



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por
Trichoderma spp. en aguas residuales de curtiembre

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniera Ambiental

AUTORAS:

Alcantara Saavedra, Duryly Anabel (orcid.org/0000-0001-9203-5312)

Leon Castañeda, Mayli Jazmin (orcid.org/0000-0003-1433-7782)

ASESOR:

Dr. Cruz Monzon, Jose Alfredo (orcid.org/0000-0001-9146-7615)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO - PERÚ

2023

DEDICATORIA

A nuestros padres por brindarnos su amor y apoyo incondicional, por ser los guías en este camino, por brindarnos valor para seguir adelante y ser nuestra fortaleza para lograr este objetivo.

En especial a nuestro querido docente por su paciencia y entrega en cada sesión.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a Dios en primer lugar por su infinita bondad y amor, por ser nuestra fortaleza en los momentos de mayor en dificultad brindándonos sabiduría para afrontar cada obstáculo en nuestro camino.

A nuestros padres y familiares que son pieza fundamental en nuestra vida e inspiración para lograr cada uno de nuestros sueños, los respetamos y valoramos por acompañarnos siempre.



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

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

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, CRUZ MONZON JOSE ALFREDO, docente de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma* spp. en aguas residuales de curtiembre", cuyos autores son ALCANTARA SAAVEDRA DURLY ANABEL, LEON CASTAÑEDA MAYLI JAZMIN, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 12.00%, 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.

TRUJILLO, 30 de Noviembre del 2023

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
CRUZ MONZON JOSE ALFREDO DNI: 18887838 ORCID: 0000-0001-9146-7615	Firmado electrónicamente por: JACRUZM el 04-12- 2023 01:41:31

Código documento Trilce: TRI - 0674756





UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

Declaratoria de Originalidad de los Autores

Nosotros, ALCANTARA SAAVEDRA DURLY ANABEL, LEON CASTAÑEDA MAYLI JAZMIN estudiantes de la FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA de la escuela profesional de INGENIERÍA AMBIENTAL de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, declaramos bajo juramento que todos los datos e información que acompañan la Tesis titulada: "Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma* spp. en aguas residuales de curtiembre", 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
DURLY ANABEL ALCANTARA SAAVEDRA DNI: 73713997 ORCID: 0000-0001-9203-5312	Firmado electrónicamente por: DALCANTARAS97 el 30-11-2023 23:03:28
MAYLI JAZMIN LEON CASTAÑEDA DNI: 73384550 ORCID: 0000-0003-1433-7782	Firmado electrónicamente por: MAYLINLC el 30-11-2023 23:12:40

Código documento Trilce: TRI - 0674757

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Declaratorio de autenticidad del asesor.....	iv
Declaratoria de originalidad de autores	v
Índice de contenido.....	vi
Índice de tablas.....	vii
Índice de figuras.....	viii
Resumen.....	ix
Abstract.....	x
I. Introducción.....	1
II. Marco Teórico.....	4
III. Metodología.....	10
3.1. Tipo y diseño de investigación.....	10
3.2. Variables y operacionalización.....	11
3.3. Población, muestra y muestreo, unidad de análisis.....	12
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	12
3.5. Procedimientos.....	13
3.6. Método de análisis de datos.....	18
3.7. Aspectos éticos.....	18
IV. RESULTADOS.....	19
V. DISCUSIÓN.....	26
VI. CONCLUSIONES.....	30
VII. RECOMENDACIONES	31
REFERENCIAS.....	32
ANEXOS.....	43

Índice de tablas

Tabla N° 1: Diseño factorial experimental de las variables	10
Tabla N° 2: Remoción de Cromo total neto por tratamiento.....	19
Tabla N° 3: Efecto del pH en la remoción de cromo total.....	21
Tabla N° 4: Efecto de la biomasa en la remoción de cromo total.....	22
Tabla N° 5: Análisis ANOVA de 2 factores – Pruebas de efectos inter-sujetos....	24

Índice de figuras

Figura 1: Límites Máximos permisibles para los efluentes.....	9
Figura 2: Remoción de cromo total (%) por tratamiento.....	20
Figura 3: Efecto del pH en la remoción de cromo total.....	20
Figura 4: Efecto de la dosis de biomasa en la remoción de cromo total.....	21
Figura 5: Tiempo de remoción de cromo total a condiciones alcalinas.....	22
Figura 6: Crecimiento de biomasa <i>Trichoderma</i> spp. en 7 días.....	23
Figura 7: Prueba testigo experimento a pH 4, 7 y 9.....	24
Figura 8: Prueba de espectro infrarrojo (FTIR).....	25

Resumen

La problemática de los tratamientos tradicionales radica en la toxicidad y los riesgos a la salud, lo que implica contaminación ambiental, consumo excesivo de recursos y energía, por lo cual, los tratamientos biológicos resultan una alternativa viable por su bajo impacto en el medio ambiente. La presente investigación utilizó un diseño experimental para estudiar el efecto de la biomasa (0,423; 0,846 y 1,269 g) y pH (4, 7 y 9) en la remoción de cromo total usando *Trichoderma* spp. en aguas residuales de curtiembre. Se utilizaron matraces Erlenmeyer de 250 ml como biorreactores, conteniendo 150 ml del efluente al 10%, solución de Luria Bertani (sacarosa 4%, extracto de levadura 0,1%, peptona 0,5% y cloruro de sodio 0,5%) y una velocidad de agitación de 130 RPM a una temperatura de 22°C. Los resultados muestran que existe una diferencia significativa entre los niveles de pH, siendo las mejores condiciones las realizadas a pH 4 y con una dosis de biomasa de 0,423 g alcanzando una remoción máxima de 95.3 %. Se concluye que existe un efecto del pH y la dosis aplicada en el proceso de la remoción de cromo total por lo que constituye una alternativa en tratamiento biológico de aguas residuales de curtiembre.

Palabras clave: Biomasa, *Trichoderma* spp., remoción, cromo total, pH.

Abstract

The problem with traditional treatments lies in toxicity and health risks, which implies environmental pollution, excessive consumption of resources and energy, which is why biological treatments are a viable alternative due to their low impact on the environment. The present investigation used an experimental design to study the effect of biomass (0.423, 0.846 and 1.269 g) and pH (4, 7 and 9) on the removal of total chromium using *Trichoderma* spp. in tannery wastewater. 250 ml Erlenmeyer flasks were used as bioreactors, containing 150 ml of 10% effluent, Luria Bertani solution (4% sucrose, 0.1% yeast extract, 0.5% peptone and 0.5% sodium chloride), and a stirring speed of 130 RPM at a temperature of 22°C. The results show that there is a significant difference between the pH levels, with the best conditions being those carried out at pH 4 and with a biomass dose of 0.423 g, reaching a maximum removal of 95.3 %. It is concluded that there is an effect of pH and the dose applied in the total chromium removal process, which is why it constitutes an alternative in biological treatment of tannery wastewater.

Keywords: Biomass, *Trichoderma* spp., removal, total chromium, pH.

I. INTRODUCCIÓN

Existe una creciente inquietud debido al incremento de contaminación sobre fuentes de agua todo ello por la presencia de diversos contaminantes, siendo los metales pesados los más relevantes y siendo el sector industrial la principal fuente de contaminación (Moreira et al., 2022, p. 15).

Los tratamientos biológicos han mostrado ventaja sobre los tratamientos tradicionales, puesto que estos últimos, muestran toxicidad, así como riesgos a la salud, contaminación ambiental, consumo excesivo de recursos y energía. Es decir, los tratamientos microbiológicos, respecto a los tratamientos fisicoquímicos o químicos, son más respetuosos con el medio ambiente, ya que no producen residuos tóxicos o subproductos peligrosos, debido a que utilizan el cromo como nutriente (fuentes de carbono, energía, etc.). Así mismo, son más eficientes ya que logran elevados porcentajes de eliminación. En cuanto al costo operativo, el método microbiológico no requiere de la implementación de equipos sofisticados o del uso de otras sustancias químicas de costo elevado. De igual manera, el mantenimiento del sistema es más sencillo en comparación con los otros tratamientos complejos (Serikova et al., 2022, p. 19).

A nivel global, la industria de los cueros produce millones de toneladas al año, cantidades significativas que constituyen un gran desafío relacionado con la generación de aguas residuales industriales en las curtiembres (Villanueva et al., 2023, p. 21). En el Perú, el 93% de las compañías dedicadas a la curtiduría son de pequeña escala, lo que resulta en sistemas de tratamiento ineficaces o ausentes. Esta situación conlleva a que aumenta la contaminación en cuerpos de agua cercanos por los vertidos y la generación de residuos peligrosos sin una gestión adecuada (Basurto et al., 2023, pp. 11-13).

De hecho, el cromo se utiliza en las diversas etapas industriales, esto incluye el curtido de cueros y sobre todo en pintura y papel, como resultado el agua se convierte en un efluente con alta carga de contaminantes (Ventura et al., 2020, p. 10). Es por ello que los metales pesados que se encuentran presentes son

altamente tóxicos, ya sea en concentraciones muy bajas. Por las características cancerígenas y de mutación, el cromo es una amenaza para la salud de los seres humanos y el medio ambiente (Rahman et al., 2023, p. 16). Por ello la Organización Mundial de la Salud (OMS) establece que el límite permisible de Cr en agua no exceda 0,05 mg / L.

En la provincia de Trujillo, estas representan una de las principales fuentes que generan aguas industriales en la región La Libertad, especialmente en los distritos de La Esperanza, Moche y El Porvenir (Ventura et al., 2021, p. 20). La problemática que generan estas curtiembres se debe principalmente a su diseño, ya que carecen de la capacidad suficiente para llevar a cabo el proceso de tratamiento óptimo de sus desechos líquidos industriales, lo que resulta en vertidos sin descontaminar directos hacia la red de alcantarillado (García et al, 2021, p. 17).

Los efluentes de las curtiembres plantean una serie de problemas ambientales (Pari et al., 2020, p. 6). Algunos de los principales desafíos vinculados a estos efluentes incluyen la presencia de sustancias contaminantes como el cromo, grasas, aceites, DBO_5 y productos químicos tóxicos que se emplean en los procedimientos de curtido del cuero. Estos contaminantes resultan perjudiciales para la salud humana y sobre todo para la vida, en los cuerpos de agua, ocasionando un impacto negativo en los sistemas receptores alterando la calidad del agua (Castillo et al., 2019, p. 12).

La innovación en usar tratamientos en base a biomasa microbiana, permite depurar las aguas residuales industriales de las curtiembres, reduciendo los indicadores que establece la legislación ambiental (Sánchez, et al., 2020, pp. 15-18). El cromo, el cadmio y el plomo son ejemplos de metales pesados que pueden ser removidos de las aguas residuales mediante bioadsorción, biosorción o bioabsorción (Altynbekova et al., 2020, p. 12).

A medida que la industria de las curtiembres ha experimentado un crecimiento exponencial debido a la demanda del cuero, las aguas residuales han emergido como las principales fuentes que contaminación de origen industrial. Durante las

etapas de precurtido y curtido, se estima que se generan alrededor del 90% de los contaminantes, incluyendo el cromo y la materia orgánica (Solis et al, 2020, p. 4).

La utilización de microorganismos ofrece una solución práctica para tratar aguas contaminadas por el metal cromo (Yeon et al., 2019, p. 8). Un ejemplo son los hongos, ya que estos pueden utilizar los recursos del mismo entorno como fuente de carbono, energía para su crecimiento y desarrollo de su metabolismo. Esto conduce a la disminución de las concentraciones de cromo total, sobre todo de materia orgánica (Centeno et al., 2019, p. 4). La acción que realiza el *Trichoderma* como parte de su metabolismo se basa en la bioadsorción. Esto resulta en impactos positivos en la estabilidad de ecosistemas (Casas et al., 2019, p. 10).

Es por ello que se planteó el siguiente problema ¿Cuál es el efecto de la biomasa y el pH en la remoción de cromo total de aguas residuales de curtiembre empleando *Trichoderma spp.*?

En consecuencia, el objetivo general fue evaluar el efecto de la biomasa y pH en la remoción de cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre.

Como objetivos específicos: Evaluar el efecto del pH en la remoción de los niveles de cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre. Evaluar el efecto de la biomasa a las mejores condiciones de pH que permita la remoción de cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre. Evaluar el tiempo de remoción conjunta del cromo total a las condiciones alcalinas.

Finalmente se contrastaron los resultados obtenidos de remoción de Cromo con el decreto supremo del MINAM-071-2022 de LMP para efluentes de las actividades de curtido.

Por otro lado, la hipótesis alternativa fue, H_i : El efecto de la biomasa y el pH sí influyen en la remoción de cromo total por *Trichoderma spp.* en efluentes de curtiembre. Como hipótesis nula tendremos, H_o : El efecto de la biomasa y el pH no influyen en la remoción de cromo total con *Trichoderma spp.* en efluentes de curtiembre.

II. MARCO TEÓRICO

A continuación se presentan los antecedentes internacionales, relacionados con las variables estudiadas.

Serikova et al. (2022, p. 12), en su trabajo de investigación analizó tres métodos para reducir cromo: reducción química, reducción bacteriana e intercambio iónico. Los resultados indicaron que la eliminación de cromo del agua se ve afectada por sus concentraciones de cromo y por el *pH*, siendo la eliminación del Cromo (III) relativamente más fácil en comparación con la eliminación de Cr (VI). La principal desventaja de la reducción bacteriana fue el largo lapso de tiempo entre el crecimiento de las bacterias y el inicio de la reducción de cromo.

Vallejo et al. (2022, p. 20), determinó en su estudio tres metales (*Cr*, *Pb*, y *Cd*) la remoción más eficiente, usando una solución de medio acuoso con micelio del hongo *Pleurotus ostreatus*, evaluó su tolerancia y las concentraciones retenidas en un plazo de 8 días con la solución de 20 mg/l para cada uno de los elementos. Obteniendo como resultados indicadores sobre la adsorción de *Pb* en un (75%) viene siendo la más eficiente, para el *Cr* presentó (42%) y para el *Cd* presentó (2,25%). Dichos resultados fueron aplicados en un medio de cultivo sólido (PDA) sin ninguna concentración de *Cr*, inhibió en el crecimiento de los micelidos. En conclusión, el autor demostró que mediante la cepa de *P. ostreatus* presenta mayor tolerancia y biosorción ($p \leq 0.05$) para *Cr*.

Kang et al. (2022, p. 14), en su trabajo de investigación cargó nanopartículas de hierro como reductores en biomasa absorbente con el fin de transformar el cromo hexavalente en sustancias menos contaminantes y más fáciles de precipitar. Los resultados mostraron que se incrementó la capacidad de eliminación de *Cr* (VI) de las muestras en un 50% en comparación con la agitación mecánica convencional.

Rodríguez et al. (2022, p. 8), en su investigación evaluó la capacidad sobre remoción de cromo (VI), a diferentes soluciones acuosas con dosis de biomasa modificada proveniente del grano de arroz, utilizó la colorimetría de difenil carbazida y evaluó concentraciones del metal en bioadsorción en diferentes *pH* (1, 2, 3 y 4) y con tiempos diferentes. Evaluó la temperatura en intervalos de 28 hasta 60°C y

con respecto a la remoción en sus diferentes variaciones de concentraciones de *Cr* (VI) iniciando en 200 hasta 1000 mg/l. Obtuvo una mayor remoción de *Cr* a los ocho días, con 100 y 79%, con biomasa modificada y dosis no modificada, con *pH* 1, 28°C y 1 g de biomasa fúngica. Trabajó a temperatura óptima de 60°C, presentando 100% de remoción a durante cinco días. Concluyó que, a una dosis mayor de concentración de biomasa, se obtendrá una remoción de *Cr* más efectiva en las aguas residuales contaminadas (71y 73%), con 10 g de biomasa fúngica.

