Plana y extendida		
		Margen	Rizoide		
		Superficie	Plegada		
	Pigmentación en reverso	Reverso blanquecino grisáceo		pH	8 unidades de pH
	Textura	Velloso			
Tamaño	Crecimiento limitado				

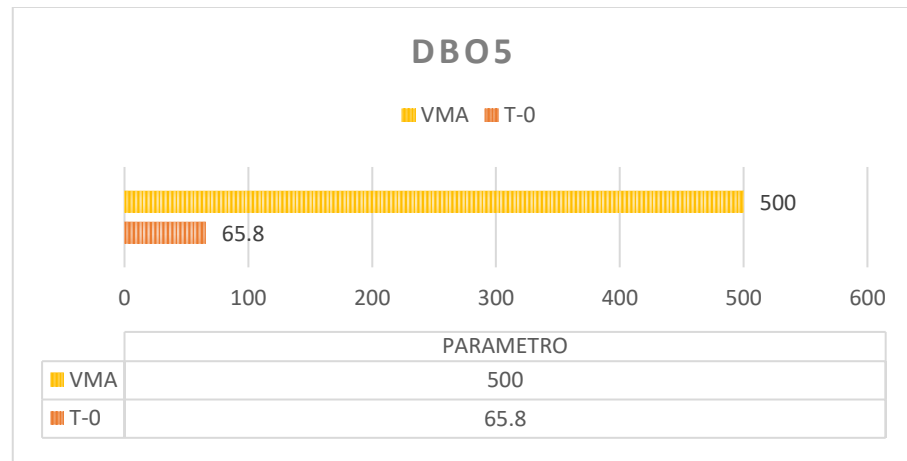
4.2. Concentración inicial de parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en las aguas residuales hospitalaria, en el punto de descarga.

Seguidamente, se muestran las características físicas, químicas y biológicas iniciales en el punto de muestreo (ARI-0).

a) Parámetros orgánicos

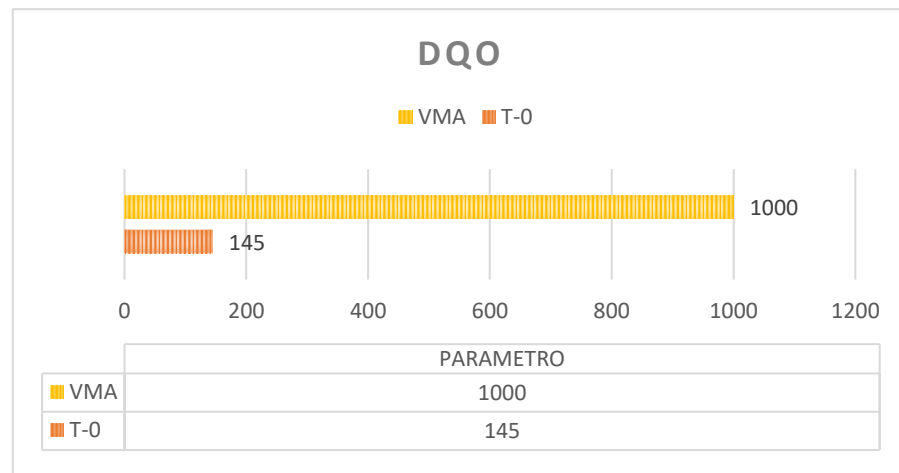
En los gráficos N°1 y N°2 se muestran el contenido inicial de DBO5 y DQO presente en las aguas servidas hospitalarias del centro de salud de Quiquijana – Cusco comparándolo con los VMA para efluentes de aguas industriales.

Figura 3: Comparación entre los VMA y DBO5 inicial.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4: Comparación entre los VMA y DQO inicial.



Fuente: Elaboración propia

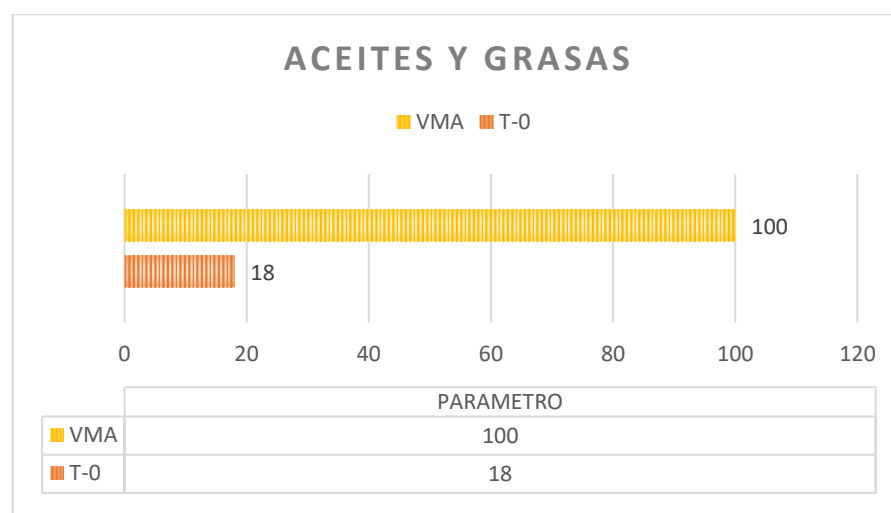
En las representaciones gráficas denominadas como figura N°3 y figura N°4, es posible visualizar de manera clara y concisa el contenido inicial de la DBO5 y DQO que se encuentra presente en el punto de liberación o descarga, también conocido como efluente. Estos valores numéricos corresponden a 65.8 mg/l y 145 mgO₂/l, respectivamente.

Es importante destacar que los valores mencionados se sitúan dentro de los límites establecidos como VMA. Este cumplimiento con los parámetros de VMA es crucial para asegurar que las descargas de aguas residuales sean compatibles con las normativas y regulaciones vigentes, garantizando así la preservación del entorno ecológico y el bienestar de la salud pública.

Aceites y grasas

En la figura N°3 observamos el contenido inicial de AyG existentes en las aguas servidas hospitalarias del centro de salud de Quiquijana – Cusco comparándolo con los VMA para efluentes de aguas industriales.

Figura 5. Comparación entre valor inicial de aceites y grasas y los VMA.



Fuente: Elaboración propia

En la figura N°5, se muestra de manera gráfica y precisa el contenido inicial de compuestos lipídicos, específicamente aceites y grasas, presentes en el punto de liberación o descarga, denominado efluente. Este valor cuantitativo asciende a 18 mg/L, demostrando su conformidad con los Valores Máximos Admisibles.

Este cumplimiento con los parámetros de VMA resulta altamente positivo, dado que la presencia excesiva de compuestos lipídicos en los efluentes puede generar consecuencias ecológicas significativas en los cuerpos de agua

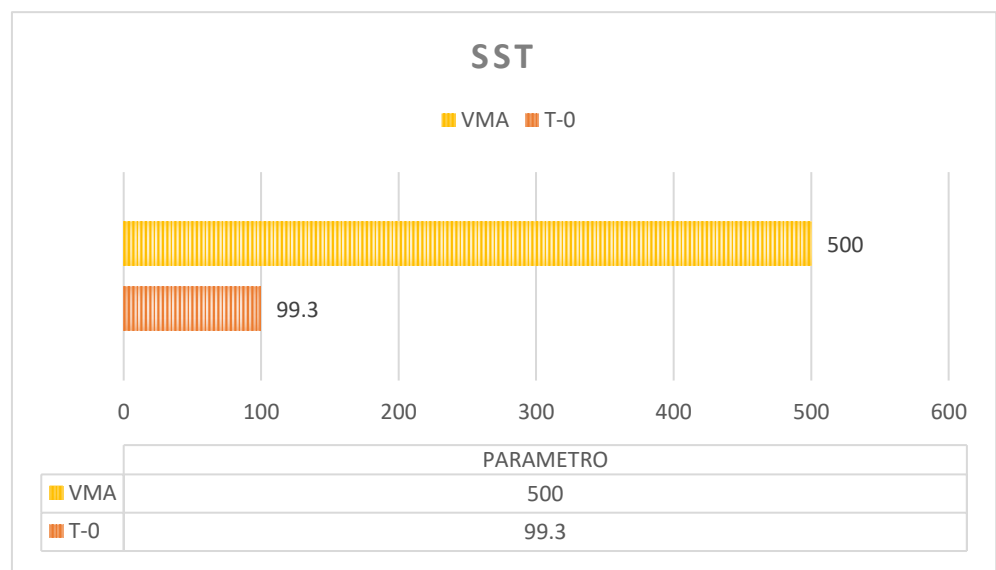
receptores. En particular, la alta acumulación de aceites y grasas puede inducir efectos perjudiciales al medio ambiente acuático, formando películas en la superficie acuática que limitan la transferencia de O₂ hacia el entorno acuático. Esta limitación en el intercambio gaseoso tiene un impacto negativo directo en la biota acuática, afectando la estructura y conformación de la vegetación y fauna presentes en los cuerpos de agua.

En este sentido, la observación de un contenido de AyG dentro de los límites establecidos contribuye de manera favorable a la preservación del medio ambiente en el sistema hídrico receptor, mitigando los potenciales efectos adversos asociados con la acumulación excesiva de compuestos lipídicos en el efluente y sus consecuencias en la salud ecológica de los cuerpos de agua.

b) Parámetros físicos

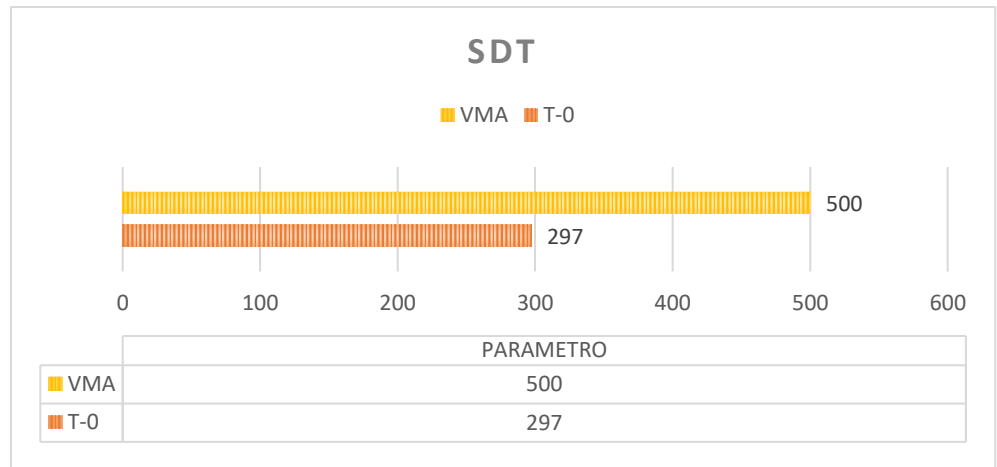
En la figura N°6, N°7, y N°8 se muestra el contenido inicial de (SST), (SDT) y (SS) presentes en las aguas servidas hospitalarias del centro de salud de Quiquijana – Cusco comparándolo con los VMA para efluentes de aguas industriales.

Figura 6. Comparación entre los VMA y SST inicial.



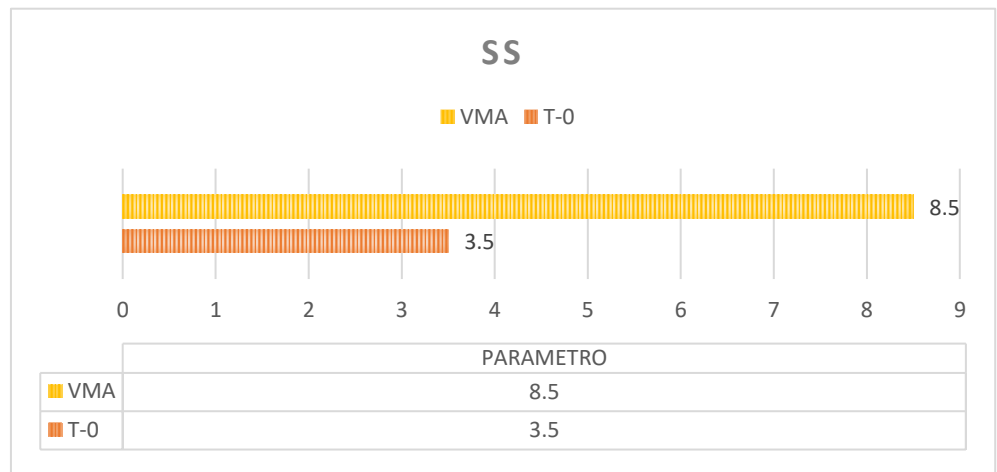
Fuente: Elaboración propia

Figura 7: Comparación inicial entre SDT y los VMA.



Fuente: Elaboración propia

Figura 8: Comparación inicial entre SS y los VMA.



Fuente: Elaboración propia

En las figuras N°6, N°7 y N°8, se exhiben de manera gráfica y detallada los niveles iniciales de componentes sólidos en diferentes formas: SST, SDT y SS. Estos valores cuantitativos, alcanzando respectivamente 99.3 mg/l, 297 mg/l y 3.5 mg/l, manifiestan su conformidad con los VMA.

Esta observación de los límites de VMA resulta de alta relevancia, ya que permite controlar la liberación de componentes sólidos en el efluente, contribuyendo así a la preservación de la calidad del entorno acuático receptor. La medición y gestión de los sólidos suspendidos totales (SST) es

crucial, ya que estos representan partículas en suspensión en el agua, cuya acumulación excesiva puede afectar negativamente la claridad del agua y la vida acuática al obstruir los sistemas de filtración natural.

De manera similar, los sólidos disueltos totales (SDT) se refieren a sustancias disueltas en el agua, cuya concentración impacta en la salinidad y la capacidad de adsorción de nutrientes del agua, lo cual puede influir en los procesos biológicos acuáticos. Por último, la medición de sólidos sedimentables (SS) es esencial para evaluar la tendencia de partículas a sedimentarse en el fondo del cuerpo de agua, lo cual puede afectar la morfología del lecho y alterar el equilibrio del ecosistema acuático.

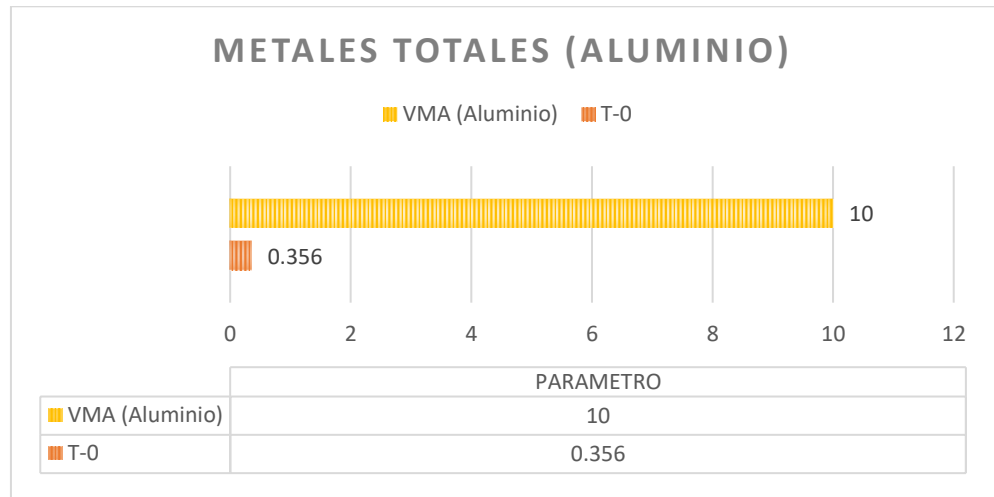
El cumplimiento con los estándares de VMA en relación a estos componentes sólidos contribuye al mantenimiento de un efluente que es ambientalmente compatible y minimiza los impactos negativos en la calidad hídrica receptora, asegurando una gestión responsable del vertido de aguas servidas industriales en el sistema de alcantarillado sanitario.

c) Parámetros químicos

Metales totales

En los gráficos se muestran el contenido inicialmente presente de metales totales existentes en las aguas servidas hospitalarias del centro de salud de Quiquijana – Cusco comparándolo con los VMA para efluentes de aguas industriales.

Figura 9: Comparación entre los VMA y concentración inicial de aluminio.

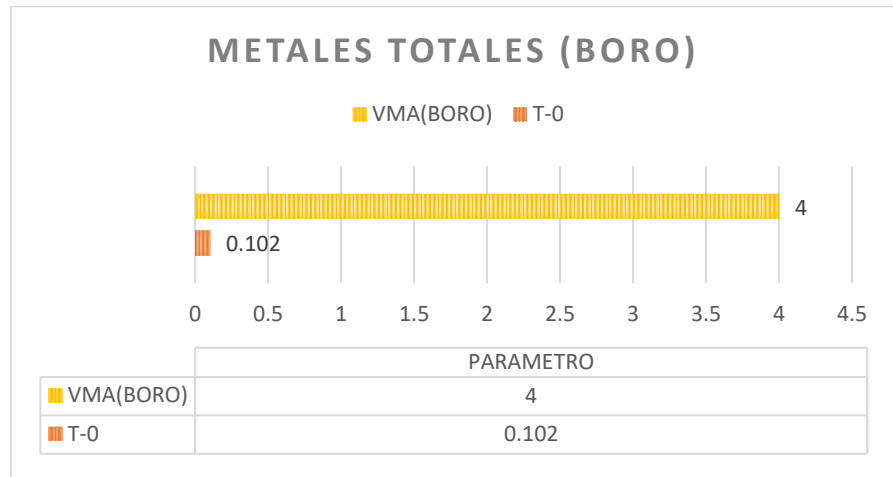


Fuente: Elaboración propia

En la figura N°9, se exhibe con precisión la cantidad inicial de aluminio detectada en el efluente. El valor medido para este parámetro se registra en 0.356 mg/l, manteniéndose dentro de los límites establecidos por los VMA.

La observación de estos estándares de VMA tiene un significado trascendental, ya que contribuye a garantizar que las concentraciones de aluminio en el efluente sean compatibles con los requisitos ambientales y regulaciones pertinentes. Es especialmente destacable a causa de la existencia excesiva de metales pesados, como el aluminio, puede generar efectos perjudiciales en el ecosistema acuático. La bioacumulación de metales pesados, como el aluminio, en los cuerpos de agua es un proceso de gran importancia ecológica. Estos metales pueden acumularse en la biota acuática, incluyendo la flora y fauna presentes en los sistemas acuáticos. Esta acumulación progresiva puede resultar en efectos adversos en la salud y el comportamiento de las especies acuáticas, perturbando los ciclos naturales y la cadena trófica de los ecosistemas acuáticos.

Figura 10: Comparación entre los VMA y concentración inicial de boro.

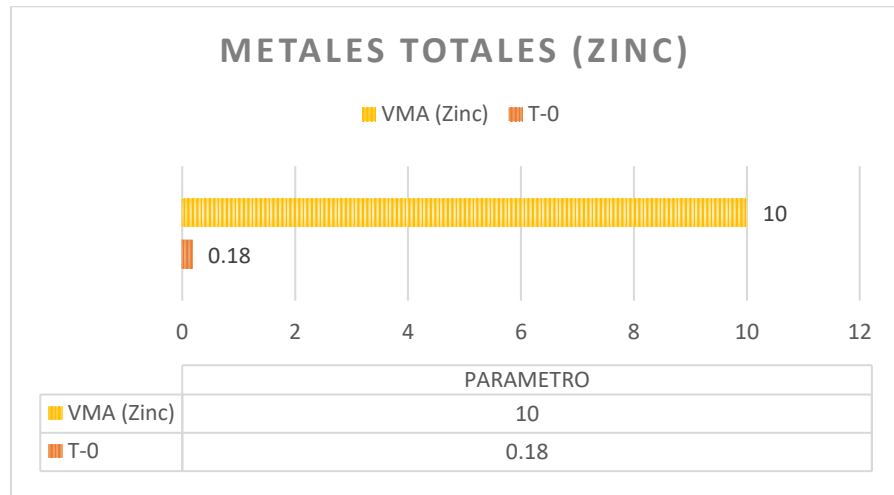


Fuente: Elaboración propia

En la figura N°10, se exhibe gráficamente la concentración inicial de boro identificada en el punto de descarga, conocido como efluente. La cantidad medida de este elemento se registra en 0.102 mg/l, manteniéndose dentro de los límites prescritos por los VMA.

La mitigación de la bioacumulación de metales pesados, como el boro, es fundamental para preservar la salud y la biodiversidad de los ecosistemas acuáticos. La observación de una concentración de boro que cumple con los estándares de VMA en el efluente es de particular relevancia en términos de gestión ambiental responsable. Al mantener los niveles de boro y otros elementos dentro de los límites establecidos, se contribuye al mantenimiento de la calidad hídrica y al funcionamiento equilibrado de los cuerpos de agua receptores, minimizando así los potenciales impactos adversos en la flora y fauna acuáticas.

Figura 11: Comparación entre VMA y concentración inicial de zinc.



Fuente: Elaboración propia

En la figura N°11 se representa de manera gráfica la concentración inicial de zinc detectada en el punto de liberación, denominado efluente. El contenido medido de este metal se registra en 0.18 mg/l, manteniéndose dentro de los límites establecidos por los VMA.

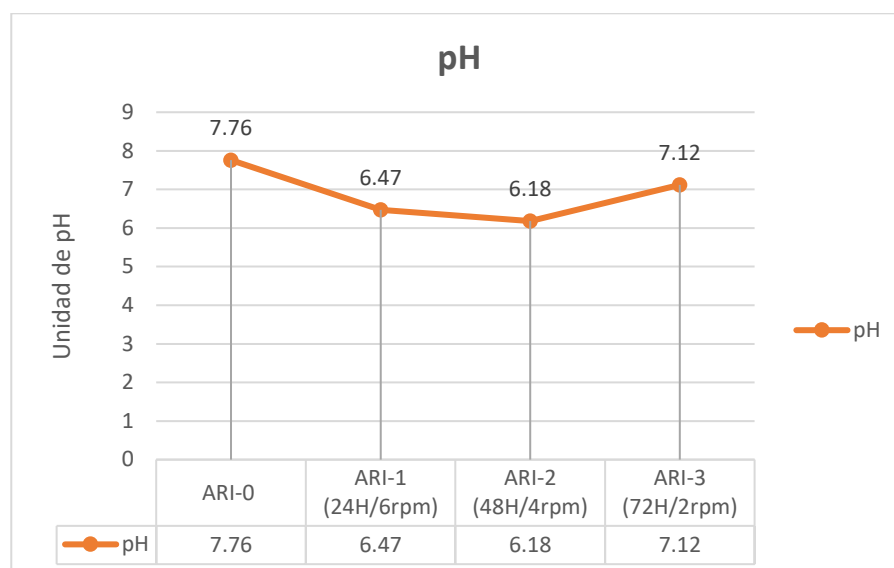
La bioacumulación de metales pesados en los ecosistemas acuáticos, donde estos elementos se acumulan progresivamente en la biota acuática, incluyendo la flora y fauna, puede inducir consecuencias perjudiciales en la salud y la dinámica de estos sistemas biológicos, al mantener los niveles de zinc dentro de los límites establecidos, se aporta al mantenimiento de la calidad hídrica y la sustentabilidad de los ecosistemas acuáticos, minimizando las posibles consecuencias negativas en la biodiversidad, la salud y el balance ambiental de los sistemas acuáticos.

4.3. Concentración final de contaminantes y tiempo de exposición.

a) Evaluación del tiempo de exposición adecuado en la disminución de pH

En el presente diagrama se aprecian las mediciones de pH en relación a los tres procedimientos llevados a cabo en distintos intervalos temporales, junto con el contenido inicial que refleja el estado previo a la implementación de dichos procedimientos.