Bayou et al. (2021, p. 11), revisó el potencial de varios desechos naturales y agrícolas como biomasa biosorbentes económicas para la reducción de iones *Cr* (VI) del agua contaminada. El estudio reveló la reducción eficiente de *Cr* (VI) del agua y las aguas residuales. Esto en gran medida debido al *pH* de la solución, el tiempo de agitación, el tipo de adsorbente, la concentración inicial y la temperatura. Altynbekova et al. (2020, p. 16), en su trabajo de investigación revisó la eficiencia de la biomasa microbiana para remover metales pesados, indicando que la biosorción máxima se logró bajo un valor de *pH* entre 5 y 7 siendo las razones principales las temperaturas bajas, con alta concentración de una dosis de adsorbente, con más tiempo de contacto y una mayor velocidad de agitación constante.

Sharma et al. (2019, p. 10), estudió la capacidad de biosorción de cromo de biomasa viva y muerta de la cepa bacteriana de *Bacillus subtilis*. Los resultados experimentales indicaron que el *Bacillus subtilis* tuvo máxima capacidad de tolerancia hasta 1000 mg/L. En el caso de la biomasa viva se logró absorción del 81,64 %, 96,79 % y 95,89 % a *pH* 7, 72 h y 32 °C. En el caso de biomasa muerta la absorción de metales fue de 95,64%, 97,25% y 97,11% a *pH* 3, y a 60 minutos.

Asimismo, se presentan los antecedentes que tienen relación con el desarrollo del trabajo de investigación en el ámbito nacional:

Por su parte, Cruzatt et al. (2021, p. 9), en su trabajo determinó eficiencia en un sistema por biorremediación mixto y fitorremediación durante el tratamiento de las aguas residuales de la curtiembre. La muestra que presentó, tuvo un volumen de aproximadamente 175,4 L en los sistemas de cada uno de los tratamientos propuestos. Siendo aplicando en tres tiempos distintos de 30, 45 y 60 días

respectivamente, utilizó microorganismos denominados eficaces (EMa al 5%), *Eichhornia crassipes* con tratamiento mixto (M5) de B5 + F0. Evidenció en el sistema de tratamiento mixto M5 mejoras en remoción de *Cr* Total durante 45 días con una remoción de 34,58% (de 87,05 a 56,95 mg/l). Con respecto a la remoción de *Cr* (VI) presentó incremento en cada uno de los tratamientos; alcanzando en el tratamiento M5 menor porcentaje de incremento durante los 30 días. Su punto máximo fue 46,76. Con valores de pH de (6,9 a 7,08) para cada tratamiento con un tiempo de 30 días, registró la temperatura más alta de (18,38 °C) durante los 45 días y la temperatura más baja de (13,71 °C) durante transcurrido los 60 días. Concluyó que el tratamiento M5 con microorganismos mediante fitorremediación permite que reduzca el *Cr* Total y *DBO*₅; sin embargo, el autor indicó que aún se superan los Límites Máximos Permisibles (LMP).

Masco et al., (2022, p. 12), en su investigación sobre efluentes de curtiembre realizó los tratamientos con los microorganismos *Eichhornia crassipes* y *EM* en dos distintas concentraciones, la primera a 10% y el segundo al 20%, en dos periodos. El primer periodo de 30 a 45 días y el segundo de 37 a 52 días. Este tratamiento fue realizado en condiciones de sombreadero ya que se utilizó pilotos de humedales con constante flujo superficial. Por lo que los tratamientos de biorremediación y fitorremediación plantean la reducción de *Cr* total, *DBO*₅, *pH*, C.E, T°, *STD* y Coliformes Totales. Finalmente, se obtuvo una reducción significativa en el tratamiento de *microorganismo* al 20% que representa un 49% de remoción de *Cr* total en un periodo de 45 días, siendo este el más efectivo.

Shukla y Vankar (2014, p. 1-2) en su investigación mostró una importante absorción de cromo por parte de los hongos filamentosos *Trichoderma*, casi el 100% por parte de esta especie no patógena, es decir, 10 ppm por día. El tratamiento de biosorción de metales, a partir de una solución se debió predominantemente a interacciones físico-químicas entre la biomasa y el metal en solución, las diferencias morfológicas existentes dentro de la biomasa pueden influir en gran medida en el proceso de biosorción. La estructura celular de *Trichoderma* contiene principalmente polisacáridos, que marcan una diferencia significativa en la absorción de los metales pesados por parte de esta especie. Por lo tanto, esta especie de hongo puede ser una buena fuente de biosorbente rentable a través del desarrollo

biotecnológico para la eliminación potencial de Cr (VI) de efluentes industriales. Otro de los aspectos más importante en este estudio es el uso futuro de la cepa fúngica en la biosorción de otras especies de metales pesados coexistentes en diversos efluentes industriales

Los antecedentes en el ámbito local que guardan relación con el trabajo de investigación se muestran a continuación:

Por su parte, Durand y Tello (2019, pp. 12-16), en su investigación estudiaron el efecto que tiene el *pH* y las diferentes concentraciones de melaza como el estimulante del hongo *Trichoderma spp.* Para reducir cromo total del efluente en la etapa de curtido de pieles. Para ello llevaron a cabo un diseño experimental con 3 factores y 3 réplicas: como el *pH* 4 y 6, cada una de ellos con de concentraciones de melaza del 0,5% (5g) y 1% (10g), y dos intervalos de tiempo (8 y 12 días). Utilizaron y acondicionaron matraces Erlenmeyer para biorreactores a una escala de nivel laboratorio para los tratamientos. Cada biorreactor contenía un aproximado de 500 ml de efluente al 20% y una concentración de melaza con 10% del inóculo del microorganismo *Trichoderma sp.*, estas concentraciones fueron constantes en todos los tratamientos. Se evaluó los distintos grupos con los tratamientos en los días 8 y 12, además del día cero, tomando muestras de 50 ml de cada uno de los biorreactores para medir y analizar la reducción del cromo total.

Rodríguez y Quezada (2020, pp. 4-5), desarrollaron un proceso de bioadsorción como método para disolver metales pesados como *Cr*. Para ello utilizaron cepas de levadura *Saccharomyces cerevisiae (S)* y *Pichia guilliermondi (P)*, que aislaron de residuos agroindustriales. Para lo cual desarrollaron un diseño de base experimental que consistió en implementaron 4 biorreactores de 250ml, colocaron las muestras de efluente obtenidas de la etapa de curtido con el consorcio sp. Y un control de 0,6,12,24 horas. Mediante la técnica de espectrofotometría de absorción se obtuvo los resultados que muestran una remoción de cromo de un total del 57% al 54% en una concentración de 50 a 100ppm, esto mediante el consorcio de levadura. Concluyendo que no existe una reducción significativa ($p < 5\%$) al emplear ambas concentraciones en efluentes de curtiembres.

Quina et al. (2019, pp. 9-11), realizó el tratamiento de bioadsorción en agua residual de metal de cromo total, para ello utilizó hongos filamentosos y método de carbón activado para adsorber metal cromo, aisló e identificó tres cepas de hongos macroscópicamente, seleccionó una cepa filamentosa de hongo y lo caracterizó de las aguas de curtiembre de manera fisicoquímica e instrumental mediante espectrofotometría. Logando determinar una cantidad de cromo total (435 mg/l). Para ello el autor realizó el proceso de absorción, calculando el peso del hongo y utilizando medidas repetidas, consideró diferentes niveles de cromo. El primero fue de 435, 800 hasta 1100 mg/l para cada uno de los tratamientos. En tiempos distintos de 7,12 y 16 días. Finalizando con la adsorción de carbón activado en diferentes pesos de 10, 7,4 mg, agregando diferentes concentraciones de hongo, manteniendo una agitación constante a 100rpm con un *pH* de 4, y obtuvo como resultado 2,34; 3,65; 4,42 mg/l. de cromo presente en el agua. Dedujo que las cepas de hongos filamentosos muestran un rendimiento de hasta 83,2% de adsorción en aguas residual de efluente de cromo.

Morocho et al. (2022, pp. 16-22), en su investigación aplicaron los tratamientos de biorremediación, fitorremediación en aguas residuales de curtiembre mediante *Eichhornia crassipes* y Microorganismos Eficaces en distintas concentraciones de 10% y de 20%, en periodo de 30 y 45 días. Utilizó pilotos de humedales con un flujo superficial para evaluar Cromo Total, entre otros parámetros. Encontró que mediante el microorganismo *Eichhornia crassipes*, presentó una reducción significativa ya que registró un 49% en la remoción de Cr total, todo ello en un periodo aproximado de 45 días tras el tratamiento. A diferencia de la fitorremediación que no presentó niveles significativos durante el tratamiento con respecto a la mejora en la remoción de Cr.

En cuanto a las bases teóricas: El *Trichoderma spp.* es un hongo capaz de adaptarse y producir enzimas y compuestos en medio de crecimiento vegetal que despierta interés biotecnológico y ambiental. Estos hongos son utilizados en biorremediación mediante biorreactores como sistemas de fermentación para optimizar las condiciones de cultivo y generar la biomasa como inóculo en la purificación de aguas residuales (Hernández et al., 2019, pp. 15 -17).

En cuanto a la caracterizar aguas residuales de curtiembre ya que son el producto de las operaciones que se llevan a cabo en la curtiembre contienen altos niveles de materia orgánica, sulfuro y cromo, debido al proceso de remojo de las pieles, que contienen albúmina y globulina, disminuyendo la concentración de oxígeno disuelto tras la descarga de estos efluentes a cuerpos de agua. (Rodríguez et al., 2020, p.108).

Asimismo, el cromo total es la forma más común de cromo en la naturaleza y es menos tóxica que el cromo hexavalente. El cromo es uno de los elementos que presentes en las aguas residuales procedentes de industrias, en su mayoría curtiembres. Presentan toxicidad debido a su estado de oxidación y concentración, generando procesos cancerígenos (Mixán et al., 2019, p.10).

La Biomasa es la masa (peso) de los microorganismos biológicos vivos o muertos presentes en un área o ambiente (Vázquez et al, 2016, pp. 7-8).

La sacarosa es un compuesto orgánico conformado por un disacárido, es decir, compuesto por monosacáridos glucosa y fructosa (Muñoz et al, 2017, p. 11).

Por otro lado, en el Decreto Supremo N° 071-2022-MINAM se establecen cada una de las normativas que determinan los límites máximos permisibles para los efluentes provenientes de las actividades de curtido. **(Ver anexo 8)**

Figura 1: Límites Máximos Permisibles para los efluentes de curtido.

Límites Máximos Permisibles para efluentes de las actividades de curtido y adobo de cuero, así como, adobo y teñido de pieles

Parámetro ⁽¹⁾	Unidad de medida	Límite Máximo Permissible	Método de determinación ⁽²⁾⁽³⁾
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidades de pH	5 – 8.5	NTP 214.029:2015 CALIDAD DE AGUA. Determinación de pH en agua. Método electrométrico.
Temperatura	°C	35	NTP 214.050:2013 (revisada el 2018) CALIDAD DE AGUA. Determinación de la temperatura en agua.
Sólidos suspendidos totales	mg/L	30	NTP 214.039:2015 CALIDAD DE AGUA. Determinación de sólidos totales suspendidos. Método gravimétrico.
Aceites y grasas	mg/L	20	NTP 214.048:2020 CALIDAD DE AGUA. Determinación de aceites y grasas en aguas. Método de partición gravimétrica líquido - líquido.
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	30	NTP 214.037:2020 CALIDAD DE AGUA. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅). Método de ensayo.
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	50	NTP 360.501:2016 CALIDAD DE AGUA. Determinación de la demanda química de oxígeno (DQO). Método colorimétrico a reflujo cerrado.
Cromo VI	mg/L	0.1	NTP 214.053:2015 CALIDAD DE AGUA. Determinación de cromo hexavalente, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico.
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₄)	mg/L	10	NTP 214.051:2015 CALIDAD DE AGUA. Determinación de Nitrógeno Amoniacal en agua. Método Electrodo Selectivo.
Sulfuro	mg/L	0.5	NTP 360.502:2016 CALIDAD DE AGUA. Determinación de sulfuros. Método colorimétrico.
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1000	NTP 360.506:2020 CALIDAD DE AGUA. Coliformes totales, coliformes termotolerantes (fecales) y Escherichia coli. Método de ensayo por fermentación en tubos múltiples.
Cromo Total	mg/L	0.5	NTP 214.043:2012 CALIDAD DE AGUA. Determinación de metales. Método de espectrometría de absorción atómica. Aspiración directa flama aire-acetileno (antimonio, bismuto, cadmio, calcio, cesio, cinc, cobalto, cobre, cromo, estaño, estroncio, hierro, iridio, litio, magnesio, manganeso, níquel, oro, paladio, plata, platino, plomo, potasio, rodio, rutenio, sodio, talio).

III. METODOLOGÍA

3.1 Tipo y diseño de investigación

3.1.1. Tipo de Investigación: De acuerdo al tipo de investigación se empleó el paradigma positivista. Asimismo, el nivel de investigación fue de corte transversal y del tipo aplicativo con el objetivo de aumentar el conocimiento científico (Hadi et al., 2023, p. 5).

3.1.2. Diseño de investigación: Como diseño de investigación fue desarrollado de manera experimental debido a que se manipuló de manera intencionada 2 variables independientes para evaluando su efecto sobre una variable dependiente (Arias et al., 2021, p. 9). En este trabajo se empleó un diseño de dos factores.

Tabla 1: Diseño factorial experimental de las variables

Tratamientos	Variables independientes		
	pH	Biomasa fúngica (g)	Total combinaciones
1	P1	B1	P1 B1
2	P2	B2	P2 B2
3	P2	B3	P2 B3
4	P3	B3	P3 B3
5	P3	B1	P3 B1
6	P1	B2	P1 B2
7	P3	B2	P3 B2
8	P1	B3	P1 B3
9	P2	B1	P2 B1
Total de combinaciones	2 (P)	2(B)	2X2

Fuente: Elaboración propia

Tratamientos a un tiempo de 7 días:

- 1.- Combinación de pH 7 y dosis de biomasa 0,846 g
- 2.- Combinación de pH 9 y dosis de biomasa 0,423 g
- 3.- Combinación de pH 4 y dosis de biomasa 1,269 g

- 4.- Combinación de pH 4 y dosis de biomasa 0,846 g
- 5.- Combinación de pH 9 y dosis de biomasa 1,269 g
- 6.- Combinación de pH 7 y dosis de biomasa 0,423 g
- 7.- Combinación de pH 4 y dosis de biomasa 0,423 g
- 8.- Combinación de pH 7 y dosis de biomasa 1,269 g
- 9.- Combinación de pH 9 y dosis de biomasa 0,846 g

3.2 Variables y operacionalización

La variable independiente consiste en el efecto de la biomasa de *Trichoderma spp.*, pH y como nuestra variable dependiente se presenta la remoción de cromo total en las aguas residuales de la etapa de curtiembre.

Las variables y operacionalización constan de las variables independientes, consiste en el efecto de la biomasa de *Trichoderma spp.*, y la variación de los niveles de pH. El procedimiento se basa en incorporar biomasa en diferentes gramos (0,423 g, 0,846 g y 1,269 g), con tres niveles diferentes de pH (4,7 y 9), de esta manera se evaluó la interacción entre los gramos de biomasa con los niveles de *pH* en las muestras de agua residual obtenidas del proceso de curtiembre. Como variable dependiente evaluamos la remoción de cromo total a los 7 días.

Variable independiente: Efecto de la biomasa de *Trichoderma spp.*, y *pH*.

Como definición conceptual, el procedimiento consistió en incorporar la biomasa del microorganismo de (*Trichoderma spp.*) en diferentes concentraciones a diferentes niveles de *pH*, para lograr la remoción de los niveles de cromo total de las aguas residuales de la etapa de curtiembre de la Esperanza. Como definición operacional, se aplicó el microorganismo (*Trichoderma spp.*) en diferentes concentraciones de biomasa (0,423 g, 0,846 g y 1,269 g), con una variación de *pH* de (4,7 y 9). Con una temperatura de 22 °C y agitación 130 RPM constante. Se tomaron 27 muestras y se

evaluó la remoción de cromo total a los 7 días. Teniendo como indicadores los gramos de Biomasa; 0,423g, 0,846 g y 1,269 g; pH 4, pH 7 y pH9; siendo evaluado en 7 días.

Escala de medición: Escala de razón.

Variable dependiente: Remoción de cromo total

Como definición conceptual, se tuvo la remoción del nivel de Cromo total se obtendrá con los tratamientos mediante el microorganismo de (*Trichoderma spp*) en concentraciones de biomasa y variaciones de los niveles de pH. Y como definición operacional, se obtuvo la remoción se demostró tras la medición de Cromo total a los 7 días, evidenciando los niveles de remoción alcanzados en cada una de las repeticiones.

Indicadores: Cromo total.

Escala de medición: Escala de razón.

3.2 Población, muestra y muestreo

3.3.1. Población: Nuestra población se estuvo conformada por el agua residual del efluente de la etapa de curtido del distrito de la Esperanza.

3.3.2. Muestra: La muestra que se tomó fue de 25 litros para los diferentes tratamientos.

3.3.3. Muestreo: En cuanto al muestreo aplicado fue del tipo probabilístico aleatorio simple.

3.3.4. Unidad de análisis: En cuanto a la unidad de análisis fue de 150 ml.

3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica empleada fue la observación; asimismo, para la recolección de datos se utilizó la ficha de observación.

Por otro lado, para trabajar la cepa de microorganismos se utilizó la guía de observación de laboratorio de biotecnología e ingeniería genética de la UNT como herramienta de recolección de datos.

Para tomar las muestras de aguas residuales del efluente de la etapa de curtido de la curtiembre del distrito de la Esperanza se utilizó una ficha de registro validados por especialistas. Se trabajó con laboratorio certificado LABMIN RUC: 20481831581 para llevar a cabo los análisis de remoción de Cromo total.

3.4 Procedimientos

Para el desarrollo de los procedimientos del presente estudio de investigación se realizaron: trabajo de pre campo, recopilando información sobre las cepas de *Trichoderma spp.*, el cromo total, *pH*, y medio como sacarosa.

Para obtener el microorganismo *Trichoderma spp.*, se procedió a obtenerlo del suelo de cultivos agrícolas de la ciudad de Cartavio, se tomó la muestra de suelo agrícola en un recipiente hermético, a temperatura ambiente siendo transportado de manera inmediata hacia el Laboratorio de Biotecnología e Ingeniería Genética de la Universidad Nacional de Trujillo, para proceder a la siembra y aislamiento (Jerke et al., 2019, pp.14 - 17).

Para tomar la muestra de agua residual de proceso de curtiembre se tomó de la empresa de curtiduría de cueros del distrito de la esperanza en la ciudad de Trujillo, fue con la recomendación establecido en el protocolo de monitoreo de calidad de recursos hídricos superficiales presentes en el ANA et al, 2022. En previa coordinación con la empresa. La muestra fue tomada en un recipiente de plástico hermético de 25 Lt, fue trasladado al laboratorio de Biotecnología e ingeniería genética de la Universidad Nacional de Trujillo para su análisis.

Tratamiento de la muestra, se realizó en tubos falcón de 45 ml en una centrifuga 5430R, en donde mediante el proceso de centrifugado se

sedimento el exceso de materia orgánica en suspensión, para su almacenamiento y se tomó 300 ml para enviar a laboratorio LABMIN para el análisis de cromo.

Obtención de los microorganismos de *Trichoderma spp.*, estos fueron aisladas de una muestra de 1 Kg de tierra agrícola procedente de sembríos de caña de azúcar de la ciudad de Cartavio (Hoseinzadeha et al, 2017, pp. 9 - 11).

A continuación, en el Laboratorio de Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Trujillo se procedió a diluir 150 g de muestra de tierra agrícola en un vaso de precipitados de capacidad máxima de 500 ml con agua destilada (200 ml).

En seguida, mediante una micropipeta graduada se procedió a retirar 1 ml de muestra del vaso de precipitados para realizar una dilución de 10^5 . Se utilizó 5 tubos de ensayo a los cuales se les agregó 9 ml de agua destilada. Inmediatamente, se colocó en el primer tubo de ensayo un 1 ml de la muestra del vaso de precipitados. A continuación, del primer tubo de ensayo diluido se obtuvo 1 ml y se colocó en el siguiente tubo de ensayo, así sucesivamente hasta llegar al quinto tubo de ensayo de donde se obtuvo la muestra de 1 ml para realizar la siembra en una placa Petri con medio Sabouraud (Shukla & Vankar et al, 2014, pp. 22-26).

Para la siembra del hongo se procedió a colocar 1 ml de muestra en medio Sabouraud en una placa Petri con 0,05 g de Ceftriaxona (antibiótico que impide el crecimiento de bacterias y levaduras). Posteriormente, dicha placa se llevó a una incubadora a 30 °C, durante 7 días, para el crecimiento de las cepas (Nabakishor, Ayón et al, 2015, pp. 20 - 22).

Para la identificación Morfológica de *Trichoderma spp.*, se procedió a observar los micelios en una lámina a través del microscopio, con azul de lactofenol. Se observó la presencia de hifas, conidios y fiálides que corroboraron la presencia de la estructura de *Trichoderma spp.*

Después de obtener las cepas de *Trichoderma spp.*, identificadas se procedió a sembrar en un medio de Agar Sabouraud e incubar a 30°C durante 7 días para posteriormente ser purificadas y almacenadas en refrigeración a menos de 5°C para su posterior uso.

Para la reactivación de las cepas de *Trichoderma spp.*, se realizó con un asa bacteriológica la toma de esporas para su siembra en medio de agar Sabouraud y luego se las colocó en la incubadora a una temperatura de 30 °C durante 7 días.

Se realizaron 2 pruebas experimentales antes de los tratamientos, para evaluar la resistencia del microorganismo en la muestra y definir medio de sacarosa. Para ello se utilizó 2 biorreactores de 500 ml de capacidad, el volumen que se utilizó en el primer biorreactor fue de 250 ml, conteniendo 4 g de sacarosa y 0,846 g de biomasa de *Trichoderma spp.*, con 4,5 *pH*, el segundo biorreactor contenía 250 ml, sin sacarosa con 0,846 g de biomasa de *Trichoderma spp.*, con 4,5 *pH*, a estos biorreactores se les colocó en el agitador magnético a 130 RPM a temperatura de 22 °C durante 7 días (Altynbekova et al, 2020, pp. 10 -14)

Para la preparación del inóculo, medio Luria Bertani (sacarosa 4%, extracto de levadura 0,1%, peptona 0,5% y cloruro de sodio 0,5%) que se aplicó en los biorreactores se procedió a agregar en 4 matraz Erlenmeyer de capacidad máxima de 2000 ml: 145,8 g de sacarosa, 3,645 g de extracto de levadura, 1,823 g de cloruro de sodio y 1,823 g de peptona; diluidos en 3 645 ml de agua destilada. Se llevó a la Estufa para someterlo al calor, para su homogenización.

El acondicionamiento de los biorreactores, fue de 27 unidades de 250 ml de capacidad, se trabajó con un volumen de 150 ml cada uno, adicionalmente contenía la muestra de agua residual con cromo al 10%, y se calibró 3 niveles de *pH* (4,7y 9), para acondicionar el *pH* alcalino se utilizó *NaOH* y para acidificar el *pH* en la muestra se utilizó *HCl*, con una variante de 3 cantidades distintas de biomasa de *Trichoderma spp.* (0,423, 0,846 y 1,269) (Durand & Tello, 2019).

Las pruebas experimentales que se realizaron fueron: 1 blanco, 3 testigos y 9 tratamientos por triplicado para un grado mayor de confiabilidad:

El análisis del blanco (análisis inicial), se llevó a cabo para evaluar los niveles de ppm de cromo total presentes en la muestra de las aguas residuales obtenidas de la curtiembre. Los análisis de los 3 testigos experimentales, se llevaron a cabo tras acondicionar los niveles de pHs, sin utilizar dosis de biomasa. En 3 matraz Erlenmeyer de 250 ml se colocó 150 ml de muestra de agua residual en cada uno, para el acondicionamiento de pH 4, 7 y 9, se logró mediante la titulación de una solución de Hidróxido de Sodio 2 mol logrando alcanzar los pHs alcalinos, ya que la muestra inicial de agua residual tenía un pH de 3,82, precipitando así el cromo, tras 7 días se procedió a evaluar las muestras en el laboratorio LABMIN mediante el método de espectroscopia de absorción atómica.

Para la realización de los 9 tratamientos con sus 3 respectivas réplicas, se procedió a acondicionar 27 biorreactores que contenían 150 ml del efluente de agua residual al 10%, con pH de (4, 7 y 9) y dosis de biomasa de *Trichoderma spp.* de (0,423; 0,846 y 1,269 g), en una solución de medio Luria Bertani que contenía (sacarosa 4%, extracto de levadura 0,1%, peptona 0,5% y cloruro de sodio 0,5%) a 135 ml. Con una agitación constante de 130 RPM a 22° C de temperatura. Siendo evaluados a los 7 días.

Las muestras de 150 ml fueron pequeñas ya que se tomó en cuenta realizar las repeticiones para cada grupo de tratamiento con su respectivo biorreactor, dando un total de 27 biorreactores, todos ellos a 22 °C de temperatura y 130 RMP constante durante los 7 días. La medición de las concentraciones de cromo total fue mediante el método espectroscopía de absorción atómica. **(Ver anexo 16)**

Se realizó 4 réplicas para la evaluación del tiempo de remoción de cromo total a condiciones alcalinas de 9 pH y 1,269 g de biomasa de *Trichoderma spp*, evaluado durante 7 días de tratamiento, para ello se acondicionó 4 matraces Erlenmeyer de capacidad máxima de 250 ml con una solución de

Luria Bertani (sacarosa 4%, extracto de levadura 0,1%, peptona 0,5% y cloruro de sodio 0,5%) 135 ml con 10% de muestra calibrado a un *pH* 9 con 1,269 g de biomasa de *Trichoderma spp.*, colocados en un Shaker agitador a 130 RPM. Se tomó la primera muestra a los 0 días para proceder a congelarlo respectivamente, luego se tomó la segunda muestra el día 2, la tercera muestra se tomó el día 5 y finalmente la cuarta muestra se tomó el día 7, para ello se procedió a colocar el tratamiento en tubos falcón para ser trasladados a la centrifugadora y sedimentar las partículas, de esta manera se pudo separar la muestra líquida que se llevó a laboratorio un aproximado de 150 ml, siendo separado de la biomasa húmeda (para su secado en placas Petri).

Para el cálculo del porcentaje de crecimiento de la biomasa de *Trichoderma spp.*, en los 9 tratamientos durante los 7 días, se llevó a cabo mediante el pesaje de las placas Petri sin biomasa, tras separar la parte líquida de la biomasa mediante el método de centrifugado, se colocó en las placas Petri y se procedió al pesaje (peso en húmedo), luego se llevó a la estufa para su proceso de secado durante 24 horas. Para luego ser pesadas (peso en seco) y mediante la resta del peso de la biomasa al iniciar el tratamiento y el peso de las placas vacías, se obtuvo el porcentaje de crecimiento de biomasa de *Trichoderma spp.*

La biomasa obtenida durante los 7 días de tratamiento se procedió a colocar en las placas Petri siendo llevadas hacia la estufa de secado, para ser posteriormente transportadas a laboratorio de la Universidad Nacional de Trujillo para ser analizada mediante el método Espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier FT-IR. De esta manera se pudo corroborar la presencia de cromo total en los microorganismos de *Trichoderma spp.* (adsorción).

Se realizó la identificación morfológica de la *Trichoderma spp.* en el laboratorio BIOTECOOP, primero realizaron la extracción de ADN mediante el kit Quick-DNA™ Fungal/Bacterial Miniprep (Zymo Research) de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Posteriormente el PCR fue analizado

mediante secuenciamiento por Electroforesis Capilar bidireccional y su identificación fue realizada mediante comparación con la base de datos universal de genomas del NCBI en un tiempo de 30 días calendario, confirmando efectivamente a la *Trichoderma spp.* al 100%. (**Ver anexo 6**)

3.5. Método de análisis de datos

Durante la recolección de los datos se empleó una ficha de observación (ficha de registro), así como también el software Microsoft Excel 2019. Para contrastar la hipótesis y se utilizó un programa estadístico IBM-SPSS-v26.

Los resultados obtenidos fueron comparados a través del análisis de varianza (ANOVA), permitiendo esto contrastar la hipótesis planteada.

3.6. Aspectos éticos

Se obtuvieron todos los permisos que se requirieron para llevar a cabo el desarrollo del trabajo de investigación. De igual modo, se contó con los permisos previos de los laboratorios externos para llevar a cabo la investigación. Asimismo, se cumplió con los principios éticos que rigen las Universidad César Vallejo.

IV. RESULTADOS

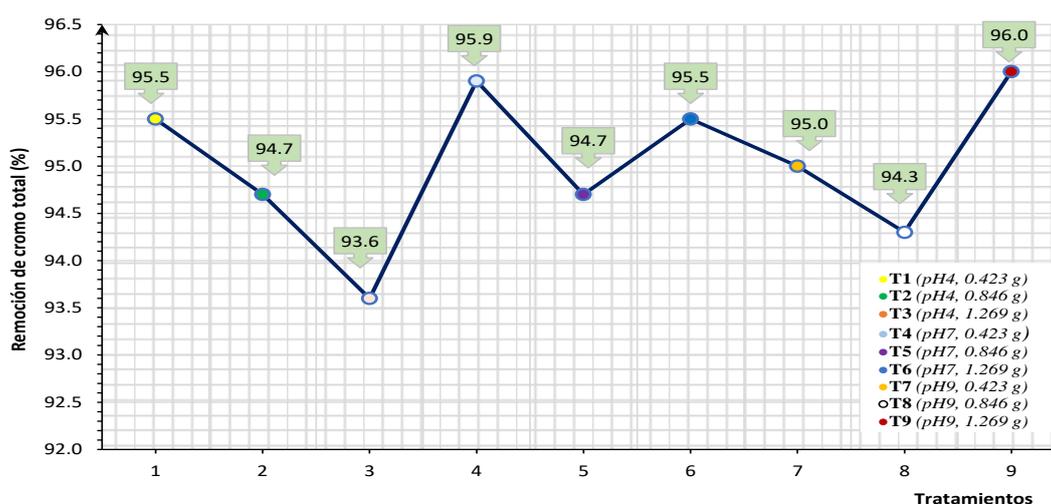
Tabla 2: Remoción de Cromo total neto por tratamiento

Trat	pH	Biomasa (g)	Cromo final (ppm)	Cr total remoción (%)	Cr total Rem biom (%)
1	4	0,423 g	70,5	95,5	95,3
2	4	0,846 g	83,2	94,7	94,5
3	4	1,269 g	99,5	93,6	93,5
Testigo	4	0	1555	0,1	
4	7	0,423 g	63,5	95,9	93,7
5	7	0,846 g	82,9	94,7	92,4
6	7	1,269 g	70,5	95,5	93,2
Testigo	7	0	1522	2,2	
7	9	0,423 g	78,3	95,0	47,8
8	9	0,846 g	88	94,3	47,2
9	9	1,269 g	61,9	96,0	48,9
Testigo	9	0	823	47,1	

Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la tabla 2, se presentan los resultados de los 9 tratamientos realizados con sus 3 respectivas réplicas y el promedio de cada uno de los tratamientos, con el porcentaje de remoción de cromo total alcanzado en cada uno de ellos, partiendo de una concentración inicial de cromo total de 1557 ppm.