Figura 12: Variación de pH respecto al tiempo de exposición



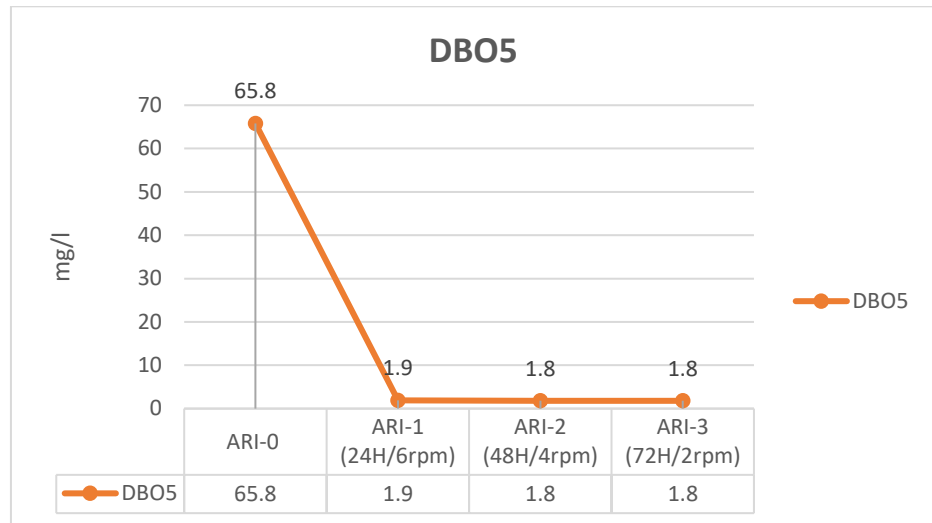
Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 12, se visualizan los desenlaces relativos a la alteración del valor de pH. A primera vista, se evidencia una tendencia positiva en el pH en los tres procedimientos ejecutados en el sistema de biodiscos, que fueron inoculados con *Trametes versicolor*, en contraste con la condición inicial. Es importante señalar que el proceso de tratamiento ARI-2 (48horas/4rpm) exhibe un acercamiento al pH óptimo, marcando una desigualdad respecto a los tratamientos ya mencionados.

b) Evaluación del tiempo de exposición adecuado en la disminución de DBO5.

En el presente diagrama se aprecian las mediciones de DBO5 en relación a los tres procedimientos llevados a cabo en distintos intervalos temporales, junto con el contenido inicial que refleja el estado previo a la implementación de dichos procedimientos.

Figura 13: Variación de DBO5 respecto al tiempo de exposición.



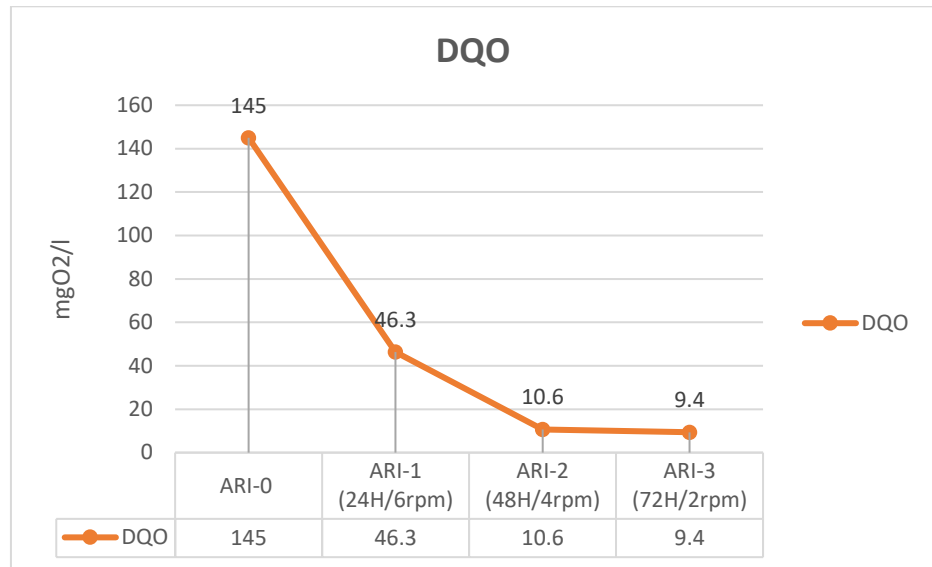
Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 13, se visualizan los desenlaces relativos a la alteración del valor de DBO5. A primera vista, se evidencia una tendencia positiva en el DBO5 en los tres procedimientos ejecutados en el sistema de biodiscos, que fueron inoculados con *Trametes versicolor*, en contraste con la condición inicial. Se destaca que el tratamiento ARI-3 (72h/2rpm) exhibe un acercamiento al nivel de DBO5 óptimo, marcando una diferencia respecto a los tratamientos ya mencionados.

c) Evaluación del tiempo de exposición adecuado en la disminución de DQO.

En el presente diagrama se aprecian las mediciones de DQO en relación a los tres procedimientos llevados a cabo en distintos intervalos temporales, junto con el contenido inicial que refleja el estado previo a la implementación de dichos procedimientos.

Figura 14: Variación de DQO respecto al tiempo de exposición.



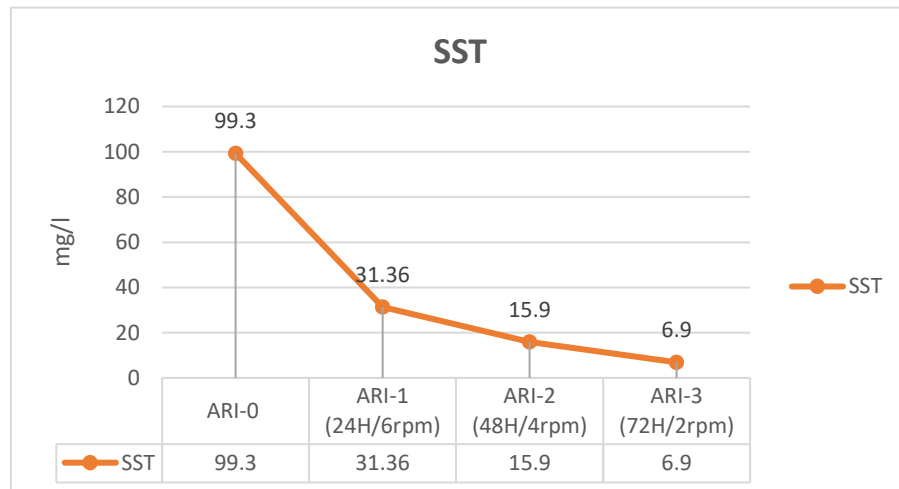
Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 14, se visualizan los desenlaces relativos a la alteración del valor de DQO. A primera vista, se evidencia una tendencia positiva en el DQO en los tres procedimientos ejecutados en el sistema de biodiscos, que fueron inoculados con *Trametes versicolor*, en contraste con la condición inicial. Se destaca que el tratamiento ARI-3 (72h/2rpm) exhibe un acercamiento al nivel de DQO óptimo, marcando una diferencia respecto a los tratamientos ya mencionados.

d) Evaluación del tiempo de exposición adecuado en la disminución de SST.

En el presente diagrama se aprecian las mediciones de SST en relación a los tres procedimientos llevados a cabo en distintos intervalos temporales, junto con el contenido inicial que refleja el estado previo a la implementación de dichos procedimientos.

Figura 15: Variación de SST respecto al tiempo de exposición.



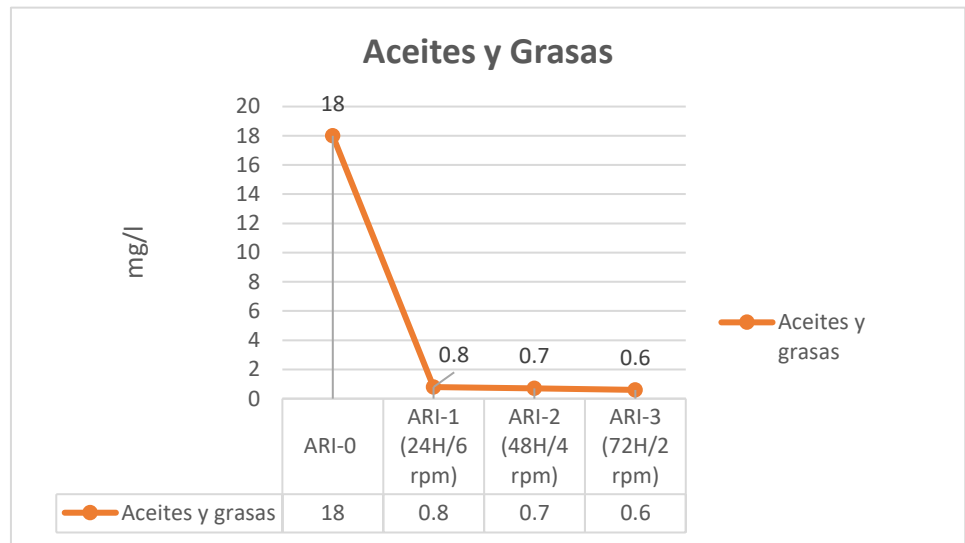
Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 15, se visualizan los desenlaces relativos a la alteración del valor de SST. A primera vista, se evidencia una tendencia positiva en el SST en los tres procedimientos ejecutados en el sistema de biodiscos, que fueron inoculados con *Trametes versicolor*, en contraste con la condición inicial. Se destaca que el tratamiento ARI-3 (72h/2rpm) exhibe un acercamiento al nivel de SST óptimo, marcando una diferencia respecto a los tratamientos ya mencionados.

e) Evaluación del tiempo de exposición adecuado en la disminución de aceites y grasas.

En el presente diagrama se aprecian las mediciones de aceites y grasas en relación a los tres procedimientos llevados a cabo en distintos intervalos temporales, junto con el contenido inicial que refleja el estado previo a la implementación de dichos procedimientos.

Figura 16: Variación de aceites y grasas respecto al tiempo de exposición.



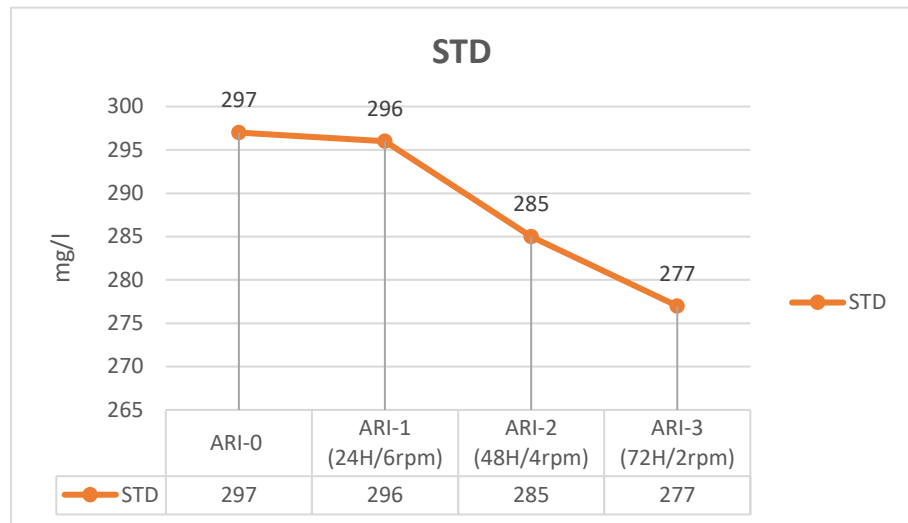
Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 16, se visualizan los desenlaces relativos a la alteración del valor de aceites y grasas. A primera vista, se evidencia una tendencia positiva en la cantidad de aceites y grasas en los tres procedimientos ejecutados en el sistema de biodiscos, que fueron inoculados con *Trametes versicolor*, en contraste con la condición inicial. Se destaca que el tratamiento ARI-3 (72h/2rpm) exhibe un acercamiento al nivel de aceites y grasas óptimo, marcando una diferencia respecto a los tratamientos ya mencionados.

f) Evaluación del tiempo de exposición adecuado en la disminución de STD.