Figura 2: Remoción de cromo total % por tratamiento

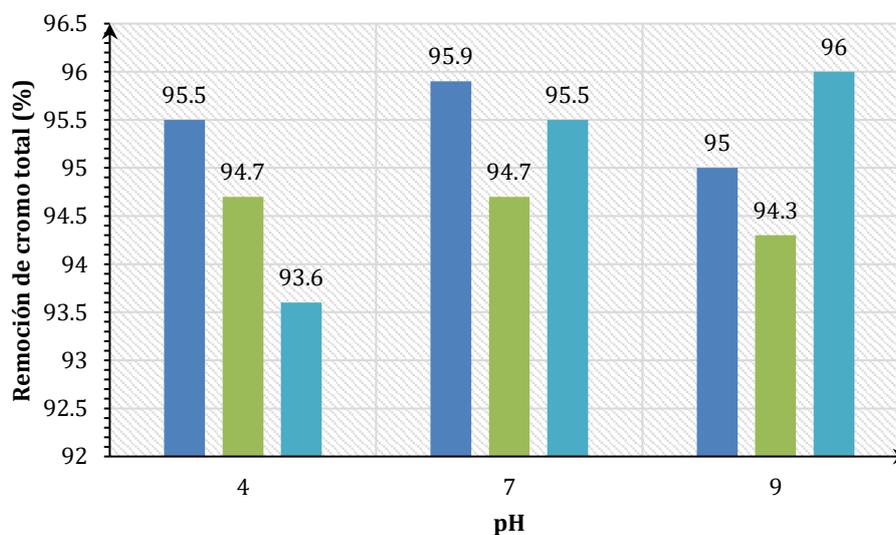


Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la siguiente figura nos muestra los 9 tratamientos con sus 3 respectivas réplicas, y de acuerdo a nuestro tema de investigación que define evaluar el pH y la biomasa, se puede definir que el tratamiento más óptimo es el tratamiento 9, esto debido a que el pH 9 presenta un medio alcalino y genera que el cromo se precipite. Para el cálculo de porcentaje de remoción de cromo total que han alcanzado, se utilizó la fórmula:

$$\% \text{ de reducción} = \frac{\text{Concentración inicial} - \text{Concentración final}}{\text{Concentración inicial}} \times 100$$

Figura 3: Efecto del pH en la remoción de cromo total



Fuente: Elaboración propia

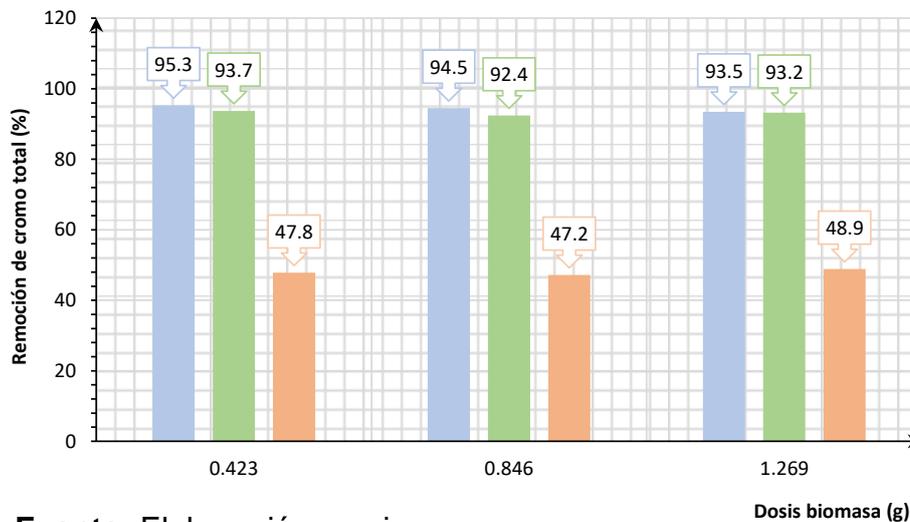
Interpretación: En la figura N°3 se observa los diferentes efectos de niveles de pH (4,7 y 9) en la remoción de cromo total (ppm). En donde se muestra que el porcentaje de remoción es superior al 95% en los tres niveles de pH, el pH 9 presenta una remoción mayor del 96% (debido a que presenta medio alcalino que ocasiona la precipitación del cromo), seguido por un pH 4 que presenta una remoción de 95.5% (más óptimo para un tratamiento de biorremediación).

Tabla 3: Efecto del pH en la remoción de cromo total

Remoción de cromo			
	pH	N	Subconjunto
HSD Tukey ^{a,b}			1
	7	9	72,3044
	9	9	76,0956
	4	9	84,3922
	Sig.		,163
Duncan ^{a,b}	7	9	72,3044
	9	9	76,0956
	4	9	84,3922
	Sig.		,085
Scheffe ^{a,b}	7	9	72,3044
	9	9	76,0956
	4	9	84,3922
	Sig.		,188

Fuente: IBM-SPSS-v26

Figura 4: Efecto de la dosis de biomasa en la remoción de cromo total



Fuente: Elaboración propia

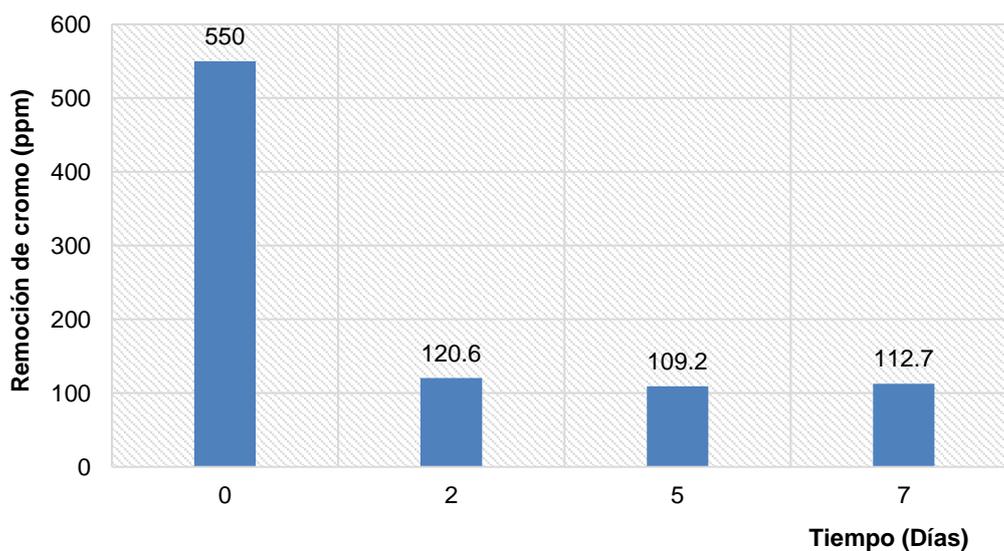
Interpretación: En la figura N°4 se observa los diferentes efectos de las dosis de biomasa (0,423, 0,846 y 1,269 g) en la remoción de cromo total (ppm). En donde indica que el mayor porcentaje de remoción de cromo total (95,3%) se logró alcanzar con una biomasa de 0,423 g.

Tabla 4: Efecto de la dosis de biomasa en la remoción de cromo total

Remoción de cromo				
	Biomasa	N	Subconjunto	
			1	2
HSD Tukey ^{a,b}	,423	9	70,7811	
	1,269	9	77,3244	
	,846	9	84,6867	
	Sig.		,097	
Duncan ^{a,b}	,423	9	70,7811	
	1,269	9	77,3244	77,3244
	,846	9		84,6867
	Sig.		,313	,258
Scheffe ^{a,b}	,423	9	70,7811	
	1,269	9	77,3244	
	,846	9	84,6867	
	Sig.		,116	

Fuente: IBM-SPSS-v26

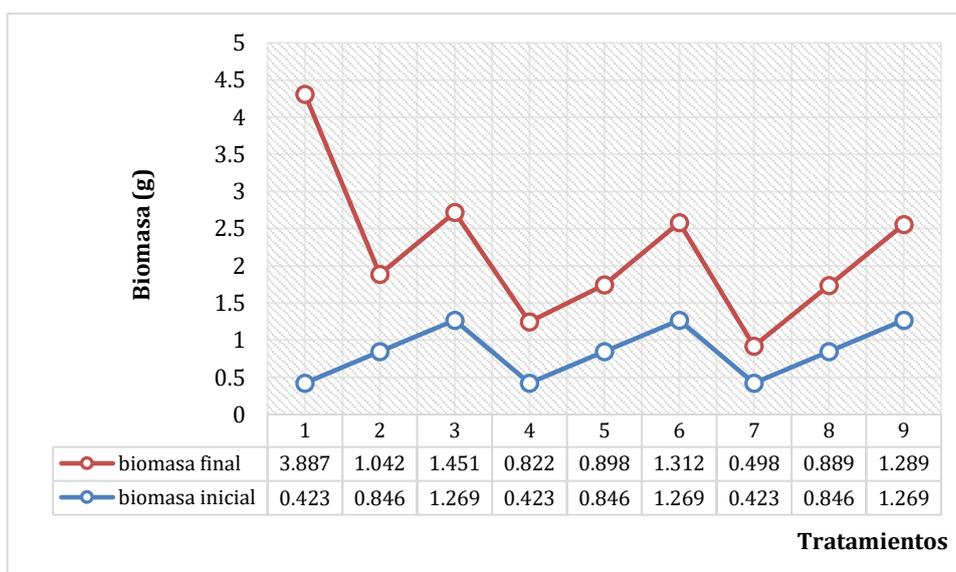
Figura 5: Tiempo de remoción de cromo total a condiciones alcalinas



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura N°5 se observa la réplica del tratamiento 9 con el pH alcalino más alto de (1,269 g biomasa y pH 9), en donde se evaluó el tiempo de remoción en conjunto del cromo total, durante los siguientes tiempos (0, 2, 5 y 7 días). Obteniendo la mayor remoción de cromo total de (109,2 ppm) al 5 día.

Figura 6: Crecimiento de biomasa *Trichoderma spp.* en 7 días.



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura N°6 muestra la variación de gramos iniciales y finales de *Trichoderma spp.* de los distintos tratamientos. Se observa que hubo mayor crecimiento de biomasa en el tratamiento 1 con 0,423 g a pH 4, alcanzando un crecimiento de (3,887 g), esto nos muestra que a un pH 4 con gramos de biomasa mínima presenta las condiciones más óptimas para el desarrollo de la *Trichoderma spp.* A diferencia de tratamiento con pH 9 y gramos de biomasa mínimo, no presenta mayor crecimiento, debido a las condiciones alcalinas del medio.

Tabla 5: Análisis ANOVA de 2 factores – Pruebas de efectos inter-sujetos

Variable dependiente: Remoción de cromo					
Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	3574,125 ^a	8	446,766	2,495	,051
Intersección	162576,656	1	162576,656	908,054	,000
pH	687,965	2	343,982	1,921	,175
Biomasa	871,146	2	435,573	2,433	,116
pH * Biomasa	2015,014	4	503,754	2,814	,056
Error	3222,694	18	179,039		
Total	169373,475	27			
Total corregido	6796,819	26			

a. R al cuadrado = .526 (R al cuadrado ajustada = .315)

Fuente: IBM-SPSS-v26

Interpretación: La tabla indica que no existe interacción entre la Biomasa y el *pH*; es decir, el *pH* no influye o afecta a la biomasa en algún nivel a la hora de remover cromo (p -valor > 0,05). Con una significancia del efecto (*pH*) mayor a 0,05 se determinó que no existen diferencias significativas entre los tratamientos.

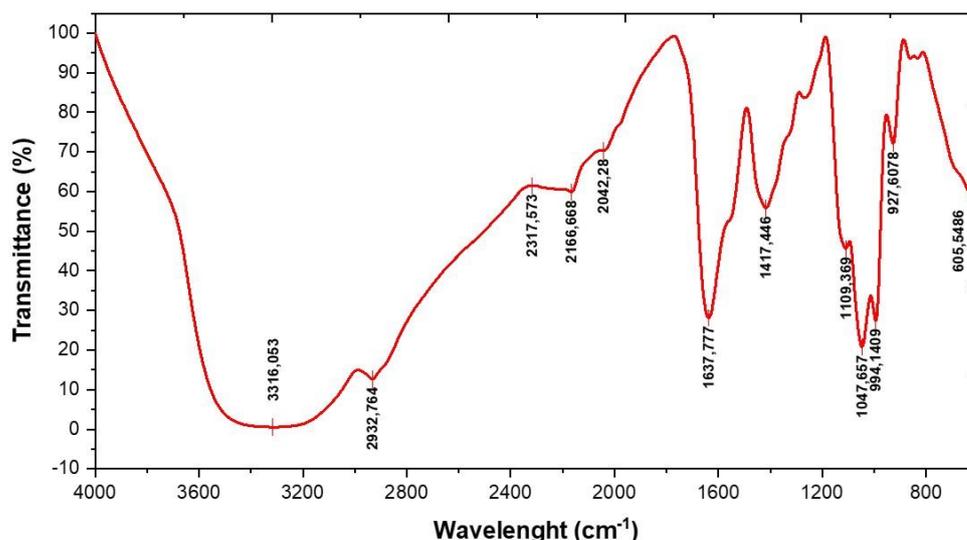
Figura 7: Prueba testigo experimento a pH 4, 7 y 9



Fuente: Elaboración propia

Interpretación: En la figura N° 7 se muestran las 3 pruebas testigo experimentales, acondicionadas a pH 4, 7 y 9, con un cromo inicial de 1557 ppm, en donde nos muestra que a pH 4 presenta 1555 ppm, pH 7, 1522 ppm y el pH 9 presenta 823 ppm (debido al medio alcalino).

Figura 8: Prueba de espectro infrarrojo (FTIR)



Fuente: Elaboración propia

Para la estimación de los grupos funcionales de biomasa de *Trichoderma* spp., involucrados en la unión de cromo, según los resultados del espectro infrarrojo (FTIR), se observa los presentes picos: picos de 3600-3200 cm^{-1} : Estiramiento O-H, sugiere la presencia de alcoholes, fenoles o agua, picos de 2960-2850 cm^{-1} : Estiramiento C-H, indica grupos metilo y metileno, picos de 2165-1668 cm^{-1} : Puede incluir estiramientos de triple enlace o doble enlace, como $\text{C}\equiv\text{N}$ o $\text{C}=\text{C}$, picos de 1637-1777 cm^{-1} : La banda de amida I, sugiere la presencia de proteínas o enlaces peptídicos, picos de 1471-1400 cm^{-1} : Deformación de C-H, típica de grupos alquilo, picos de 1100-1000 cm^{-1} : Estiramiento C-O, indicativo de alcoholes, éteres o ácidos carboxílicos. Tras el análisis de la biomasa muerta de *Trichoderma* spp, se observó concentraciones del metal de 200 mg/L a pH 5, con una temperatura de 35°C, indicando así la presencia de cromo en biomasa.

V. DISCUSIÓN

Con respecto al objetivo general fue evaluar el efecto de la biomasa y pH en la remoción de cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre.

Los resultados revelan que los tratamientos con biomasa de *Trichoderma spp.* y pH destacaron por su considerable capacidad para eliminar el cromo total, evidenciando una mejora significativa en comparación con el grupo de control, esto se evidencia en la Tabla 2, la eficacia de la remoción se vio influenciada principalmente por la dosis de biomasa, dando lugar a variaciones en los resultados observados. En la figura 2, se muestra que el tratamiento 9, presenta mayor porcentaje de remoción con 96%, esto debido a que el pH 9 alcalino precipita al cromo hasta convertirlo en Hidróxido de cromo (mediante la titulación de Hidróxido de sodio). Sin embargo, debido al planteamiento del desarrollo de la investigación que busca evaluar la biomasa y el pH en la biorremediación destaca al tratamiento 1, ya que se caracteriza por un pH 4 y una biomasa mínima de 0,423 g, el cual exhibió los porcentajes elevados de remoción de cromo total, alcanzando un destacado 95,3 %.

Estos resultados guardan estrecha relación con Vallejo et al. (2022, p. 20), quien determinó la remoción de metales pesados entre ellos el cromo, utilizando una solución en medio acuoso con el micelio del hongo *Pleurotus ostreatus*, evaluando su tolerancia en distintas dosis durante un plazo de 8 días. Indicó que la dosis óptima fue de 20 mg/l logrando una remoción de 42% de cromo, demostrando así la capacidad de adsorción y tolerancia ($p \leq 0,05$) para el Cr del hongo *Pleurotus ostreatus*, como método de biorremediación.

Otro autor que guarda relación con los resultados del objetivo general que obtuvimos es Sharma et al. (2019, p. 10), realizó el proceso de biosorción de cromo mediante las dosis de biomasa de las cepas bacterianas *Bacillus subtilis*, con una variación en las dosis de biomasa de 0,5, 1,0, 1,5, 2,0 y 2.5 mg/ml y niveles de pH de 3 a 11, durante 3 días. Encontrando que a mayor aumento de dosis de biomasa el porcentaje de adsorción aumenta, con respecto al pH los más óptimos fueron de pH 5 y 7, logrando una remoción de 92,65% y 91,34% respectivamente. Esto debido

a que el *pH* 7 es óptimo para la bioadsorción, ya que afecta el estado de la ionización en los grupos funcionales químicos hidroxilos responsables de la unión de los metales pesados.

Por otro lado, Serikova et al. (2022, p. 12), planteó los tratamientos de biorremediación como métodos efectivos para la reducción de cromo, entre ellos, la reducción bacteriana e intercambio iónico. Los resultados que obtuvo para la eliminación de cromo en agua. La remoción de Cromo (III) es relativamente más fácil en comparación con la remoción de Cr (VI). La principal ventaja de la biorremediación bacteriana en agua es que es más sostenible y no produce ningún residuo. Aunque el tiempo entre el crecimiento de las bacterias y el inicio de la reducción de cromo, representa mayor tiempo.

Con respecto al objetivo de evaluar el efecto del pH en la remoción de los niveles de cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre. Los resultados del análisis de varianza (ANOVA) no muestran diferencias significativas en la remoción de cromo a diferentes niveles de *pH* (4, 7 y 9). En la tabla 2 se evidencia la comparación entre pHs, observándose que no hay mejora significativa en la remoción de cromo. El análisis estadístico proporciona una base de datos objetiva para concluir que el *pH* (4), no afecta significativamente en la remoción de cromo por *Trichoderma spp.*, aunque ésta disminución de cromo influenciado por el *pH* mínimamente se debe a que el grupo funcional se desprotona y aumenta la carga negativa en el bioadsorbente (*Trichoderma spp.*), provocando que los iones metálicos se adhieran a la superficie del bioadsorbente.

Estos resultados concuerdan con, Durand & Tello (2019, pp. 21-25), quienes investigaron el impacto del pH y las concentraciones de dosis de melaza, como el estimulante de microorganismo de *Trichoderma sp.* en la reducción de cromo total en la muestra de efluentes de la etapa de curtido. Su diseño experimental incluyó las variables independientes de pH (4 y 6), concentraciones de melaza (0,5% y 1%), y tiempos de tratamiento (8 y 12 días). Su resultado fue, que el tratamiento más eficiente es el número 5 con pH 4, obteniendo la mayor reducción del 27,03% de cromo total. En este contexto, los resultados actuales refuerzan la importancia del pH., ya que el Tratamiento 1, de la presente investigación muestra que con un pH 4 y 0,423 g de biomasa, es altamente efectivo en la remoción de cromo total. Ambos

estudios subrayan la relevancia de estas condiciones específicas para lograr eficacia en la reducción de cromo total en efluentes de curtiembre.

Por otro lado, Soto et al, (2017, pp. 50-53), realizó la remoción de Cr6+ mediante microorganismos como bacterias (*Raoultella* sp, *Serratia* sp) y levaduras (*Candida Tropicalis*, *Candida Famata* y *Cryptococcus neoformans*), con los niveles de pH de 7,8 y 8,1 respectivamente. Logró una reducción de 100% de Cr6+ en 30 horas, esto debido a la capacidad de los microorganismos en la adsorción de estos metales y la influencia significativa alcalina. Para ello se acondiciono la muestra de agua residual con los microorganismos en matraces Erlenmeyer de capacidad de 250ml, conteniendo 45ml de agua residual y 5ml de inóculo. Presentó una disminución debido al acondicionamiento de los niveles de pH para remover un promedio de 66% y 42% de una concentración inicial de 297,89 ppm. Esto nos refuerza la importancia del pH en la biorremediación.

Con respecto al segundo objetivo de evaluar el efecto de la biomasa a las mejores condiciones de pH que permita la remoción de cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre.

Los resultados presentados en las tablas revelan las diferencias de las medias y los intervalos de confianza en la variable dependiente "Remoción de cromo", considerando las variables "Biomasa" y "pH". En términos de biomasa, no se observan diferencias significativas entre las distintas concentraciones evaluadas (0,423 g, 0,846 g y 1,269 g), esto se visualiza en la Tabla 4. Indicando que la cantidad de biomasa si influye de manera significativa en la remoción de cromo total. Estos resultados indican que la biomasa ejerce un impacto notable en la eficacia de remoción de cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre alcanzando la mayor remoción en el tratamiento 1 (0,423 g), con un porcentaje de remoción de 95,3 % y esto se puede visualizar en la figura 4.

En resumen, aunque el pH presenta influencia en la remoción del cromo, las dosis de biomasa emergen como un factor crucial para la remoción eficiente de cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre. Estos hallazgos son fundamentales para comprender las condiciones óptimas de tratamiento en este contexto Shukla y Vankar (2014, pp. 1-2) en su investigación muestran una

importante absorción de cromo mediante dosis de hongos filamentosos *Trichoderma*, casi el 100%, es decir, 10 ppm por día. Mediante biosorción de metales con una solución de interacciones físico-químicas entre biomasa y metal en solución, en donde la biomasa influye en el proceso de biosorción. Esto debido a que la *Trichoderma* presenta polisacáridos que marcan diferencia significativa en la absorción de metales de efluentes industriales. Plantea a la dosis de biomasa como el futuro en la biosorción.

Evaluar el tiempo de remoción conjunta de cromo total a las condiciones alcalinas

En base a los resultados obtenidos, el Tratamiento 9, que consistió en mantener un pH de 9 (en condiciones alcalinas altas) y utilizar 1,269 g de biomasa de *Trichoderma spp.* durante un período de 7 días, siendo evaluado la remoción conjunta de cromo total en el tiempo 0, 2, 5 y 7. Evidenciando una remoción significativa en medios alcalinos desde el día 0 con 550 ppm, día 2 con 120.6 ppm, día 5 con 109.2 ppm y día 7 con 112.7 ppm, de una concentración inicial de 1557 ppm, esto debido a la precipitación del cromo total mediante el hidróxido de sodio que se utilizó en el acondicionamiento a pH alcalino.

Se obtuvo un total de 109,2 ppm al 5 día, demostrando la mayor remoción en las réplicas realizadas, evidenciando que no es necesario mantener un tratamiento de 7 días. Ya que la *Trichoderma spp.* al séptimo día, reduce su tolerancia y eficacia debido a que eleva los porcentajes de cromo presentes en la muestra. Es por ello que, Gonzales et al (2019, pp. 2- 4) realizó el trabajo de biorremediación con hongos endófitos, evaluando su tolerancia en un medio PDA, agua residual con cromo en concentraciones de 50 y 100 ppm de Cr6. Variando los niveles de pH 4,5; 5 y 6. Acondicionó los tratamientos en matraces Erlenmeyer incubándolos a 28°C a 150 rpm en un tiempo aproximado de 5 días, tomando una muestra de 500 ml cada 24 h para su análisis respectivo de remoción de Cr6. Obtuvo como resultado que la cepa H15 con un pH de 6 mostró mayor disminución, llegando alcanzar una concentración de 50 ppm.

VI. CONCLUSIONES

1. El efecto del pH y la biomasa aplicada de *Trichoderma spp.* afectan en la remoción del cromo total de aguas residuales de curtiembre. Siendo el mejor tratamiento 1 a pH 4 con 0,423 g de dosis de biomasa, logrando una remoción máxima de 95,3%.
2. El pH ejerce un efecto significativo en el cromo presente en aguas residuales de curtiembre en todos los niveles evaluados, siendo a pH 4 donde se logran mejores resultados de remoción de cromo total.
3. Asimismo, el efecto de la biomasa a las mejores condiciones de pH que permitió la remoción de cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre, se logró con biomasa a los 0,423 g de *Trichoderma spp.*
4. Por otro lado, el tiempo de remoción conjunta de cromo total a condiciones alcalinas, evidencia que el mayor porcentaje de remoción de cromo total fue de 92,9 %, llevado a cabo al 5 día.
5. Finalmente se contrastaron los resultados obtenidos de remoción de Cromo con el decreto supremo del MINAM-071-2022 de LMP para efluentes de las actividades de curtido, observando que los resultados no se encuentran debajo de los LMP.

VII. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar los tratamientos con concentraciones de pH ácidos 4, 5 y 6 con cantidades mínimas de biomasa, ya que la interacción del microorganismo en este tipo de medios logra mayor crecimiento y por lo tanto mayor remoción de cromo total. Teniendo en cuenta la evaluación de manera diaria. Evitando utilizar pHs alcalinos ya que al utilizar hidróxido de sodio y precipitar al cromo hasta hidróxido de cromo, la recuperación de estas aguas residuales presenta mayor coste.
- ✓ Realizar los tratamientos con concentraciones de gramos de biomasa de *Trichoderma spp.* superiores a 0,423 g, para aumentar la eficacia en la remoción de cromo total, teniendo en cuenta otras variables como la agitación y temperatura.
- ✓ Tener en cuenta realizar los tratamientos para la remoción de cromo total con *Trichoderma spp.* y pH, con un monitoreo constante hasta el 5 día, debido a que no es necesario tener tiempos de tratamientos superiores a los 7 días.

REFERENCIAS

ANA,2022. Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA. [en línea] Marzo de 2016 [Citado el: 20 de Julio de 2023.] Consultado en: https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf

ARIAS-LAFARGUE, Telvia., RODRIGUEZ HEREDIA, Dunia, CÓRDOVA RODRÍGUEZ, Valdivina., TITO FERRO, Daria., SALAZAR ARRASTRE, Plácida. Y BESSY HERRUITINER, Taimi. Influencia de residuos industriales en la contaminación de la bahía de Santiago de Cuba en el 2020. Hydraulic and Environmental Engineering/Ingeniería Hidráulica y Ambiental [en línea], vol. 43, núm. 2, 2022/04/abr-jun2022[consulta: 20 de Julio del 2023]. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=egs&AN=156926697&lang=es&site=ehost-live>.

ISSN 1680-0338.

ALTYNBEKOVA, Indira. Removal of heavy metals from aqueous solutions with biomass (Finlandia) [en línea], 2020. [consulta: 19 de Julio del 2023] Disponible en: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/344115/Indira_Altynbekova.pdf;jsessionid=0B9418A25CB542E2FEEF5D94B14BE9CD?sequence=2

BASURTO, Nickole y MEDINA, Nataly. Evaluación técnico-económica del uso de biopolímeros para el tratamiento de aguas residuales de curtiembres. Revista de ciencias ambientales [en línea], vol. 57, no. 2. 2023, [Fecha de consulta: 19 de Julio del 2023]. DOI 10.15359/rca.57-2.2. Disponible en: <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rca/v57n2/2215-3896-rca-57-02-18199.pdf>.

ISSN 1409-2158

BAYUO, J. An extensive review on chromium (vi) removal using natural and agricultural wastes materials as alternative biosorbents. *Journal of environmental health science & engineering* [en línea], vol. 19, no. 1, 2021 [consulta: 29 octubre 2023]. DOI 10.1007/s40201-021-00641-w. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1007/s40201-021-00641-w>

ISSN 2052-336X

CASTILLO CUZCO, Margarita del Carmen y LÓPEZ MENDOZA, Jerson O. Tratamiento del agua residual industrial de la curtiembre Rolemt, para el cumplimiento de los valores máximos admisibles. Tesis (Título de Ingeniero Ambiental y Prevención de Riesgos). Cajamarca: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo, 2018. Disponible en: <http://repositorio.upagu.edu.pe/handle/UPAGU/825>

CASAS RODRÍGUEZ, Sahirys. Saccharomyces cerevisiae y Aspergillus oryzae: estimuladores y modificadores de la fermentación y crecimiento microbiano ruminal. Artículo de revisión. *Revista de producción animal* [en línea], vol. 30, no. 2, 2018 [consulta: 20 Julio del 2023]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S222479202018000200001

ISSN 2224-7920

CENTENO CALDERÓN, Luis, G., QUINTANA, DIAZ, Anibal, LÓPEZ, FUENTES, Lisset. Efecto de un consorcio microbiano en la eficacia del tratamiento de aguas residuales, Trujillo, Perú. [en línea], vol. 26, no. 1, 2019. [Consulta: 19 de Julio del 2023]. DOI 10.22497/arnaldoa.261.26123. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S24133299201900010003

ISSN 1815-8242

CÓRDOBA, Diego, A y VERA, Javier, A. Tratamiento de agua residual industrial de curtiembre por medio de la electrocoagulación. *Cuaderno Activa*, 12(1) [en línea],

vol. 57, no. 2. 2019, [Fecha de consulta: 18 de Julio del 2023]. DOI 10.15359/rca.57-2.2. Disponible en:

<https://ojs.tdea.edu.co/index.php/cuadernoactiva/article/view/598/1461>

ISSN 1409-2158.

DURAND PAZ, Juan, H. y TELLO GALARRETA, Fabricio, A. M. Efecto del *pH* y la concentración de melaza como estimulante de *Trichoderma sp.* Para la reducción de Cromo en efluentes de la etapa de curtido. Tesis (Título en Ingeniería Ambiental) SL, 2019 Trujillo: Universidad César Vallejo. Consultado en : <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/49395>

FLORES CABRERA, Ciro R. Microorganismos Eficaces Para El Tratamiento De Aguas Residuales Domésticas San Francisco De Asís, Pomalca. Tesis (Título en Ingeniería Ambiental). Chiclayo: Universidad César Vallejo, 2021. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/75936/Flores_CCR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

GARCÍA, Vicky, LOERA, Octavio, MONTES, María del Carmen y MENDOZA, Germán, D. Fibrolytic activity of four *Trichoderma* strains grown on agro-industrial residues. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias* [en línea], vol. 51, no. 2, 2019. [consulta: 20 de Julio del 2023]. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=140842015&lang=es&site=ehost-live>

ISSN 0370-4661

GONZALES, Roberto, ELIZALDE, Briseida, CORTÉS, Marian y ORDUÑA, Manuel. Las tinciones básicas en el Laboratorio de Microbiología: Un enfoque gráfico. Universidad Nacional Autónoma de México. Noviembre de 2020. [en línea]. ISBN: 978-607-30-3771-6. Consultado en : <https://www.zaragoza.unam.mx/wpcontent/Portal2015/publicaciones/libros/cbiologicas/libros/Tinciones.pdf>

HERNÁNDEZ MELCHOR, Dulce, J., FERRERA CERRATO, Ronald. Y ALARCÓN, Alejandro. *Trichoderma*. *Chilean journal of agricultural & animal sciences : ex Agociencia* [en línea], vol. 35, no. Ahead, 2019 [consulta: 20 de Julio del 2023]. DOI 10.4067/s0719-38902019005000205. Disponible en:

https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0719-38902019000100098.

ISSN 0719-3882.

ISLAM, M.M., MOHANA, A.A., RAHMAN, M.A., RAHMAN, M., NAIDU, R. y RAHMAN, M.M. A comprehensive review of the current progress of chromium removal methods from aqueous solution. *Toxics* [en línea], vol. 11, no. 3, 2023 [consulta: 18 setiembre del 2023]. DOI: 10.3390/toxics11030252. Disponible en:

<https://www.mdpi.com/2305-6304/11/3/252>.

ISSN 2305-6304.