En el presente diagrama se aprecian las mediciones de STD en relación a los tres procedimientos llevados a cabo en distintos intervalos temporales, junto con el contenido inicial que refleja el estado previo a la implementación de dichos procedimientos.

Figura 17: Variación de STD respecto al tiempo de exposición.



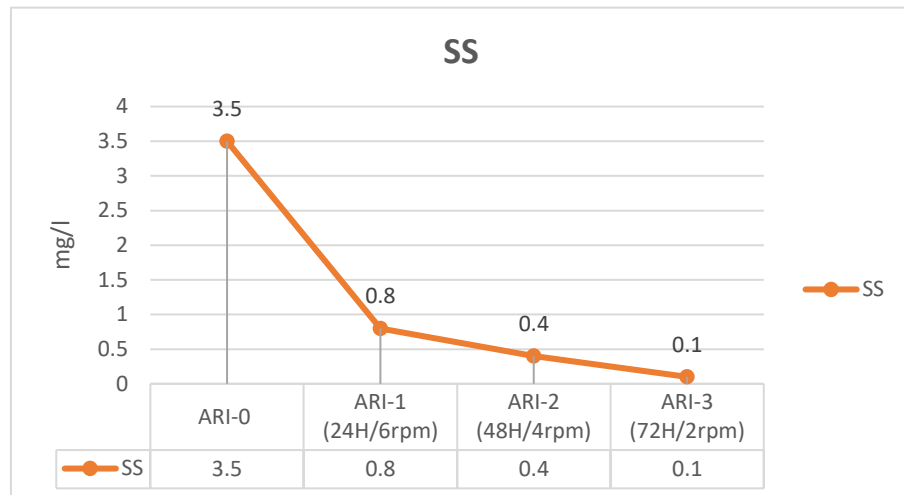
Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 17, se visualizan los desenlaces relativos a la alteración del valor de STD. A primera vista, se evidencia una tendencia positiva en el STD en los tres procedimientos ejecutados en el sistema de biodiscos, que fueron inoculados con *Trametes versicolor*, en contraste con la condición inicial. Se destaca que el tratamiento ARI-3 (72h/2rpm) exhibe un acercamiento al nivel de STD óptimo, marcando una diferencia respecto a los tratamientos ya mencionados.

g) Evaluación del tiempo de exposición adecuado en la disminución de SS.

En el presente diagrama se aprecian las mediciones de SS en relación a los tres procedimientos llevados a cabo en distintos intervalos temporales, junto con el contenido inicial que refleja el estado previo a la implementación de dichos procedimientos.

Figura 18: Variación de SS respecto al tiempo de exposición.



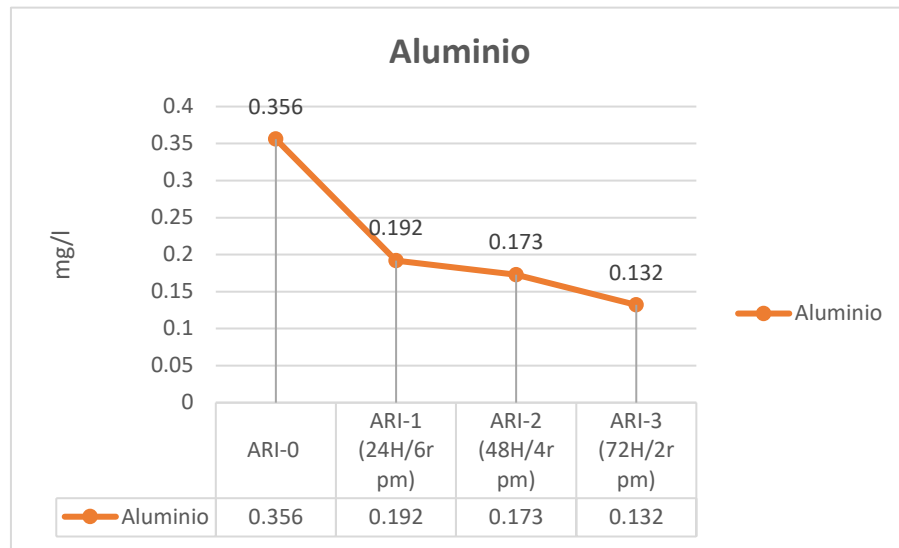
Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 18, se visualizan los desenlaces relativos a la alteración del valor de SS. A primera vista, se evidencia una tendencia positiva en SS en los tres procedimientos ejecutados en el sistema de biodiscos, que fueron inoculados con *Trametes versicolor*, en contraste con la condición inicial. Se destaca que el tratamiento ARI-3 (72h/2rpm) exhibe un acercamiento al nivel de SS óptimo, marcando una diferencia respecto a los tratamientos ya mencionados.

h) Evaluación del tiempo de exposición adecuado en la disminución de aluminio.

En el presente diagrama se aprecian las mediciones de aluminio en relación a los tres procedimientos llevados a cabo en distintos intervalos temporales, junto con el contenido inicial que refleja el estado previo a la implementación de dichos procedimientos.

Figura 19: Variación de aluminio respecto al tiempo de exposición.



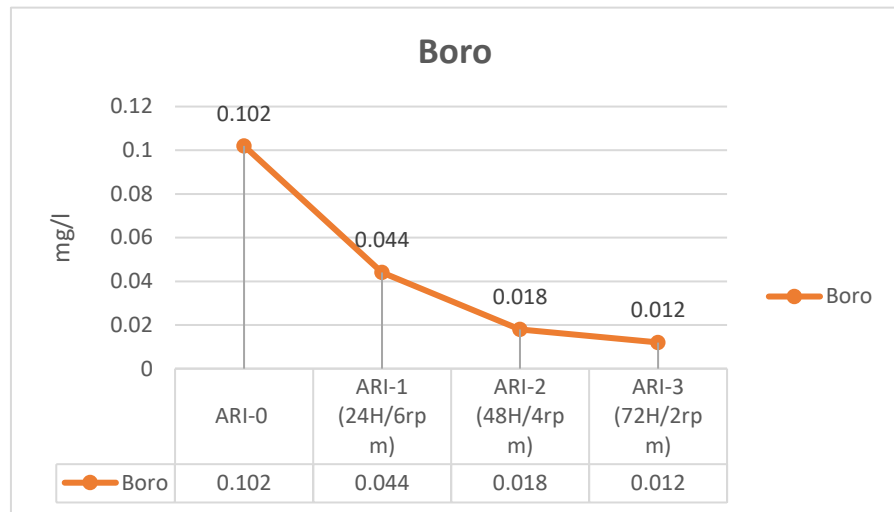
Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 19, se visualizan los desenlaces relativos a la alteración del valor de aluminio. A primera vista, se evidencia una tendencia positiva en aluminio en los tres procedimientos ejecutados en el sistema de biodiscos, que fueron inoculados con *Trametes versicolor*, en contraste con la condición inicial. Se destaca que el tratamiento ARI-3 (72h/2rpm) exhibe un acercamiento al nivel de aluminio óptimo, marcando una diferencia respecto a los tratamientos ya mencionados.

i) Evaluación del tiempo de exposición adecuado en la disminución de boro.

En el presente diagrama se aprecian las mediciones de boro en relación a los tres procedimientos llevados a cabo en distintos intervalos temporales, junto con el contenido inicial que refleja el estado previo a la implementación de dichos procedimientos.

Figura 20: Variación de boro respecto al tiempo de exposición.



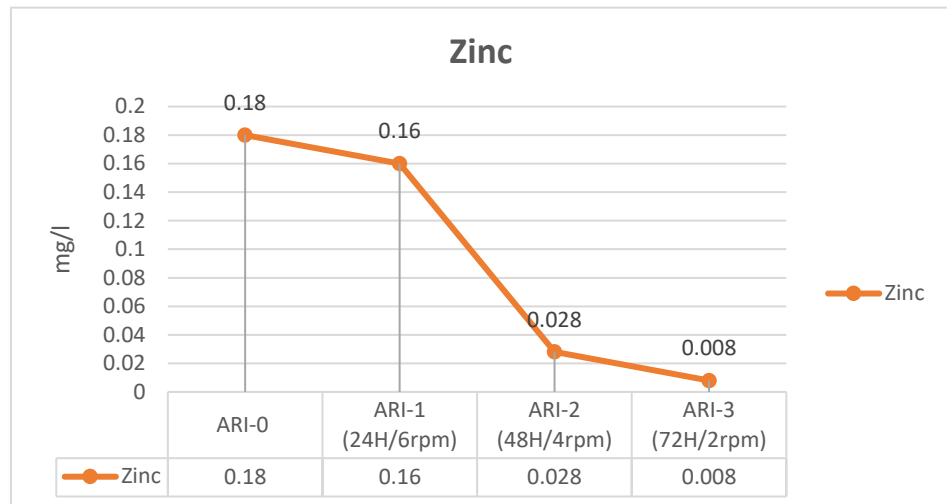
Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 20, se visualizan los desenlaces relativos a la alteración del valor de boro. A primera vista, se evidencia una tendencia positiva en el nivel de boro en los tres procedimientos ejecutados en el sistema de biodiscos, que fueron inoculados con *Trametes versicolor*, en contraste con la condición inicial. Se destaca que el tratamiento ARI-3 (72h/2rpm) exhibe un acercamiento al nivel de boro óptimo, marcando una diferencia respecto a los tratamientos ya mencionados.

j) Evaluación del tiempo de exposición adecuado en la disminución de zinc.

En el presente diagrama se aprecian las mediciones de zinc en relación a los tres procedimientos llevados a cabo en distintos intervalos temporales, junto con el contenido inicial que refleja el estado previo a la implementación de dichos procedimientos.

Figura 21: Variación de zinc respecto al tiempo de exposición.



Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 21, se visualizan los desenlaces relativos a la alteración del valor de zinc. A primera vista, se evidencia una tendencia positiva en el nivel de boro en los tres procedimientos ejecutados en el sistema de biodiscos, que fueron inoculados con *Trametes versicolor*, en contraste con la condición inicial. Se destaca que el tratamiento ARI-3 (72h/2rpm) exhibe un acercamiento al nivel de boro óptimo, marcando una diferencia respecto a los tratamientos ya mencionados.

4.4. Eficiencia del sistema

Tabla 6: Eficiencia de remoción de parámetros físicoquímicos y biológicos en T-1, T-2 y T-3

N°	PARÁMETROS	TRATAMIENTO	C. INICIAL	C. FINAL	UNIDAD	PORCENTAJE DE EFICIENCIA (%)
1	DBO5	T – 1	65.8	<2.0	Mg/l	97.11%
		T – 2	65.8	<2.0	Mg/l	97.11%
		T – 3	65.8	<2.0	Mg/l	97.11%
2	DQO	T – 1	145	46.3	MgO2/l	68.07%
		T – 2	145	10.6	MgO2/l	92.09%
		T – 3	145	9.4	MgO2/l	93.52%
3	SST	T – 1	99.3	31.36	Mg/l	68.42%
		T – 2	99.3	15.9	Mg/l	83.99%
		T – 3	99.3	6.91	Mg/l	93.04%
4	Aceites y grasas	T – 1	18	0.8	Mg/l	95.56%
		T – 2	18	0.7	Mg/l	96.11%
		T – 3	18	0.6	Mg/l	96.67%
5	STD	T – 1	297	296	Mg/l	0.34%
		T – 2	297	285	Mg/l	4.04%
		T – 3	297	277	Mg/l	6.73%
6	SS	T – 1	3.5	0.8	Mg/l	77.14%
		T – 2	3.5	0.4	Mg/l	88.57%
		T – 3	3.5	0.1	Mg/l	97.14%
7	Aluminio	T – 1	0.356	0.192	Mg/l	46.07%
		T – 2	0.356	0.173	Mg/l	51.40%

8	Boro	T – 3	0.356	0.132	Mg/l	62.92%
		T – 1	0.102	0.044	Mg/l	56.86%
		T – 2	0.102	0.018	Mg/l	82.35%
		T – 3	0.102	0.012	Mg/l	88.24%
9	Zinc	T – 1	0.18	0.16	Mg/l	11.11%
		T – 2	0.18	0.028	Mg/l	84.44%
		T – 3	0.18	0.008	Mg/l	95.56%

Fuente: Elaboración propia

Con el fin de evaluar la eficiencia mediante el empleo de un sistema de biodiscos con *Trametes versicolor*, se utilizará la presente fórmula:

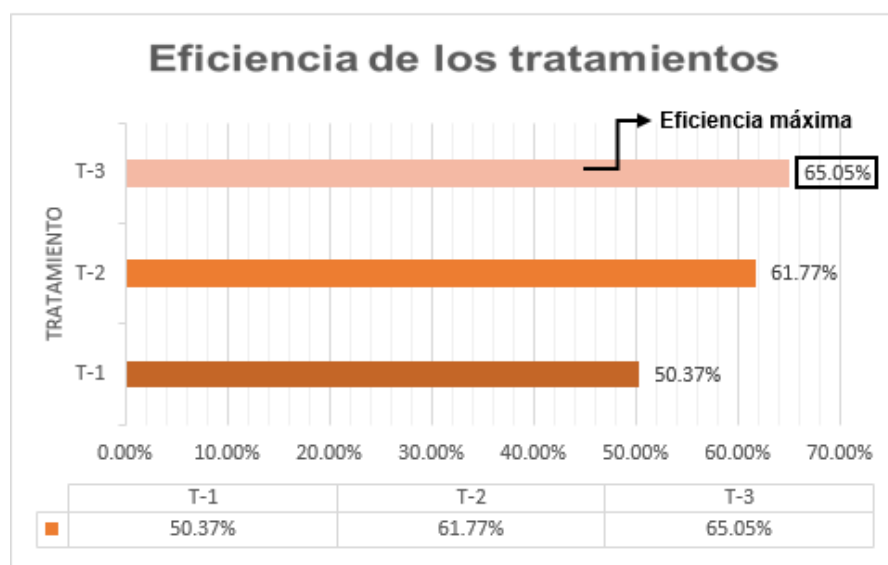
$$\text{Eficiencia de remoción (\%)} = \frac{C. \text{ de entrada} - C. \text{ de salida}}{C. \text{ de entrada}} * 100$$

En la tabla N°7, se observan los porcentajes de remoción para cada uno de los parámetros evaluados después del tratamiento de biodiscos, en donde se destaca el tratamiento T-3 (72h/2rpm) ya que refleja porcentajes de remoción importantes en: DBO5, DQO, SST, AyG, STD, SS, aluminio, boro y zinc con 97.11%, 11.32%, 93.04%, 96.67%, 6.73%, 97.14%, 62.92%, 88.24%, 95.56% respectivamente.

4.4.1. Eficiencia alcanzada en el tratamiento

La eficiencia de remoción de metales totales por parte del hongo *T. Versicolor* durante los tratamientos es visible en el gráfico siguiente:

Figura 22: Eficiencia alcanzada en los tratamientos



Fuente: Elaboración propia

En la figura N° 22 se evidencia la máxima eficacia obtenida a través de la implementación de tres tratamientos puestos en marcha a diferentes condiciones. Se puede observar que el tratamiento más eficiente con Trametes versicolor fue el T-3 que fue de 72 horas a 2rpm.

4.4.2. Contrastación estadística

a) Análisis de varianza ANOVA

En el cuadro a continuación se presentan los datos estadísticos descriptivos, evidenciando disparidades estándar entre los distintos grupos.

Tabla 7: Estadística descriptiva de la desviación estándar por grupos.

Estadísticos descriptivos				
Variable dependiente: VAR00003				
VAR00001	VAR00002	Media	Desv. Desviación	N
GRUPO CONTROL	PH	7,7600	.	1
	Temperatura	15,5000	.	1
	SDT	297,0000	.	1
	SS	3,5000	.	1
	SST	99,3000	.	1
	AyG	18,0000	.	1
	DBO5	65,8000	.	1
	DQO	145,0000	.	1
	Al	,3560	.	1
	B	,1020	.	1
	Zn	,1800	.	1
	Total	59,3180	92,38839	11
TRATAMIENTO 1	PH	6,4700	.	1
	Temperatura	20,7000	.	1
	SDT	296,0000	.	1
	SS	,8000	.	1

	SST	31,3600	.	1
	AyG	,8000	.	1
	DBO5	1,9000	.	1
	DQO	46,3000	.	1
	Al	,1920	.	1
	B	,0440	.	1
	Zn	,1600	.	1
	Total	36,7933	87,36547	11
TRATAMIENTO 2	PH	6,1800	.	1
	Temperatura	26,0000	.	1
	SDT	285,0000	.	1
	SS	,4000	.	1
	SST	15,9000	.	1
	AyG	,7000	.	1
	DBO5	1,8000	.	1
	DQO	10,6000	.	1
	Al	,1730	.	1
	B	,0180	.	1
	Zn	,0280	.	1
	Total	31,5272	84,48354	11
TRATAMIENTO 3	PH	7,1200	.	1
	Temperatura	25,3000	.	1
	SDT	277,0000	.	1
	SS	,1000	.	1
	SST	6,9100	.	1
	AyG	,6000	.	1
	DBO5	1,8000	.	1
	DQO	9,4000	.	1
	Al	,1320	.	1
	B	,0120	.	1

	Zn	,0080	.	1
	Total	29,8529	82,31425	11

Fuente: IBM SPSS statistics.

Hipótesis

H₀: La media de todos los grupos son iguales.

H₁: No todas las medias de los grupos son iguales.

Regla de decisión

Cuando p valor < 0.05 rechazamos la H₀ y aceptamos la H₁.

Cuando p valor > 0.05 rechazamos la H₁ y aceptamos la H₀.

Tabla 8: Tabla de varianza ANOVA

ANOVA muestras repetidas						
Medida: MEASURE_1						
Origen		Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
CONTAMINACIÓN _AGUA	Esféricidad asumida	37603,000	3	12534,333	33,651	,000
	Greenhouse-Geisser	37603,000	1,828	20572,829	33,651	,000
	Huynh-Feldt	37603,000	2,216	16972,430	33,651	,000
	Límite inferior	37603,000	1,000	37603,000	33,651	,000

Fuente: IBM SPSS statistics.

La tabla exhibe el procedimiento de análisis de varianza ANOVA de medidas repetidas, en virtud de que se examinaron las medias de tres conjuntos en condiciones de tratamiento y un conjunto de control, arrojando un valor de p-valor de 0,000, que reside por debajo del umbral de 0,05. Dicha constatación nos conduce a la inferencia de que "no existe igualdad entre todas las medias de los grupos".

Prueba de Tukey

A partir del análisis de varianza realizado en el estudio, se concluye que las magnitudes de los conjuntos no son uniformes en su totalidad. Por consiguiente, se propone incorporar la siguiente sección que integre el procedimiento de prueba de Tukey destinado a los diferentes grupos.

Tabla 9: Prueba Tukey para determinar el mejor tratamiento.

Comparaciones múltiples						
Variable dependiente: CARGA CONTAMINANTE EN AGUAS RESIDUALES						
HSD Tukey						
(I) TRATAMIENTOS	(J) TRATAMIENTOS	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
MEDICIÓN INICIAL	TRATAMIENTO 1	-55,09091 [*]	11,77285	,000	-86,6471	-23,5347
	TRATAMIENTO 2	-65,36364 [*]	11,77285	,000	-96,9198	-33,8075
	TRATAMIENTO 3	-67,36364 [*]	11,77285	,000	-98,9198	-35,8075
TRATAMIENTO 1	MEDICIÓN INICIAL	55,09091 [*]	11,77285	,000	23,5347	86,6471
	TRATAMIENTO 2	-10,27273	11,77285	,819	-41,8289	21,2834
	TRATAMIENTO 3	-12,27273	11,77285	,726	-43,8289	19,2834
TRATAMIENTO 2	MEDICIÓN INICIAL	65,36364 [*]	11,77285	,000	33,8075	96,9198
	TRATAMIENTO 1	10,27273	11,77285	,819	-21,2834	41,8289
	TRATAMIENTO 3	-2,00000	11,77285	,998	-33,5562	29,5562
TRATAMIENTO 3	MEDICIÓN INICIAL	67,36364 [*]	11,77285	,000	35,8075	98,9198
	TRATAMIENTO 1	12,27273	11,77285	,726	-19,2834	43,8289
	TRATAMIENTO 2	2,00000	11,77285	,998	-29,5562	33,5562

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Fuente: IBM SPSS statistics.

El procedimiento de Honest Significant Difference (HSD) de Tukey se despliega para establecer comparaciones entre los tres tratamientos en relación al grupo control, dada la existencia de una varianza sustancial y un impacto discernible en los tratamientos. A través de esta evaluación, es posible deducir que el tratamiento 3 se revela como el más notable en la disminución de la contaminación en el agua, ya que su valor de P-valor es 0,000, situándose por debajo del nivel de significancia de 0,05.

V. DISCUSIÓN

Discusión del objetivo “Determinar la eficacia del hongo *Trametes versicolor* en la reducción de los parámetros orgánicos y físico-químicos presentes en las aguas residuales del centro de salud”. Los resultados del estudio cuasiexperimental demostraron que el tratamiento de los parámetro con concentración inicial SDT con 297 mg/L , SS con 3.5 mg/L, SST con 99.3 mg/L, aceites y grasas con 18 mg/L , DBO5 65.8 mg/L, DBQ 145 mgO₂./L y final SDT con 277 mg/L , SS con 0.1 mg/L , SST con 6.91 mg/L, aceites y grasas con 0.6 mg/L , DBO5 1.8 mg/L, DBQ 9.4 mgO₂./L, comparados con la primera muestra antes del tratamiento presentan una porcentaje de degradabilidad favorable.

Con respecto al segundo objetivo “Analizar la capacidad del hongo *Trametes versicolor* para reducir la carga contaminante de los metales pesados presentes en aguas residuales del centro de salud”, al comparar los resultados obtenidos con el tratamiento, antes y después se encontró que el hongo y su capacidad de bioacumulacion logro la remoción de metales pesados en los parámetro con concentración inicial: Al con 0.356 mg/L , B con 0.102 mg/L , Zn con 0.18 mg/L. y final, Al con 0.132 mg/L , B con 0.12 mg/L , Zn con 0.008 mg/L. comparados con la primera muestra antes del tratamiento presenta un porcentaje de degradabilidad favorable

Con respecto al Tercer objetivo “Evaluar la posibilidad de utilizar el hongo *Trametes versicolor* como alternativa de tratamiento de aguas residuales en el centro de salud”, Los hallazgos obtenidos en este estudio tienen implicaciones importantes para la aplicabilidad del tratamiento con el hongo *Trametes versicolor* en el centro de salud y otras instalaciones similares. La capacidad del hongo para reducir eficazmente la carga orgánica, mejora los parámetros físico-químicos y metales del agua residual lo convierte en una opción atractiva como alternativa de tratamiento de aguas residuales.

VI. CONCLUSIONES

Se concluye que el uso del hongo *Trametes versicolor* en el tratamiento de aguas residuales del centro de salud Cusco en el año 2023 presenta un potencial efectivo en la disminución de contaminantes como DBO5, DQO, aceites y grasas, SST, STD, SS, aluminio, boro y zinc existentes en las aguas residuales.

Se concluye que la acción enzimática del hongo *Trametes versicolor* demuestra ser capaz de degradar de manera efectiva los contaminantes orgánicos (DBO5, DBQ, aceites y grasas) y físico-químicos (SDT, SS, SST) presentes en las aguas servidas del centro de salud, lo que resalta su potencial para elevar la calidad del agua.