KANG, Z. Novel nanocomposites synthesis and modelling for hexavalent chromium reduction. *Whiterose.ac.uk* [en línea], 2022 [consulta: 29 octubre 2023]. Disponible en:

<https://etheses.whiterose.ac.uk/32220/1/Thesis%20Zeyu%20final%20correction.pdf>.

LUAN T., YIN M., WANG M., KANG X., ZHAO J. and BAO X. Advances in the production of chemicals by organelle compartmentalization in *Saccharomyces cerevisiae*. *Sheng wu gong 35egió xue bao* [Chinese journal of biotechnology] [en línea], vol. 39, no. 6, 2023. DOI 10.13345/j.cjb.221030. [consulta: 20 de Julio del 2023]. Disponible en:

<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cmedm&AN=37401597&lang=es&site=ehost-live>.

ISSN 1000-3061.

LIANG, J., FANG, W., CHANG, J., ZHANG, G., MA, W., NABI, M., ZUBAIR, M., ZHANG, R., CHEN, L., HUANG, J. y ZHANG, P. Fermentación de microorganismos ruminales a largo plazo del rastrojo de maíz in vitro para la producción de ácidos

gasos volátiles. *Tecnología de biorecursos* [en línea], vol. 358, núm. 127447, 2022. [consulta: 20 de Julio del 2023]. DOI 10.1016/j.biortech.2022.127447. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852422007763>.

ISSN 0960-8524

LIZCANO-PULIDO, A.K., MORALES-TOSCANO, A.C., NARANJO-LOURIDO, W. and MARTÍNEZ-BAQUERO, J.E. Centro de Investigación de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. *Vinculos* [en línea], vol. 18, no. 2, 2021. [consulta: 20 de Julio del 2023]. ISSN 1794-211X. Disponible en: <https://geox.udistrital.edu.co/index.php/vinculos/article/view/20193>.

LÓPEZ LÓPEZ, M.E., DEL-TORO-SÁNCHEZ, C.L., GUTIÉRREZ-LOMELÍ, M., OCHOA-ASCENCIO, S., AGUILAR-LÓPEZ, J.A., ROBLES-GARCÍA, M.A., PLASCENCIA-JATOMEA, M., BERNAL-MERCADO, A.T., MARTÍNEZ-CRUZ, O., ÁVILA-NOVOA, M.G., GONZÁLEZ-GÓMEZ, J.P. and GUERRERO-MEDINA, P.J. Isolation and Characterization of *Trichoderma* spp.. for Antagonistic Activity against Avocado (*Persea americana* Mill) Fruit Pathogens. *Horticulturae* [en línea], vol. 8, no. 8, 2022. [consulta: 20 de Julio del 2023]. DOI 10.3390/horticulturae8080714. Disponible en: <https://www.proquest.com/docview/2706194203?pq-origsite=primo&accountid=37408>.

ISSN 2311-7524.

MASCO MIRO, Pedro, R y UGARTE HUAMANI, José, A. Implementación de humedales de flujo superficial para el tratamiento secundario por biorremediación con *eichhornia crassipes* y microorganismos eficaces (EM) de aguas residuales de Curtiembre, Arequipa 2021. Tesis (Título en Ingeniería Ambiental). Lima: Universidad César Vallejo, 2022. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/104960>

MARTÍNEZ SÁNCHEZ, M.E., ASIAÍN HOYOS, A., RETA MENDIOLA, J.L., MORALES RAMOS, V., FERNÁNDEZ DÍAZ, B. y GARDUÑO-LUGO, M. Uso de

Saccharomyces cerevisiae para el control de calidad y cantidad de agua en el cultivo de camarón blanco. *Revista mexicana de ciencias 37egión37n37* [en línea], vol. 9, no. 7, 2018. [consulta: 19 de Julio del 2023]. DOI 10.29312/remexca.v9i7.1669. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S200709342018000701339

ISSN 2007-0934.

MARRERO, Yoandra, GALINDO, Juana., ALVAREZ, Elba., TORRES, Verena, ALDAMA, Ana, BOCOURT, R., ELÍAS, A. y DELGADO, Denia. 2005. Revista Cubana de Ciencia Agrícola. *Redalyc.org* [en línea]. [consulta: 24 July 2023]. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/1930/193017852007.pdf>.

MEYER, Lorena, GUYOT, Stephane, CHALOT, Michel y CAPELLI, Nicolás. The potential of microorganisms as biomonitoring and bioremediation 37egió for mercury-contaminated soils. *Ecotoxicology and environmental safety* [en línea], vol. 262, no. 115185, 2023. [consulta: 21 de Julio del 2023]. DOI 10.1016/j.ecoenv.2023.115185. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0147651323006899>.

ISSN 0147-6513.

MINAM. 2022. Decreto Supremo N° 071-2022- MINAM. Decreto Supremo N° 071-2022- MINAM. [En línea] 22 de Marzo de 2022. [Citado el: 18 de Julio de 2023.] Consultado en : <https://www.gob.pe/institucion/minam/normas-legales/2839941-071-2022-minam>

MOROCHO YASCARIBAY, Mario V. Tratamiento de aguas residuales de una curtiembre en el 37egión cuenca mediante la aplicación dosificada de EMAs (Microorganismos Eficientes Autóctonos). Tesis (Magister en Agoecología y Ambiente). Cuenca, Ecuador : Universidad de Cuenca, 2017. Disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10754/3/IV_FIN_107_TI_Ventura_Gutierrez_2020.pdf

MORENO BENAVIDES, Jennifer. A., PEÑA SALAMANCA, Enrique J. y BENÍTEZ CAMPO, Neyla. Reducing Cr6+ in electroplating wastewater with *Bacillus cereus* strain B1. *Universitas scientiarum* [en línea], vol. 24, no. 1. 2019. DOI 10.11144/javeriana.sc24-1.rcie. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=136108991&lang=es&site=ehost-live>.

ISSN 2027-1352

MOREIRA, P. Biosorción de cromo hexavalente en soluciones acuosas utilizando biomasa de cáscara de plátano [en línea], 2020. [consulta: 19 de Julio del 2023] Disponible: <file:///Dialnet-DisminucionDeCromoYCobreEnAguasResidualesUtilizand-8620999.pdf>
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/14159>

MOUKHTARI, F.E., MARTÍN-POZO, L. and ZAFRA-GÓMEZ, A., 2023. Strategies for the use of microorganisms for the elimination of pollutants with endocrine-disrupting activity in the environment. *Journal of environmental chemical engineering* [en línea], vol. 11, no. 1, DOI 10.1016/j.jece.2023.109268. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213343723000076>.

ISSN 2213-2929.

OSSA, Julia, A., VANEGAS, María .C., BADILLO, Ángela, M. Evaluación de la melaza de caña como sustrato para el crecimiento de *Lactobacillus plantarum*. *Revista Udca Actualidad & Divulgacion Cientifica* [en línea], vol. 13, no. 1, 2010 [consulta: 20 de Julio del 2023]. DOI 10.31910/rudca.v13.n1.2010.713. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S012342262010000100011&lng=e&nrm=iso&tlng=es.

ISSN 0123-4226

PEREZ ESTEBAN, N., VINARDELL, S., VIDAL ANTICH, C., PEÑA PICOLA, S.,

CHIMENOS, J. M., PECES, M., DOSTA, J. y ASTALS, S., 2022. Potential of anaerobic co-fermentation in wastewater treatments plants: A review. *The Science of the total environment*. Online. 2022. Vol. 813, no. 152498, pp. 152498. DOI 10.1016/j.scitotenv.2021.152498. Disponible en <https://web.p.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=6&sid=8209b589-95d24d67b4a85d99ad122752%40redis&bdata=Jmxhbm9ZXMmc2l0ZT1laG9zdC1saXZI#AN=58570011&db=eoah>

RODRÍGUEZ AGUDELO, Karen.T., AGUDELO VALENCIA, Rafael.N. y CAICEDO JIMÉNEZ, María, C. Tratamiento de aguas residuales producidas en el proceso de remojo en curtiembres empleando ozono y hierro como catalizador. *Revista Ion Investigación Optimización y Nuevos procesos en Ingeniería* [en línea], vol. 34, no. 2, 2021 [consulta: 20 de Julio del 2023]. DOI 10.18273/revion.v34n2-2021010. Disponible en: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120100X2021000200105&script=sci_abstract&tlng=es
ISSN 0120-100X.

RODRÍGUEZ YUPANQUI, Magda y QUEZADA ALVAREZ, Medardo .A., 2020. Remoción de cromo en efluente de curtiembre por consorcio de levaduras del género *Saccharomyces* y *Pichia*. *UCV – SCIENTIA* [en línea], vol. 11, no. 2, 2019 [consulta: 18 de Julio del 2023]. DOI 10.18050/ucvs.v11i2.2587. Disponible en: <https://revistas.ucv.edu.pe/index.php/ucv-scientia/article/view/1077>.
ISSN 2077-172X

ROMERO LÓPEZ, Teresita de Jesús, Uso de microorganismos eficientes para tratar aguas contaminadas. *Hydraulic and Environmental Engineering/Ingeniería Hidráulica y Ambiental* [en línea], vol. 38, no. 3, 2017 [consulta: 18 Julio del 2023]. Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v38n3/riha08317.pdf>
ISSN 1680-0338.

SANCHEZ, Jeannette. Recursos naturales, medio ambiente y sostenibilidad: 70 años de pensamiento de la CEPAL. Recursos naturales, medio ambiente y

sostenibilidad: 70 años de pensamiento de la CEPAL. [En línea] N° 158 (LC/PUB.2019/18-P), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 2019. [Citado el: 19 de Julio de 2023.] https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44785/1/S1900378_es.pdf
ISBN: 978-92-1-047946-2

SEPEHR, M.N., ZARRABI, M. and AMRANE, A. Removal of CR (III) from model solutions by isolated *Aspergillus niger* and *Aspergillus oryzae* living microorganisms: Equilibrium and kinetic studies. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers* [en línea], vol. 43, no. 3, 2012. DOI 10.1016/j.jtice.2011.12.001. Disponible en: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=iuh&AN=74673983&lang=es&site=ehost-live>.
ISSN 1876-1070

SERIKOVA, A. y SUORINENI, F. Geochemical study of chromium in the Aktobe 40egión of Kazakhstan. Edu.kz [en línea], 2022. [consulta: 29 octubre 2023]. Disponible en: <https://nur.nu.edu.kz/bitstream/handle/123456789/6540/Thesis%20-%20Alin%20Serikova.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Sigma daf clarifiers. Castanares, Laura 2021. Tratamiento de aguas residuales de la industria de curtidos. Disponible en: https://sigmadafclarifiers.com/sistemasdaf/?gclid=Cj0KCQjwwviiBhCFARIsADvYi7IhW9CzraoRm8Wbe0Dy3GkWXqqFrPTUrRKI7BaCFeV9Bxoq5EmYLAaAvhDEALw_wcB.

SOLIS PAREJA, Cintia. Estrategias basadas en producción más limpia y biorremediación para mitigar los impactos ambientales negativos generados por los efluentes industriales de las curtiembres del parque industrial de río seco, Arequipa. Tesis (Maestría en Ciencias: Ingeniería de Proyectos, con mención en Exportaciones). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2020. Disponible en: <https://repositorio.unsa.edu.pe/server/api/core/bitstreams/1f73fdb1-a5d9-4652->

b6d9-cf8a94af462a/content

TANYA MOROCHO, Mariuxi y LEIVA MORA, Michel. Microorganismos eficientes, propiedades funcionales y aplicaciones agrícolas. *Centro agrícola* [en línea], vol. 46, no. 2, 2019.[consulta: 20 de Julio del 2023]. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025357852019000200093. ISSN 0253-5785.

VENTURA CARRILLO, Karina y GUTIERREZ CCAPA, Claudia, L. Diseño de un plan de producción limpia para una pequeña empresa productora de cueros en Arequipa. Tesis (Bachiller en Ingeniería Ambiental). Arequipa: Universidad Continental, 2020. Disponible en: https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/10754/3/IV_FIN_107_TI_Ventura_Gutierrez_2020.pdf

VALLEJO AGUILAR, M. de la L.A., MARÍN CASTRO, M.A., RAMOS CASSELLIS, M.E., SILVA GÓMEZ, S.E., IBARRA CANTÚN, D. y TAMARIZ FLORES, J.V. Biosorción y tolerancia de Pb, Cr y Cd por la biomasa de *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Ex Fr.) P. Kumm. *Revista mexicana de ciencias agrícolas* [en línea], vol. 12, no. 2, 2021. [consulta: 28 setiembre del 2023]. DOI 10.29312/remexca.v12i2.2687. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-09342021000200275&script=sci_arttext&tlng=en ISSN 2007-0934

YAN, Sun , JIRONG, Lan , YAGUANG, Du, ZHUANG, Li, XI, Liao, DONGYUN, Du, HENGPENG, Ye, TIAN ,C ZHANG y SHAOHUA, Chen. Efficient removal of heavy metals by synergistic actions of microorganisms and waste molasses. *Bioresour technology* [en línea], vol. 302, no. 122797, 2020. [consulta: 19 de Julio del 2023]. DOI 10.1016/j.biortech.2020.122797. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852420300663>. ISSN 0960-8524

YEON CHOI, So. Potential impacts of northern resource development on aquatic biota: toxicity of hexavalent chromium and a rare earth element processing reagent (Cánada) [en línea], 2019 [consulta: 19 de Julio del 2023] Disponible en: <https://scholars.wlu.ca/cgi/viewcontent.cgi?article=3289&context=etd>

SHARMA, V. y SINGH, P. Biosorption of Chromium by *Bacillus subtilis* Isolated from Ganga River. *Neptjournal.com* [en línea], 2019 [consulta: 19 de Julio del 2023] Disponible en: [http://www.neptjournal.com/upload-images/NL-72-6-\(4\)B-3597.pdf](http://www.neptjournal.com/upload-images/NL-72-6-(4)B-3597.pdf)

ANEXOS

Anexo 1: Tabla de Operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Escala de medición	Instrumento		
V.I: Efecto de la biomasa y pH con <i>Trichoderma spp.</i>	El procedimiento consiste en incorporar biomasa del microorganismo de (<i>Trichoderma spp.</i>) en diferentes concentraciones (g) a diferentes niveles de pH, para lograr la remoción de los niveles de cromo total de las aguas residuales de curtiembre de la Esperanza.	Se aplica la biomasa del microorganismo (<i>Trichoderma spp.</i>) a diferentes gramos de biomasa (0,423, 0,846 y 1,269 g), con una variación de pH de (4, 7 y 9). Con una temperatura ambiente y agitación constante de 130 RPM. Se tomaron 27 muestras y se evalúa la remoción de cromo a los 7 días.	Dosis de biomasa con <i>Trichoderma spp.</i>	0,423 g 0,846 g 1,269 g	Razón	Ficha de registro de datos		
			Niveles de pH	pH 4 pH 7 pH 9			Razón	Ficha de registro de datos
			Tiempo	7 día				
V.D: Remoción de Cr total	La reducción del nivel de Cromo total se obtendrá con los tratamientos mediante la biomasa del microorganismo de (<i>Trichoderma spp.</i>) en concentraciones de biomasa y variaciones de los niveles de pH.	La reducción se muestra tras la medición de Cromo a los 5 y 7 días, evidenciando los niveles de remoción alcanzados en cada una de las repeticiones.	Parámetro Químico	<i>Cromo total</i>	Razón	Ficha de registro de datos		

Anexo 2: Evaluación por Juicio de expertos

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	Dr. José Félix Rivero Méndez
Grado profesional:	Maestría () Doctor (X)
Área de formación académica:	Clinica () Social () Educativa (X) Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	Ingeniero Químico, con doctorado en Ciencias Ambientales, docente de la facultad de Ingeniería Química de la Universidad Nacional de Trujillo
Institución donde labora:	Universidad Nacional de Trujillo
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años () Más de 5 años (X)
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	No corresponde.