Se concluye que el hongo *Trametes versicolor* muestra la capacidad de absorber y reducir la cantidad de metales pesados presentes en las aguas servidas del centro de salud en donde los parámetros, Al, B, Zn mostraron reducción de carga siendo significativos, lo que sugiere una estrategia prometedora para abordar la problemática de estos contaminantes.

Se concluye que el uso del hongo *Trametes versicolor* como tratamiento de aguas residuales en el centro de salud puede llevar a una disminución significativa de la carga contaminante, a su vez, al ser un agente natural y no requerir de productos químicos establece su viabilidad como alternativa económica y respetuosa con el entorno en la gestión de aguas residuales.

VII. RECOMENDACIONES

- 1) Se recomienda realizar más investigaciones y estudios para profundizar en la eficiencia del tratamiento con *Trametes versicolor* en diferentes contextos y condiciones específicas. Esto permitirá comprender mejor su potencial y limitaciones en la biorremediación de aguas servidas contaminadas con metales pesados u otros contaminantes.
- 2) Se recomienda tener en consideración los siguientes metales: Ba, Ca, Sr, P, Fe, Mg, Si y Na ya que si bien no se detectó disminución significativa por parte del hongo estos también se encuentran presentes aguas residuales hospitalarias.
- 3) Si bien los resultados del estudio indican una alta disminución de contaminantes bajo las condiciones específicas de 72 horas a 2 rpm, se sugiere realizar pruebas a escala real o pilotos en condiciones más cercanas a las de una PTAR. Esto permitirá verificar la correspondencia de los resultados adquiridos en el laboratorio. se traducen en una reducción significativa de contaminantes en situaciones prácticas.
- 4) La eficacia del tratamiento con *Trametes versicolor* debe considerarse en conjunto con la viabilidad económica. Se recomienda efectuar un análisis sobre la correlación entre costos y beneficios para establecer si esta tecnología es económicamente viable en comparación con otras opciones de tratamiento disponibles.

REFERENCIAS

1. Macarena Muñoz, Patricia García-Muñoz, Gema Pliego, Zahara M. de Pedro, Juan A. Zazo, Jose A. Casas y Juan J. Rodríguez (2018). Tratamiento de aguas residuales hospitalarias mediante el proceso Fenton. Disponible en:
<https://www.aguasresiduales.info/revista/articulos/tratamiento-de-aguas-residuales-hospitalarias-mediante-el-proceso-fenton>
2. Jianlong Wang, Shizong Wang (2016). Removal of pharmaceuticals and personal care products (PPCPs) from wastewater: A review. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2016.07.049>
3. Rebeca Tormo-Budowski, Juan Carlos Cambroner-Heinrichs, J. Esteban Durán, Mario Masís-Mora, Didier Ramírez-Morales, José Pablo Quirós- Fournier, Carlos E. Rodríguez-Rodríguez (2021). Removal of pharmaceuticals and ecotoxicological changes in wastewater using *Trametes versicolor*: A comparison of fungal stirred tank and trickle-bed bioreactors. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.128210>
4. Andreia Silva, Cristina Delerue-Matos, Sónia A. Figueiredo, Olga M. Freitas (2019). The Use of Algae and Fungi for Removal of Pharmaceuticals by Bioremediation and Biosorption Processes: A Review. <https://doi.org/10.3390/w11081555>
5. Efaq Noman, Adel Al-Gheethi, Radin Maya Saphira Radin Mohamed & Balkis A. Talip (2019). Myco-Remediation of Xenobiotic Organic Compounds for a Sustainable Environment: A Critical Review. <https://doi.org/10.1007/s41061-019- 0241-8>
6. Ángela J. Arévalo-Arbeláez (2017). Descripción de la microbiota bacteriana residente en el biosólido generado en la planta de tratamiento de aguas residuales San Fernando. Itagüí, Colombia. <https://doi.org/10.15446/rsap.v19n6.67950>
7. Senar Aydin, Mehmet Emin Aydin, Arzu Ulvi & Havva Kilic (2018). Antibiotics in hospital effluents: occurrence, contribution to urban wastewater, removal in a wastewater treatment plant, and environmental risk assessment <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3563-0>
8. Carles Cruz-Morató, Daniel Lucas, Marta Llorca, Sara Rodríguez Mozaz, Marina Gorga, Mira Petrovic, Damià Barceló, Teresa Vicent, Montserrat

- Sarrà, Ernest Marco-Urrea (2014). Tratamiento de aguas residuales hospitalarias mediante biorreactor fúngico: eficiencia de eliminación de compuestos farmacéuticos y disruptores endocrinos. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.05.117>
9. Pia Väilitalo, Antonina Kruglova, Anna Mikola, Riku Vahala (2017). Toxicological impacts of antibiotics on aquatic micro-organisms: A mini-review <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2017.02.003>
 10. Bingrui Ma, Changkun Zhao, Shanshan Li, Mengchun Gao, Zonglian She, Nalin g Yu, Liang Guo, Yangguo Zhao, Chunji Jin (2020). Effects of transient 3- chloroaniline shock loading on the performance, microbial community and enzymatic activity of sequencing batch reactor. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.110017>
 11. Ngoc Han Tran, Martin Reinhard, Eakalak Khan, Huiting Chen, Viet Tung Nguyen, Yiwen Li, Shin Giek Goh, Q.B. Nguyen, Nazanin Saeidi, Karina Yew- Hoong Gin (2019). Emerging contaminants in wastewater, stormwater runoff, and surface water: Application as chemical markers for diffuse sources. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.04.160>
 12. Hai Lin, Lintian Jiang, Bing Li, Yingbo Dong, Yin Hai He, Yong Qiu (2019). Screening and evaluation of heavy metals facilitating antibiotic resistance gene transfer in a sludgebacterial community. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.133862>
 13. Guang-Guo Ying, Rai S. Kookana, Dana W. Kolpin (2009). Occurrence and removal of pharmaceutically active compounds in sewage treatment plants with different technologies. <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2009/EM/b904548a>
 14. Daniela Hernández-Sáenz, Cindy Stephanie Puentes-Morales, Juan Felipe Mateus-Maldonado, Lucas David Pedroza-Camacho, Julio Ramírez-Rodríguez, Claudia Marcela Rivera-Hoyos, Aura Marina Pedroza-Rodríguez (2020). Evaluación del consorcio entre *Pleurotus ostreatus*, *Trametes versicolor* y bacterias aeróbicas para la remoción de colorante sintético. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v22n1.82735>
 15. Marina M. Atilano-Camino, Luis H. Álvarez-Valencia, Alcione García-González, Refugio B. García-Reyes (2020). Improving laccase production from *Trametes versicolor* using lignocellulosic residues as cosubstrates

- and evaluation of enzymes for blue wastewater biodegradation. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111231>
16. Xing-pan Guo, Yi Yang, Zuo-shun Niu, Da-Pei Lu, Chun-hong Zhu, Jing-nan Feng, Jia-yuan Wu, Yu-ru Chen, Fei-yun Tou, Min Liu, Lijun Hou (2019). Characteristics of microbial community indicate anthropogenic impact on the sediments along the Yangtze Estuary and its coastal area, China <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.162>
 17. Anwar Hossain, Shihori Nakamichi, Md. Habibullah-Al-Mamun, Keiichiro Tani, Shigeki Masunaga, Hiroyuki Matsuda (2018). Occurrence and ecological risk of pharmaceuticals in river surface water of Bangladesh. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2018.04.030>
 18. Josep Anton Mir-Tutusaus, Eloi Parladé, Marta Villagrasa, Damià Barceló, Sara Rodríguez-Mozaz, Maira Martínez-Alonso, Núria Gaju, Montserrat Sarrà & Glòria Caminal (2019). Long-term continuous treatment of non-sterile real hospital wastewater by *Trametes versicolor*. <https://doi.org/10.1186/s13036-019-0179-y>
 19. M. Bernats; T. Juhna (2018). Removal of phenols-like substances in pharmaceutical wastewater with fungal bioreactors by adding *Trametes versicolor*. <https://doi.org/10.2166/wst.2018.340>
 20. Cruz del Álamo, M.I. Pariente, F. Martínez, R. Molina (2021). Advanced bio-oxidation of fungal mixed cultures immobilized on rotating biological contactors for the removal of pharmaceutical micropollutants in a real hospital wastewater. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.128002>
 21. Kathleen F. Benson, Paul Stamets, Renee Davis, Regan Nally, Alex Taylor, Sonya Slater, Gitte S. Jensen (2019). The mycelium of the *Trametes versicolor* (Turkey tail) mushroom and its fermented substrate each show potent and complementary immune activating properties in vitro. <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2681-7>
 22. Rohitashw Kumar, Mahrukh Qureshi, Dinesh Kumar Vishwakarma, Nadhir Al- Ansari, Alban Kuriqi, Ahmed Elbeltagi, Anuj Saraswat (2022). A review on emerging water contaminants and the application of sustainable removal technologies. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2022.100219>
 23. Nor Zaiha Arman, Salmiati Salmiati, Azmi Aris, Mohd Razman Salim, Tasnia Hassan Nazifa, Mimi Suliza Muhamad, Marpongahtun

- Marpongahtun (2021). A Review on Emerging Pollutants in the Water Environment: Existences, Health Effects and Treatment Processes. <https://doi.org/10.3390/w13223258>
- 24.** Sébastien Sauvé, Mélanie Desrosiers (2014). A review of what is an emerging contaminant. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-8-15>
- 25.** Galit Akerman-Sanchez, Keilor Rojas-Jimenez (2021). Fungi for the bioremediation of pharmaceutical-derived pollutants: A bioengineering approach to water treatment. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2021.100071>
- 26.** Josep Anton Mir-Tutusaus, Glòria Caminal, Montserrat Sarrà (2018). Influence of process variables in a continuous treatment of non-sterile hospital wastewater by *Trametes versicolor* and novel method for inoculum production. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.02.018>
- 27.** Pedreros Calvo, C., Valderrama Lopez, K., Agudelo Valencia, R. N., Pérez Cortés, K., & Campo, C. (2021). Reducción de la concentración de DQO y COT en aguas residuales de la industria farmacéutica empleando ozono catalizado por Fe^{2+} . Estudio de caso a escala real. <https://doi.org/10.21789/22561498.1707>
- 28.** Sánchez Barboza, L. (2015). Control borroso para la valoración del impacto ambiental generado por contaminantes emergentes en aguas residuales hospitalarias. *Gestión Y Ambiente*, 18(1), 81–93. Recuperado a partir de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/43541>
- 29.** Rodríguez-Miranda, J. P., García-Ubaque, C. A., & García-Vaca, M. C. (2016). Gestión ambiental en hospitales públicos: aspectos del manejo ambiental en Colombia. *Revista De La Facultad De Medicina*, 64(4), 621–624. <https://doi.org/10.15446/revfacmed.v64n4.54772>
- 30.** Asif, M.B., Hai, F.I., Singh, L. et al. Degradation of Pharmaceuticals and Personal Care Products by White-Rot Fungi—a Critical Review. *Curr Pollution Rep* 3, 88– 103 (2017). <https://doi.org/10.1007/s40726-017-0049-5>
- 31.** Brigita Dalecka, Martins Strods, Pavels Cacivkins, Elina Ziverte, Gunaratna Kuttuva Rajarao, Talis Juhna (2021). Removal of pharmaceutical compounds from municipal wastewater by bioaugmentation with fungi: An emerging strategy using fluidized bed pelleted biorreactor. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2021.100086>.
- 32.** D. Lucas, F. Castellet-Rovira, M. Villagrasa, M. Badia-Fabregat, D.

- Barceló, T. Vicent, G. Caminal, M. Sarrà, S. Rodríguez-Mozaz, (2018). The role of sorption processes in the removal of pharmaceuticals by fungal treatment of wastewater, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.118>.
- 33.** Qingwei Bu, Xiao Shi, Gang Yu, Jun Huang, Bin Wang (2016). Assessing the persistence of pharmaceuticals in the aquatic environment: Challenges and needs. <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2016.05.003>.
- 34.** D. Lucas, D. Barceló, S. Rodríguez-Mozaz (2016). Removal of pharmaceuticals from wastewater by fungal treatment and reduction of hazard quotients, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.074>.
- 35.** A. Cruz del Álamo, M.I. Pariente, F. Martínez, R. Molina (2020). Trametes versicolor immobilized on rotating biological contactors as alternative biological treatment for the removal of emerging concern micropollutants. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.115313>.
- 36.** Laura Palli, Francesc Castellet-Rovira, Miriam Pérez-Trujillo, Donatella Caniani, Montserrat Sarrà-Adroguer, Riccardo Gori (2017). Preliminary evaluation of Pleurotus ostreatus for the removal of selected pharmaceuticals from hospital wastewater. <https://doi.org/10.1002/btpr.2520>
- 37.** A. Mir-Tutusaus, E. Parladé, M. Llorca, M. Villagrasa, D. Barceló, S. Rodríguez-Mozaz, M. Martínez-Alonso, N. Gaju, G. Caminal, M. Sarrà (2017). Pharmaceuticals removal and microbial community assessment in a continuous fungal treatment of non-sterile real hospital wastewater after a coagulation - flocculation pretreatment. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2017.03.005>.
- 38.** Ángela Moratalla, Salvador Cotillas, Engracia Lacasa, Carmen M. Fernández-Marchante, Sonia Ruiz, Ana Valladolid, Pablo Cañizares, Manuel A. Rodrigo, Cristina Sáez (2022). Occurrence and toxicity impact of pharmaceuticals in hospital effluents: Simulation based on a case of study, <https://doi.org/10.1016/j.psep.2022.09.066>.
- 39.** M.I. Pariente, Y. Segura, S. Álvarez-Torrellas, J.A. Casas, Z.M. de Pedro, E. Diaz, J. García, M.J. López-Muñoz, J. Marugán, A.F. Mohedano, R. Molina, M. Muñoz, C. Pablos, J.A. Perdigón-Melón, A.L. Petre, J.J. Rodríguez, M. Tobajas, F. Martínez (2022). Critical review of technologies for the on-site treatment of hospital wastewater: From conventional to combined advanced processes.

- <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115769>
40. Xuan Yu, Chunlan Mao, Wenxue Wang, Saurabh Kulshrestha, Peng Zhang, Muhammad Usman, Simin Zong, Mian Gul Hilal, Yitian Fang, Huawen Han, Xiangkai Li (2023). Reduction of metronidazole in municipal wastewater and protection of activated sludge system using a novel immobilized *Aspergillus tabacinus* LZ-M. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2022.128509>
41. Akyol, Ç., Ince, O., Bozan, M., Ozbayram, E. G., & Ince, B. (2019). Biological pretreatment with *Trametes versicolor* to enhance methane production from lignocellulosic biomass: A metagenomic approach. *Industrial Crops and Products*, 140. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111659>
42. Nguyen BTT, Le VV, Nguyen HTT, Nguyen LT, Tran TTT, Ngo NX. Requerimientos nutricionales para mejorar el crecimiento micelial y rendimiento de *Trametes versicolor*. *J App Biol Biotecnología*. 2021;9(1):1-7. DOI: 10.7324/JABB.2021.9101
43. Nutritional requirements for the enhanced mycelial growth and yield performance of *Trametes versicolor* Bich Thuy Thi Nguyen, Ve Van Le, Huyen Trang Thi Nguyen, Luyen Thi Nguyen, Thuy Trang Thi Tran, Nghien Xuan Ngo. Department of Microbial Biotechnology, Faculty of Biotechnology, Vietnam National University of Agriculture, Hanoi 131000, Vietnam. 2 Department of Environmental Biotechnology, KRIBB School of Biotechnology, Korea University of Science and Technology (UST), 217 Gajeong-ro, Yuseong <https://doi.org/10.7324/JABB.2021.9101>
44. Bernats, M., & Juhna, T. (2018). Removal of phenols-like substances in pharmaceutical wastewater with fungal bioreactors by adding *Trametes versicolor*. *Water Science and Technology*, 78(4), 743–750. <https://doi.org/10.2166/wst.2018.340>

ANEXOS

Ficha de validación (Primer experto)

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
CARACTERÍSTICAS INICIALES DEL AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA

I. Datos generales

Nombre del validador	JUAN JOSE ZUNIGA NEGRÓN
Especialidad del validador	MAESTRO EN CAMBIO CLIMÁTICO Y DES. SOSTENIBLE
Autor del instrumento	

II. Aspectos para su validación

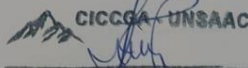
Criterios	Descripción	Bajo			Regular			Buena			Muy Buena			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	95	100	
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje comprensible												X	
2. Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos												X	
3. Actualidad	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												X	
4. Organización	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables e indicadores										X			
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												X	
8. Metodología	La estrategia responde a una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis												X	
9. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis y variables e indicadores												X	
10. Trascendencia	El instrumento muestra diseño y operacionalización de carácter trascendentales												X	

III. Opinión de aplicabilidad

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación SI
- El instrumento no cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación

IV. Promedio de valoración (alfa de Cronbach)

94



MSc. Ing. Juan Jose Zuniga Negron
ESPECIALISTA AMBIENTAL
Nombre: JUAN JOSE ZUNIGA NEGRON
DNI: 23989604
CIP: 203154

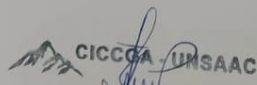
FICHA DE REGISTRO N°1
CARACTERÍSTICAS INICIALES DEL AGUA RESIDUAL

I. Datos general

	Ficha de registro de las características físicas, químicas y microbiológicas en el agua residual (Iniciales)	Instrumento N°1
Título	Potencial del hongo basidiomiceto (<i>Trametes versicolor</i>) para reducción de carga contaminante en aguas residuales de un centro de salud, Cusco 2023	
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales	
Facultad	Ingeniería y Arquitectura	
Realizado por	Bach. Condori Aguilar, Lessly Esthefany (https://orcid.org/0000-0003-3275-9663) Bach. Pérez García, José Luis (https://orcid.org/0000-0003-2963-4712)	
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom (https://orcid.org/0000-0001-8338-4481)	

II. Datos y resultados de la muestra de agua

N°	Código	Parámetro	Resultado	Unidad



MSc. Ing. Juan José Zuñiga Negron
ESPECIALISTA AMBIENTAL

Nombre: JUAN J. ZUNIGA N.
DNI: 23989604
CIP: 203154

Nombre: _____

Nombre: _____

**FICHA DE REGISTRO N°2
CARACTERÍSTICAS INICIALES DEL AGUA RESIDUAL**

I. Datos general

	Ficha de observación de las características físicas, químicas y microbiológicas en el agua residual (Finales)	Instrumento N°2
Titulo	Potencial del hongo basidiomiceto (<i>Trametes versicolor</i>) para reducción de carga contaminante en aguas residuales de un centro de salud, Cusco 2023	
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales	
Facultad	Ingeniería y Arquitectura	
Realizado por	Bach. Condori Aguilar, Lessly Esthefany (https://orcid.org/0000-0003-3275-9663) Bach. Pérez García, José Luis (https://orcid.org/0000-0003-2963-4712)	
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom (https://orcid.org/0000-0001-8338-4481)	

II. Datos y resultados de la muestra de agua

N°	Tratamiento	Contenido de parámetros físicos, químicos y biológicos								
		DBO5	DQO	SST	SDT	SS	Aceites y grasas	Metales totales	pH	Temperatura
1	24h/6rpm									
2	48h/4rpm									
3	72h/2rpm									

 **CICCCA - INSAAC**
 MSc. Ing. Juan José Zuñiga Negron
 ESPECIALISTA AMBIENTAL

Nombre: JUAN JOSÉ ZUÑIGO
 DNI: 23989604
 CIP: 203154

Nombre: _____

Nombre: _____

: Ficha de validación (Segundo experto)

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
CARACTERÍSTICAS INICIALES DEL AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA

I. Datos generales

Nombre del validador	ING. STEPHANIE MILAGROS CASAS TORIBIO
Especialidad del validador	RECURSOS HIDRICOS, CAMBIO CLIMATICO Y SISTEMAS DE GESTION
Autor del Instrumento	CONDORI LESSLY y PÉREZ JOSE LUIS

II. Aspectos para su validación

Criterios	Descripción	Bajo			Regular			Buena			Muy Buena		
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	95	100
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje comprensible											X	
2. Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos											X	
3. Actualidad	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												X
4. Organización	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables e indicadores												X
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												X
8. Metodología	La estrategia responde a una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis											X	
9. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis y variables e indicadores												X
10. Trascendencia	El instrumento muestra diseño y operacionalización de carácter trascendentales											X	

III. Opinión de aplicabilidad

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación

IV. Promedio de valoración (alfa de Cronbach)

0.9


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Stephanie Milagros Casas Toribio
INGENIERO AMBIENTAL
 Nombre: CIP 186174
ING. STEPHANIE MILAGROS CASAS TORIBIO

**FICHA DE REGISTRO N°1
CARACTERÍSTICAS INICIALES DEL AGUA RESIDUAL**

I. Datos general

	Ficha de registro de las características físicas, químicas y microbiológicas en el agua residual (Iniciales)	Instrumento N°1
Título	Potencial del hongo basidiomiceto (<i>Trametes versicolor</i>) para reducción de carga contaminante en aguas residuales de un centro de salud, Cusco 2023	
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales	
Facultad	Ingeniería y Arquitectura	
Realizado por	Bach. Condori Aguilar, Lessly Esthefany (https://orcid.org/0000-0003-3275-9663) Bach. Pérez García, José Luis (https://orcid.org/0000-0003-2963-4712)	
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom (https://orcid.org/0000-0002-0803-1261)	

II. Datos y resultados de la muestra de agua

N°	Código	Parámetro	Resultado	Unidad



Nombre:

Nombre:

ING. STEPHANIE MILAGROS
CASAS TORIBIO

Nombre:

**FICHA DE REGISTRO N°2
CARACTERÍSTICAS INICIALES DEL AGUA RESIDUAL**

I. Datos general

	Ficha de observación de las características físicas, químicas y microbiológicas en el agua residual (Finales)	Instrumento N°2
Título	Potencial del hongo basidiomiceto (<i>Trametes versicolor</i>) para reducción de carga contaminante en aguas residuales de un centro de salud, Cusco 2023	
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales	
Facultad	Ingeniería y Arquitectura	
Realizado por	Bach. Condori Aguilar, Lessly Esthefany (https://orcid.org/0000-0003-3275-9663) Bach. Pérez García, José Luis (https://orcid.org/0000-0003-2963-4712)	
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom (https://orcid.org/0000-0002-0803-1261)	

II. Datos y resultados de la muestra de agua

N°	Tratamiento	Contenido de parámetros físicos, químicos y biológicos								
		DBO5	DQO	SST	SDT	SS	Aceites y grasas	Metales totales	pH	Temperatura
1	24h/6rpm									
2	48h/4rpm									
3	72h/2rpm									


COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

Ing. Stephanie Milagros Casas Toribio
INGENIERO AMBIENTAL
CIP 185179

Nombre: _____

Nombre: _____

Nombre: _____

ING. STEPHANIE MILAGROS
CASAS TORIBIO

VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO
CARACTERÍSTICAS INICIALES DEL AGUA RESIDUAL HOSPITALARIA

I. Datos generales

Nombre del validador	Karla Luz Houdon López
Especialidad del validador	EIA
Autor del instrumento	

II. Aspectos para su validación

Criterios	Descripción	Bajo			Regular			Buena			Muy Buena		
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	100
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje comprensible												X
2. Objetividad	Esta adecuado a las leyes y principios científicos												X
3. Actualidad	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación												X
4. Organización	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X
5. Suficiencia	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												Y
6. Intencionalidad	Esta adecuado para valorar las variables e indicadores												X
7. Consistencia	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos												X
8. Metodología	La estrategia responde a una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis											Y	
9. Coherencia	Existe coherencia entre los problemas, objetivos, hipótesis y variables e indicadores												X
10. Trascendencia	El instrumento muestra diseño y operacionalización de carácter trascendentales												X