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	Ficha técnica de validación de datos del Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por <i>Trichoderma spp.</i> en aguas residuales de curtiembre.
Autora:	Alcántara Saavedra, Dury Anabel; León Castañeda, Mayli Jazmín
Procedencia:	Trujillo
Administración:	Alcántara Saavedra, Dury Anabel; León Castañeda, Mayli Jazmín
Tiempo de aplicación:	7 días
Ámbito de aplicación:	Trujillo – La Libertad
Significación:	Explicar Cómo está compuesta la escala (dimensiones, áreas, ítems por área, explicación breve de cuál es el objetivo de medición)

4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Efecto de la biomasa y pH con <i>Trichoderma spp.</i>	Dosis de biomasa con <i>Trichoderma spp.</i>	La Biomasa es la masa (peso) de los microorganismos biológicos vivos o muertos presentes en un área o ambiente (Vázquez et al, 2016, pp. 7-8).
	Niveles de pH	4, 7 y 9
	Tiempo	Evaluado en 7 días
Remoción de Cr total	Parámetro Químico	El cromo total es la forma más común de cromo en la naturaleza y es menos tóxica que el cromo hexavalente. El cromo es uno de los elementos que presentes en las aguas residuales procedentes de industrias, en su mayoría curtiembres. Presentan toxicidad debido a su estado de oxidación y concentración, generando procesos cancerígenos (Mixán et al., 2019, p.10).

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el instrumento Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre elaborado por Alcántara Saavedra, Duryly; León Castañeda, Mayli Jazmín en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.

	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1 No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

Dimensiones del instrumento:

- Primera dimensión: Dosis de biomasa con *Trichoderma spp.*
- Objetivos de la Dimensión: Medir las dosis de biomasa con *Trichoderma spp.*

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Dosis de biomasa	1	4	4	4	NINGUNA
Remoción de cromo	2	4	4	4	NINGUNA

- Segunda dimensión: Niveles de pH
- Objetivos de la Dimensión: Evaluar los niveles de pH 4, 7 y 9.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Niveles de pH	1	4	4	4	NINGUNA
Remoción de cromo	2	4	4	4	NINGUNA

• Tercera dimensión: Tiempo

• Objetivos de la Dimensión: Evaluar los niveles de remoción de cromo total a los 7 días.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Tiempo de los tratamientos	1	4	4	4	NINGUNA
Remoción de cromo total	2	4	4	4	NINGUNA

• Cuarta dimensión: Remoción de cromo total

• Objetivos de la Dimensión: Evaluar la remoción de cromo total

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Nivel máximo de remoción de cromo total	1	4	4	4	NINGUNA



Jose Felix Rivero Mendez
INGENIERO QUIMICO
CIP 20384

Firma del evaluador
DNI 17859328

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	Remigio David Salirrosas Fernández
Grado profesional:	Maestría (X) Doctor ()
Área de formación académica:	Clínica () Social () Educativa (X) Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	Biólogo con Maestría en mención: Biotecnología Agroindustrial y Ambiental, docente en la Universidad Nacional de Trujillo dictando el curso de Genética, encargado del laboratorio de Citometría – UNT. Docente universitario dictando el curso de proyectos de investigación en la facultad de medicina de la Universidad César Vallejo.
Institución donde labora:	Universidad Nacional de Trujillo – Universidad César Vallejo
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años () Más de 5 años (X)
Experiencia en Investigación Psicométrica: (sí corresponde)	No corresponde.

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	Ficha técnica de validación de datos del Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por <i>Trichoderma spp.</i> en aguas residuales de curtiembre.
Autora:	Alcántara Saavedra, Dury Anabel; León Castañeda, Mayli Jazmín
Procedencia:	Trujillo
Administración:	Alcántara Saavedra, Dury Anabel; León Castañeda, Mayli Jazmín
Tiempo de aplicación:	7 días
Ámbito de aplicación:	Trujillo – La Libertad
Significación:	Explicar Cómo está compuesta la escala (dimensiones, áreas, ítems por área, explicación breve de cuál es el objetivo de medición)

4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Efecto de la biomasa y pH con <i>Trichoderma spp.</i>	Dosis de biomasa con <i>Trichoderma spp.</i>	La Biomasa es la masa (peso) de los microorganismos biológicos vivos o muertos presentes en un área o ambiente (Vázquez et al, 2016, pp. 7-8).
	Niveles de pH	4, 7 y 9
	Tiempo	Evaluado en 7 días
Remoción de Cr total	Parámetro Químico	El cromo total es la forma más común de cromo en la naturaleza y es menos tóxica que el cromo hexavalente. El cromo es uno de los elementos que presentes en las aguas residuales procedentes de industrias, en su mayoría curtiembres. Presentan toxicidad debido a su estado de oxidación y concentración, generando procesos cancerígenos (Mixán et al., 2019, p.10).

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el instrumento Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre elaborado por Alcántara Saavedra, Duryly; León Castañeda, Mayli Jazmín en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.

	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1 No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

Dimensiones del instrumento:

- Primera dimensión: Dosis de biomasa con *Trichoderma spp.*
- Objetivos de la Dimensión: Medir las dosis de biomasa con *Trichoderma spp.*

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Dosis de biomasa	1	4	4	4	NINGUNA
Remoción de cromo	2	4	4	4	NINGUNA

- Segunda dimensión: Niveles de pH
- Objetivos de la Dimensión: Evaluar los niveles de pH 4, 7 y 9.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Niveles de pH	1	4	4	4	NINGUNA
Remoción de cromo	2	4	4	4	NINGUNA

• Tercera dimensión: Tiempo

• Objetivos de la Dimensión: Evaluar los niveles de remoción de cromo total a los 7 días.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Tiempo de los tratamientos	1	4	4	4	NINGUNA
Remoción de cromo total	2	4	4	4	NINGUNA

• Cuarta dimensión: Remoción de cromo total

• Objetivos de la Dimensión: Evaluar la remoción de cromo total

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Nivel máximo de remoción de cromo total	1	4	4	4	NINGUNA



Remigio David Salirrosas Fernández
Biólogo
C B P 15774

Firma del evaluador
DNI 42153981

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	Johnny Edward Huanes Carranza
Grado profesional:	Maestría (X) Doctor ()
Área de formación académica:	Clínica () Social () Educativa (X) Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	Biólogo con Maestría en mención: Biotecnología Agroindustrial y Ambiental, docente en la Universidad Nacional de Trujillo dictando el curso de Biotecnología y Microbiología Ambiental, encargado del laboratorio de Biotecnología e Ingeniería Genética – UNT.
Institución donde labora:	Universidad Nacional de Trujillo
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años () Más de 5 años (X)
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	No corresponde.

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	Ficha técnica de validación de datos del Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por <i>Trichoderma spp.</i> en aguas residuales de curtiembre.
Autora:	Alcántara Saavedra, Durlly Anabel; León Castañeda, Mayli Jazmín
Procedencia:	Trujillo
Administración:	Alcántara Saavedra, Durlly Anabel; León Castañeda, Mayli Jazmín
Tiempo de aplicación:	7 días
Ámbito de aplicación:	Trujillo – La Libertad
Significación:	Explicar Cómo está compuesta la escala (dimensiones, áreas, ítems por área, explicación breve de cuál es el objetivo de medición)

4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Efecto de la biomasa y pH con <i>Trichoderma spp.</i>	Dosis de biomasa con <i>Trichoderma spp.</i>	La Biomasa es la masa (peso) de los microorganismos biológicos vivos o muertos presentes en un área o ambiente (Vázquez et al, 2016, pp. 7-8).
	Niveles de pH	4, 7 y 9
	Tiempo	Evaluado en 7 días
Remoción de Cr total	Parámetro Químico	El cromo total es la forma más común de cromo en la naturaleza y es menos tóxica que el cromo hexavalente. El cromo es uno de los elementos que presentes en las aguas residuales procedentes de industrias, en su mayoría curtiembres. Presentan toxicidad debido a su estado de oxidación y concentración, generando procesos cancerígenos (Mixán et al., 2019, p.10).

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el instrumento Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre elaborado por Alcántara Saavedra, Duryly; León Castañeda, Mayli Jazmín en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.

	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1. No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

Dimensiones del instrumento:

- Primera dimensión: Dosis de biomasa con *Trichoderma spp.*
- Objetivos de la Dimensión: Medir las dosis de biomasa con *Trichoderma spp.*

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Dosis de biomasa	1	4	4	4	NINGUNA
Remoción de cromo	2	4	4	4	NINGUNA

- Segunda dimensión: Niveles de pH
- Objetivos de la Dimensión: Evaluar los niveles de pH 4, 7 y 9.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Niveles de pH	1	4	4	4	NINGUNA
Remoción de cromo	2	4	4	4	NINGUNA

• Tercera dimensión: Tiempo

• Objetivos de la Dimensión: Evaluar los niveles de remoción de cromo total a los 7 días.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Tiempo de los tratamientos	1	4	4	4	NINGUNA
Remoción de cromo total	2	4	4	4	NINGUNA

• Cuarta dimensión: Remoción de cromo total

• Objetivos de la Dimensión: Evaluar la remoción de cromo total

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Nivel máximo de remoción de cromo total	1	4	4	4	NINGUNA



Johny Edward Huanes Carranz
 Biólogo
 C.R. 13881

Firma del evaluador

DNI 46823282

Evaluación por juicio de expertos

Respetado juez: Usted ha sido seleccionado para evaluar el instrumento "Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre". La evaluación del instrumento es de gran relevancia para lograr que sea válido y que los resultados obtenidos a partir de éste sean utilizados eficientemente; aportando al quehacer psicológico. Agradecemos su valiosa colaboración.

1. Datos generales del juez

Nombre del juez:	Claudio Eduardo Quiñones Cerna
Grado profesional:	Maestría (X) Doctor ()
Área de formación académica:	Clinica () Social () Educativa (X) Organizacional ()
Áreas de experiencia profesional:	Biólogo con Maestría en mención: Biotecnología Agroindustrial y Ambiental, docente Investigador en la Universidad Nacional de Trujillo, encargado del laboratorio de Biotecnología e Ingeniería Genética – UNT.
Institución donde labora:	Universidad Nacional de Trujillo
Tiempo de experiencia profesional en el área:	2 a 4 años () Más de 5 años (X)
Experiencia en Investigación Psicométrica: (si corresponde)	No corresponde.

2. Propósito de la evaluación:

Validar el contenido del instrumento, por juicio de expertos.

3. Datos de la escala

Nombre de la Prueba:	Ficha técnica de validación de datos del Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por <i>Trichoderma spp.</i> en aguas residuales de curtiembre.
Autora:	Alcántara Saavedra, Dury Anabel; León Castañeda, Mayli Jazmín
Procedencia:	Trujillo
Administración:	Alcántara Saavedra, Dury Anabel; León Castañeda, Mayli Jazmín
Tiempo de aplicación:	7 días
Ámbito de aplicación:	Trujillo – La Libertad
Significación:	Explicar Cómo está compuesta la escala (dimensiones, áreas, Items por área, explicación breve de cuál es el objetivo de medición)

4. Soporte teórico

Escala/ÁREA	Subescala (dimensiones)	Definición
Efecto de la biomasa y pH con <i>Trichoderma spp.</i>	Dosis de biomasa con <i>Trichoderma spp.</i>	La Biomasa es la masa (peso) de los microorganismos biológicos vivos o muertos presentes en un área o ambiente (Vázquez et al, 2016, pp. 7-8).
	Niveles de pH	4, 7 y 9
	Tiempo	Evaluado en 7 días
Remoción de Cr total	Parámetro Químico	El cromo total es la forma más común de cromo en la naturaleza y es menos tóxica que el cromo hexavalente. El cromo es uno de los elementos que presentes en las aguas residuales procedentes de industrias, en su mayoría curtiembres. Presentan toxicidad debido a su estado de oxidación y concentración, generando procesos cancerígenos (Mixán et al., 2019, p.10).

5. Presentación de instrucciones para el juez:

A continuación, a usted le presento el instrumento Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre elaborado por Alcántara Saavedra, Duryly; León Castañeda, Mayli Jazmín en el año 2023. De acuerdo con los siguientes indicadores califique cada uno de los ítems según corresponda.

Categoría	Calificación	Indicador
CLARIDAD El ítem se comprende fácilmente, es decir, su sintáctica y semántica son adecuadas.	1. No cumple con el criterio	El ítem no es claro.
	2. Bajo Nivel	El ítem requiere bastantes modificaciones o una modificación muy grande en el uso de las palabras de acuerdo con su significado o por la ordenación de estas.
	3. Moderado nivel	Se requiere una modificación muy específica de algunos de los términos del ítem.
	4. Alto nivel	El ítem es claro, tiene semántica y sintaxis adecuada.
COHERENCIA El ítem tiene relación lógica con la dimensión o indicador que está midiendo.	1. totalmente en desacuerdo (no cumple con el criterio)	El ítem no tiene relación lógica con la dimensión.
	2. Desacuerdo (bajo nivel de acuerdo)	El ítem tiene una relación tangencial /lejana con la dimensión.
	3. Acuerdo (moderado nivel)	El ítem tiene una relación moderada con la dimensión que se está midiendo.

	4. Totalmente de Acuerdo (alto nivel)	El ítem se encuentra está relacionado con la dimensión que está midiendo.
RELEVANCIA El ítem es esencial o importante, es decir debe ser incluido.	1. No cumple con el criterio	El ítem puede ser eliminado sin que se vea afectada la medición de la dimensión.
	2. Bajo Nivel	El ítem tiene alguna relevancia, pero otro ítem puede estar incluyendo lo que mide éste.
	3. Moderado nivel	El ítem es relativamente importante.
	4. Alto nivel	El ítem es muy relevante y debe ser incluido.

Leer con detenimiento los ítems y calificar en una escala de 1 a 4 su valoración, así como solicitamos brinde sus observaciones que considere pertinente

1 No cumple con el criterio
2. Bajo Nivel
3. Moderado nivel
4. Alto nivel

Dimensiones del instrumento:

- Primera dimensión: Dosis de biomasa con *Trichoderma spp.*
- Objetivos de la Dimensión: Medir las dosis de biomasa con *Trichoderma spp.*

Indicadores	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Dosis de biomasa	1	4	4	4	NINGUNA
Remoción de cromo	2	4	4	4	NINGUNA

- Segunda dimensión: Niveles de pH
- Objetivos de la Dimensión: Evaluar los niveles de pH 4, 7 y 9 .

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Niveles de pH	1	4	4	4	NINGUNA
Remoción de cromo	2	4	4	4	NINGUNA

• Tercera dimensión: Tiempo

• Objetivos de la Dimensión: Evaluar los niveles de remoción de cromo total a los 7 días.