III. Opinión de aplicabilidad

- El instrumento cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación
- El instrumento no cumple puntualmente con los requisitos para su aplicación

IV. Promedio de valoración (alfa de Cronbach)

95%


 Karla Luz Houdon López
 Nombre/Pr. de Capores Ambientales
 CIP 122149

**FICHA DE REGISTRO N°1
CARACTERÍSTICAS INICIALES DEL AGUA RESIDUAL**

I. Datos general

	Ficha de registro de las características físicas, químicas y microbiológicas en el agua residual (Iniciales)	Instrumento N°1
Título	Potencial del hongo basidiomiceto (<i>Trametes versicolor</i>) para reducción de carga contaminante en aguas residuales de un centro de salud, Cusco 2023	
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales	
Facultad	Ingeniería y Arquitectura	
Realizado por	Bach. Condori Aguilar, Lessly Esthefany (https://orcid.org/0000-0003-3275-9663) Bach. Pérez García, José Luis (https://orcid.org/0000-0003-2963-4712)	
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom (https://orcid.org/0000-0002-0803-1261)	

II. Datos y resultados de la muestra de agua

N°	Código	Parámetro	Resultado	Unidad


Karla Luz Mercedes López
CIP 122149
Nombre: CIP 122149

Nombre:

Nombre:

**FICHA DE REGISTRO N°2
CARACTERÍSTICAS INICIALES DEL AGUA RESIDUAL**

I. Datos general

	Ficha de observación de las características físicas, químicas y microbiológicas en el agua residual (Finales)	Instrumento N°2
Título	Potencial del hongo basidiomiceto (<i>Trameles versicolor</i>) para reducción de carga contaminante en aguas residuales de un centro de salud, Cusco 2023	
Línea de investigación	Calidad y Gestión de los Recursos Naturales	
Facultad	Ingeniería y Arquitectura	
Realizado por	Bach. Condori Aguilar, Lessly Esthefany (https://orcid.org/0000-0003-3275-9663) Bach. Pérez García, José Luis (https://orcid.org/0000-0003-2963-4712)	
Asesor	Dr. Lozano Sulca, Yimi Tom (https://orcid.org/0000-0002-0803-1261)	

II. Datos y resultados de la muestra de agua

N°	Tratamiento	Contenido de parámetros físicos, químicos y biológicos								
		DBO5	DQO	SST	SDT	SS	Aceites y grasas	Metales totales	pH	Temperatura
1	24h/6rpm									
2	48h/4rpm									
3	72h/2rpm									


 Karla Luz Mendoza López
 Dra. en Ciencias Ambientales
 CIP 122149
 Nombre: _____

Nombre: _____

Nombre: _____



Universidad
César Vallejo

"AÑO DE LA UNIÓN, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

Callao, 05 de mayo de 2023

Señor(a)

CLOVER CHINCHAY HUANCAS

**INGENIERIA ENCARGADO DEL AREA DE INGENIERIA HOSPITALARIA
RED DE SERVICIO DE SALUD CUSCO SUR- QUIQUIJANA
CALLE PASION I-4**

Asunto: Autorizar para la ejecución del Proyecto de Investigación de Ingeniería Ambiental

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial Callao y en el mío propio, deseándole la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, a fin de que el(la) Bach. JOSE LUIS PEREZ GARCIA, con DNI 76083055, del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, pueda ejecutar su investigación titulada: **"POTENCIAL DEL HONGO BASIDIOMICETO (TRAMETES VERSICOLOR) PARA REDUCCIÓN DE CARGA CONTAMINANTE EN AGUAS RESIDUALES DE UN CENTRO DE SALUD, CUSCO 2023"**, en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

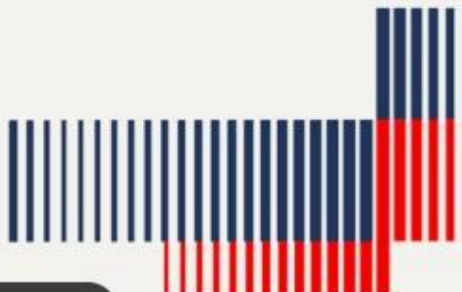
Atentamente,

Carlos Hung

COORDINADOR NACIONAL EPIM
PROGRAMA DE TITULACIÓN
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

cc: Archivo PTUN.

www.ucv.edu.pe





Universidad
César Vallejo

"AÑO DE LA UNIÓN, LA PAZ Y EL DESARROLLO"

Trujillo, 28 de abril del 2022

Señor(a)
CLOVER CHINCHAY HUANCAS
INGENIERO ENCARGADO DEL AREA DE INGENIERIA HOSPITALARIA
RED DE SERVICIOS DE SALUD CUSCO SUR - QUIQUIJANA
CALLE PASION I-4

Asunto: Autorizar para la ejecución del Proyecto de Investigación de Ingeniería Ambiental

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted, para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo Filial Trujillo y en el mío propio, deseándole la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, a fin de que el(la) Bach. Lessly Esthefany Condori Aguilar, con DNI 70318247, del Programa de Titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, pueda ejecutar su investigación titulada: **"POTENCIAL DEL HONGO BASIDIOMICETO (TRAMETES VERSICOLOR) PARA REDUCCIÓN DE CARGA CONTAMINANTE EN AGUAS RESIDUALES DE UN CENTRO DE SALUD, CUSCO 2023"**, en la institución que pertenece a su digna Dirección; agradeceré se le brinden las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,

Carlos Hung

COORDINADOR NACIONAL EPIM
PROGRAMA DE TITULACIÓN
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

cc: Archivo PTUN.

www.ucv.edu.pe



Carta de autorización

 **Universidad César Vallejo**
AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO

Cusco, 02 de mayo del 2023

Señor: Sr. Raul Verano Terraza
Gerente de la IPRESS QUIQUIJANA

Asunto: Autorización para la ejecución del Proyecto de investigación de
Ingeniería ambiental

De mi mayor consideración:

Es muy grato dirigirme a usted para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad Cesar Vallejo y en el mío propio, desearle la continuidad y éxitos en la gestión que viene desempeñando.

A su vez, le presento como objetivo solicitar su autorización, a fin de que mi persona Bach. Lesly Esthetany Condon Aguilar con DNI 70318247 estudiante del programa de titulación para universidades no licenciadas, Taller de Elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, pueda ejecutar la investigación titulada: "Potencial del hongo basidiomiceto (*Trametes versicolor*) para reducir la carga contaminante en aguas residuales de un centro de salud, Cusco 2023", donde será necesaria la toma de muestras de agua residual del efuente de este centro de salud CLAS QUIQUIJANA que pertenece a su digna dirección; agradeceré se me brinden las facilidades correspondientes.

Sin otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,



Lesly Esthetany Condon Aguilar
DNI 70318247




Raul Verano Terraza
Gerente de la IPRESS QUIQUIJANA

RECIBIDO
02 MAY 2023

Carta de autorización

 **Universidad César Vallejo**
AÑO DE LA UNIDAD, LA PAZ Y EL DESARROLLO


Cusco, 02 de mayo del 2023

Señor: Bgo. Raúl Verano Terraza
 Gerente de la IPRESS QUIQUIJANA

Asunto: Autorización para la ejecución del Proyecto de investigación de
 Ingeniería ambiental.


De mi mayor consideración:


Es muy grato dirigirme a usted para saludarlo muy cordialmente en nombre de la Universidad César Vallejo y en el mío propio, deseándole la continuidad y éxito en la gestión que viene desempeñando.


A su vez, la presente tiene como objetivo solicitar su autorización, a fin de que mi persona Bach. José Luis Pérez García con DNI 76083055 estudiante del programa de titulación para universidades no licenciadas, Taller de elaboración de Tesis de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Ambiental, pueda ejecutar la investigación titulada: "Potencial del hongo basidiomiceto (*Trametes versicolor*) para reducir la carga contaminante en aguas residuales de un centro de salud, Cusco 2023", donde será necesaria la toma de muestras de agua residual del efluente de este centro de salud CLAS QUIQUIJANA, que pertenece a su digna dirección; agradeceré se me brinden las facilidades correspondientes.

En otro particular, me despido de Usted, no sin antes expresar los sentimientos de mi especial consideración personal.

Atentamente,


José Luis Pérez García
DNI: 76083055


Bgo. Raúl Verano Terraza
Gerente de la IPRESS QUIQUIJANA



IPRESS Quiquijana



Toma de muestra (punto control)



Cambio de medio de crecimiento (de placa petri a medio acuoso)



Desarrollo de hongos en los biodiscos



Frascos rotulados para toma de muestras



Toma de muestras



Sistema de biodiscos inoculados con T. Versicolor



Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Vi: Potencial del hongo Trametes versicolor	<p>“El potencial del hongo Trametes versicolor se refiere a su capacidad para producir una amplia variedad de compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y antimicrobianas, así como enzimas útiles para la producción de biocombustibles y la degradación de compuestos orgánicos. También se ha demostrado que tiene potencial en la remediación biológica de suelos y eliminación de compuestos tóxicos en aguas residuales” (WU, S., et al. 2018, p. 1798-1806).</p> <p>“El potencial del hongo Trametes versicolor se refiere a su capacidad para realizar funciones específicas, como la degradación de contaminantes, la producción de enzimas y compuestos bioactivos” (WU, S., et al. 2018, p. 1798-1806).</p>	<p>Se medirá la tasa de degradación e contaminantes orgánicos por parte del hongo Trametes versicolor utilizando un sistema de biodiscos, donde dichos hongos se cultivarán en la superficie y serán monitoreados. La degradación de contaminantes se refiere a la capacidad de los microorganismos u otros agentes biológicos de reducir o eliminar la cantidad de contaminantes en un sistema ambiental. Esta degradación puede ser llevada a cabo por procesos naturales o mediante la aplicación de técnicas de biorremediación. (Martínez, M., et al. 2016. Biorremediación: una alternativa para la eliminación de contaminantes. Revista Internacional de Contaminación Ambiental, 32(2), 283-298.)</p>	Numero de colonias fúngicas incubadas	Numero de colonias fúngicas incubadas	UFC
			Características físicas en el medio de desarrollo	Velocidad de crecimiento	Nominal
				Topografía de la colonia	
				Pigmentación en reverso	
				Textura	
			Características químicas en el medio de desarrollo	Tamaño	°C
Temperatura					
Vd: Reducción de la carga contaminante	<p>La disminución de la carga de contaminantes es un procedimiento esencial para mantener la integridad del entorno, que implica la adopción de medidas y estrategias para disminuir la cantidad o concentración de sustancias contaminantes en un medio, con el fin de prevenir los impactos perjudiciales en la salud de las personas y la diversidad biológica. (Álvarez, A., et al. 2019. p. 1571-1579)</p>	<p>Se medirá el potencial del hongo Trametes versicolor en la disminución de carga contaminante presente en el agua residual hospitalaria utilizando un sistema de biodiscos.</p> <p>“Los biodiscos son sistemas de tratamiento de aguas residuales que utilizan discos giratorios cubiertos de microorganismos para remover materia orgánica y nutrientes del agua residual” (Gourdon, R., 2013. Tecnologías de Tratamiento de Aguas Residuales. p. 165-178).</p>	Concentración inicial de contaminantes	Parámetros orgánicos	mgO ₂ /L - mg/L
				Parámetros físico-químicos	Mg/L
				Metales totales	Mg/L
			Concentración final de contaminantes	Cr (VI)	Mg/L
				Parámetros orgánicos	mgO ₂ /L - mg/L
				Parámetros físico-químicos	Mg/L
				Metales totales	Mg/L
			Tiempo de exposición	Cr (VI)	Mg/L
				24h/6rpm	Horas
				48h/4rpm	
			72h/2rpm		
Eficiencia del sistema	Porcentaje de reducción de la carga contaminante	%			