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Tiempo de los tratamientos	1	4	4	4	NINGUNA
Remoción de cromo total	2	4	4	4	NINGUNA

• Cuarta dimensión: Remoción de cromo total

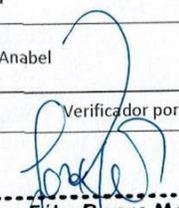
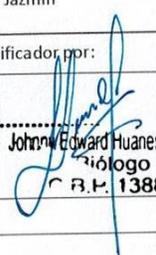
• Objetivos de la Dimensión: Evaluar la remoción de cromo total

INDICADORES	Ítem	Claridad	Coherencia	Relevancia	Observaciones/ Recomendaciones
Nivel máximo de remoción de cromo total	1	4	4	4	NINGUNA


 Firma del evaluador
 DNI 70108432

 Claudio Eduardo Quiñones Cerría
 Biólogo
 C.B.P. 14132

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos

DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN										
Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por <i>Trichoderma spp.</i> en aguas residuales de curtiembre										
Línea de Investigación: Calidad y Gestión de los Recursos Naturales										
Datos Generales:										
Facultad de Ingeniería	Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental					Universidad César Vallejo				
Departamento	Provincia					Distrito				
La Libertad	Trujillo					Víctor Larco Herrera				
DATOS DE LA PRUEBA										
Fecha de la Prueba:	20 de octubre del 2023									
Cantidad de Cromo total inicial:	1778 ppm									
Biomasa de <i>Trichoderma</i>	0,423 g.; 0,846 g. y 1,269 g.									
pH	4, 7 y 9									
Tiempo	7 días									
Número de replicas	3									
Grupo de Prueba	Tratamiento 0	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Tratamiento 6	Tratamiento 7	Tratamiento 8	Tratamiento 9
Cantidad de Biomasa	=	0,846 g.	0,423 g.	1,269 g.	0,846 g.	1,269 g.	0,423 g.	0,423 g.	1,269 g.	0,846 g.
pH	=	7	9	4	4	9	7	4	7	9
Tiempo	=	7 días	7 días	7 días	7 días	7 días	7 días	7 días	7 días	7 días
Concentración de Cromo total	1557	81.91	66.86	103.7	85.41	91.25	62.41	119.7	50.82	88.86
Responsables de la Prueba										
Alcántara Saavedra, Durlly Anabel			León Castañeda, Mayli Jazmin				Claudio Eduardo Quiñones Cerna			
Verificador por:			Verificador por:				Verificador por:			
 Jose Félix Rivero Mena INGENIERO QUIMICO CIP 20384			 John Edward Huane Carranza Biólogo C.B.P. 13881				 Claudio Eduardo Quiñones Cerna Biólogo C.B.P. 14132			

DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre

Línea de Investigación:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

Datos Generales:

Facultad de Ingeniería	Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental	Universidad César Vallejo
Departamento	Provincia	Distrito
La Libertad	Trujillo	Victor Larco Herrera

DATOS DE LA PRUEBA

Fecha de la Prueba: 20 de octubre del 2023
 Cantidad de Cromo total inicial: 1778 ppm
 Biomasa de Trichoderma: 0,423 g.; 0,846 g. y 1,269 g.
 pH: 4, 7 y 9
 Tiempo: 7 días
 Número de replicas: 3

Grupo de Prueba	Tratamiento 0	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Tratamiento 6	Tratamiento 7	Tratamiento 8	Tratamiento 9
Cantidad de Biomasa	-	0,846 g.	0,423 g.	1,269 g.	0,846 g.	1,269 g.	0,423 g.	0,423 g.	1,269 g.	0,846 g.
pH	-	7	9	4	4	9	7	4	7	9
Tiempo	-	7 días								
Concentración de Cromo total	1557	87.00	93.28	93.51	79.73	47.94	65.16	115.9	75.39	77.77

Responsables de la Prueba

Alcántara Saavedra, Durly Anabel		León Castañeda, Mayli Jazmin	
Verificador por:		Verificador por:	Verificador por:
 Jose Felix Rivero Mendez INGENIERO QUIMICO CIP 20384	 John Edward Huanes Carran Biólogo C.B.P. 14132	 Claudio Eduardo Quinones Cerina Biólogo C.B.P. 14132	

DESARROLLO DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre

Línea de Investigación:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

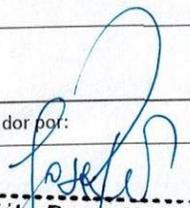
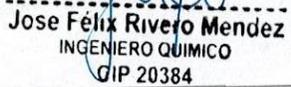
Datos Generales:

Facultad de Ingeniería	Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental	Universidad César Vallejo
Departamento	Provincia	Distrito
La Libertad	Trujillo	Víctor Larco Herrera

DATOS DE LA PRUEBA

Fecha de la Prueba:	20 de octubre del 2023									
Cantidad de Cromo total inicial:	1778 ppm									
Biomasa de Trichoderma	0,423 g.; 0,846 g. y 1,269 g.									
pH	4, 7 y 9									
Tiempo	7 días									
Número de replicas	3									
Grupo de Prueba	Tratamiento 0	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Tratamiento 6	Tratamiento 7	Tratamiento 8	Tratamiento 9
Cantidad de Biomasa	-	0,846 g.	0,423 g.	1,269 g.	0,846 g.	1,269 g.	0,423 g.	0,423 g.	1,269 g.	0,846 g.
pH	-	7	9	4	4	9	7	4	7	9
Tiempo	-	7 días								
Concentración de Cromo total	1557	79.72	74.78	101.3	84.31	46.65	62.97	112.6	85.36	97.47

Responsables de la Prueba

Alcántara Saavedra, Durlly Anabel		León Castañeda, Mayli Jazmin	
Verificador por:		Verificador por:	Verificador por:
 Jose Félix Rivero Mendez INGENIERO QUIMICO CIP 20384	 Verificador por: Biólogo C.B.P. 13881	 Verificador por: Biólogo C.B.P. 14132	

Anexo 2: Instrumento de recolección de muestra de agua residual de curtiembre

RECOLECCIÓN DE MUESTRA DE AGUA RESIDUAL DE CURTIEMBRE								
FECHA:	02/10/2023			MUESTRA N°:	1			
DISTRITO:	LA ESPERANZA	PROVINCIA:	TRUJILLO	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD			
IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO								
LUGAR DE MUESTREO	COORDENADAS UTM			TIPO DE MUESTRA	TIPO DE RECIPIENTE	VOLUMEN DE MUESTRA (L)	FECHA	HORA
	ESTE	NORTE	MSNM					
ETAPA DE CURTIDO	713395	9109469	129.1	AGUA RESIDUAL	RECIPIENTE HERMÉTICO	25 L	02/10/2023	09:30 am.

REALIZADO POR		
NOMBRE	CARGO	FIRMA
ALCÁNTARA SAAVEDRA, DURLY ANABEL	Tesista	
LEÓN CASTAÑEDA, MAYLI JAZMIN	Tesista	

VERIFICADO POR		
NOMBRE	CARGO	FIRMA
Ing. OLGA MARILYN PERALTA VILLAR	SUPERVISOR SIG	

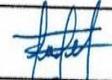
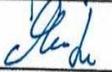
CURTIEMBRE CUENCA S.A.C.
RUC 20492056823

RECOLECCIÓN DE MUESTRA DE AGUA RESIDUAL DE CURTIEMBRE

FECHA:	11 / 10 / 2023			MUESTRA N°:	2
DISTRITO:	LA ESPERANZA	PROVINCIA:	TRUJILLO	DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO DE MONITOREO

LUGAR DE MUESTREO	COORDENADAS UTM			TIPO DE MUESTRA	TIPO DE RECIPIENTE	VOLUMEN DE MUESTRA (L)	FECHA	HORA
	ESTE	NORTE	MSNM					
ETAPA DE CURTIDO	713395	9109469	129.1	AGUA RESIDUAL	RECIPIENTE HERMÉTICO	25 L	11/10/2023	11:39 am.

REALIZADO POR		
NOMBRE	CARGO	FIRMA
ALCÁNTARA SAAVEDRA, DURLY ANABEL	Tesista	
LEÓN CASTAÑEDA, MAYLI JAZMIN	Tesista	

VERIFICADO POR		
NOMBRE	CARGO	FIRMA
Ing. OLGA MARILYN PERALTA VILLAR	SUPERVISOR SIG	

CURTIEMBRE CUENCA S.A.C.
RUC 20482056823

Anexo 3: Consentimiento informado de la UCV

Consentimiento Informado de la UCV

Título de la investigación: Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre.

Investigadores: Alcántara Saavedra, Durlly Anabel y León Castañeda, Mayli Jazmín

Propósito del estudio

Le invitamos a participar en la investigación titulada “Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre, cuyo objetivo es obtener el grado de Ingeniero Ambiental

Esta investigación es desarrollada por estudiantes de pregrado, de la carrera profesional ingeniería ambiental de la Universidad César Vallejo del campus de Trujillo, aprobado por la autoridad correspondiente de la Universidad y con el permiso de la institución.

Describir el impacto del problema de la investigación.

La innovación en usar tratamientos en base a biomasa microbiana, permite depurar las aguas residuales industriales de las curtiembres, reduciendo los indicadores que establece la legislación ambiental (Sánchez, et al., 2020. pp. 15-18). El cromo, el cadmio y el plomo son ejemplos de metales pesados que pueden ser removidos de las aguas residuales mediante bioadsorción, biosorción o bioabsorción (Altynbekova et al., 2020, p.16).

Procedimiento

Si usted acepta que su hijo participe y su hijo decide participar en esta investigación (enumerar los procedimientos del estudio):

1. Se realizará una encuesta o entrevista donde se recogerá datos personales y

algunas preguntas sobre la investigación: “: Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre”.

2. Esta encuesta o entrevista tendrá un tiempo aproximado de 2 minutos y se realizará en el ambiente de Universidad César Vallejo. Las respuestas al cuestionario o guía de entrevista serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

Participación voluntaria (principio de autonomía):

Puede hacer todas las preguntas para aclarar sus dudas antes de decidir si desea participar o no, y su decisión será respetada. Posterior a la aceptación no desea continuar puede hacerlo sin ningún problema.

Riesgo (principio de No maleficencia):

Indicar al participante la existencia que NO existe riesgo o daño al participar en la investigación. Sin embargo, en el caso que existan preguntas que le puedan generar incomodidad. Usted tiene la libertad de responderlas o no.

Beneficios (principio de beneficencia):

Se le informará que los resultados de la investigación se le alcanzará a la institución al término de la investigación. No recibirá ningún beneficio económico ni de ninguna otra índole. El estudio no va a aportar a la salud individual de la persona, sin embargo, los resultados del estudio podrán convertirse en beneficio de la salud pública.

Confidencialidad (principio de justicia):

Los datos recolectados deben ser anónimos y no tener ninguna forma de identificar al participante. Garantizamos que la información que usted nos brinde es totalmente Confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de la investigación. Los datos permanecerán bajo custodia del investigador principal y pasado un tiempo determinado serán eliminados convenientemente.

Problemas o preguntas:

Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con el Investigador (a) Alcántara Saavedra, Durlly Anabel, email: dalcantaras97@ucvvirtual.edu.pe, León

Castañeda, Mayli Jazmín, email: maylinlc@ucvvirtual.edu.pe y Docente asesor Dr. Cruz Monzón, José Alfredo, email: jacruz@ucvvirtual.edu.pe.

Consentimiento

Después de haber leído los propósitos de la investigación autorizo participar en la investigación antes mencionada.

Nombre y Apellidos: Durly Anabel, Alcántara Saavedra

Fecha y hora: 16/11/2023 – 09:00 am.

DNI: 73713997



Nombre y Apellidos: Mayli Jazmín, León Castañeda

Fecha y hora: 16/11/2023 – 09:00 am.

DNI: 73384550



Anexo 4: Consentimiento informado del apoderado

Consentimiento Informado del Apoderado

Título de la investigación: Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre.

Investigadora: Alcántara Saavedra, Durly Anabel

Propósito del estudio

Estamos invitando a su hija a participar en la investigación titulada “Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre, cuyo objetivo es obtener el grado de Ingeniero Ambiental Esta investigación es desarrollada por estudiantes de pregrado, de la carrera profesional ingeniería ambiental de la Universidad César Vallejo del campus de Trujillo, aprobado por la autoridad correspondiente de la Universidad y con el permiso de la institución.

Describir el impacto del problema de la investigación.

La innovación en usar tratamientos en base a biomasa microbiana, permite depurar las aguas residuales industriales de las curtiembres, reduciendo los indicadores que establece la legislación ambiental (Sánchez, et al., 2020. pp. 15-18). El cromo, el cadmio y el plomo son ejemplos de metales pesados que pueden ser removidos de las aguas residuales mediante bioadsorción, biosorción o bioabsorción (Altynbekova et al., 2020, p.16).

Procedimiento

Si usted acepta que su hijo participe y su hijo decide participar en esta investigación (enumerar los procedimientos del estudio):

1. Se realizará una encuesta o entrevista donde se recogerá datos personales y algunas preguntas sobre la investigación: “Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre”.

2. Esta encuesta o entrevista tendrá un tiempo aproximado de 2 minutos y se realizará en el ambiente de Universidad César Vallejo. Las respuestas al cuestionario o guía de entrevista serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

Participación voluntaria (principio de autonomía):

Puede hacer todas las preguntas para aclarar sus dudas antes de decidir si desea participar o no, y su decisión será respetada. Posterior a la aceptación no desea continuar puede hacerlo sin ningún problema.

Riesgo (principio de No maleficencia):

Indicar al participante la existencia que NO existe riesgo o daño al participar en la investigación. Sin embargo, en el caso que existan preguntas que le puedan generar incomodidad. Usted tiene la libertad de responderlas o no.

Beneficios (principio de beneficencia):

Se le informará que los resultados de la investigación se le alcanzará a la institución al término de la investigación. No recibirá ningún beneficio económico ni de ninguna otra índole. El estudio no va a aportar a la salud individual de la persona, sin embargo, los resultados del estudio podrán convertirse en beneficio de la salud pública.

Confidencialidad (principio de justicia):

Los datos recolectados deben ser anónimos y no tener ninguna forma de identificar al participante. Garantizamos que la información que usted nos brinde es totalmente Confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de la investigación. Los datos permanecerán bajo custodia del investigador principal y pasado un tiempo determinado serán eliminados convenientemente.

Problemas o preguntas:

Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con el Investigador (a) Alcántara Saavedra, Dury Anabel, email: dalcantaras97@ucvvirtual.edu.pe, León Castañeda, Mayli Jazmín, email: maylinlc@ucvvirtual.edu.pe y Docente asesor Dr. Cruz Monzón, José Alfredo, email: jacruz@ucvvirtual.edu.pe.

Consentimiento

Después de haber leído los propósitos de la investigación autorizo que mi menor hijo participe en la investigación.

Nombre y Apellidos: Elisita Anabel, Saavedra Jiménez

Fecha y hora: 16/11/2023 – 12:00 pm.

DNI: 27143763

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Saavedra', written over a horizontal line.

FIRMA

Consentimiento Informado del Apoderado

Título de la investigación: Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre.

Investigadora: León Castañeda, Mayli Jazmín

Propósito del estudio

Estamos invitando a su hija a participar en la investigación titulada “Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre, cuyo objetivo es obtener el grado de Ingeniero Ambiental. Esta investigación es desarrollada por estudiantes de pregrado, de la carrera profesional ingeniería ambiental de la Universidad César Vallejo del campus de Trujillo, aprobado por la autoridad correspondiente de la Universidad y con el permiso de la institución.

Describir el impacto del problema de la investigación.

La innovación en usar tratamientos en base a biomasa microbiana, permite depurar las aguas residuales industriales de las curtiembres, reduciendo los indicadores que establece la legislación ambiental (Sánchez, et al., 2020. pp. 15-18). El cromo, el cadmio y el plomo son ejemplos de metales pesados que pueden ser removidos de las aguas residuales mediante bioadsorción, biosorción o bioabsorción (Altynbekova et al., 2020, p.16).

Procedimiento

Si usted acepta que su hijo participe y su hijo decide participar en esta investigación (enumerar los procedimientos del estudio):

1. Se realizará una encuesta o entrevista donde se recogerá datos personales y algunas preguntas sobre la investigación: “Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por *Trichoderma spp.* en aguas residuales de curtiembre”.
2. Esta encuesta o entrevista tendrá un tiempo aproximado de 2 minutos y se realizará en el ambiente de Universidad César Vallejo. Las respuestas al

cuestionario o guía de entrevista serán codificadas usando un número de identificación y, por lo tanto, serán anónimas.

Participación voluntaria (principio de autonomía):

Puede hacer todas las preguntas para aclarar sus dudas antes de decidir si desea participar o no, y su decisión será respetada. Posterior a la aceptación no desea continuar puede hacerlo sin ningún problema.

Riesgo (principio de No maleficencia):

Indicar al participante la existencia que NO existe riesgo o daño al participar en la investigación. Sin embargo, en el caso que existan preguntas que le puedan generar incomodidad. Usted tiene la libertad de responderlas o no.

Beneficios (principio de beneficencia):

Se le informará que los resultados de la investigación se le alcanzará a la institución al término de la investigación. No recibirá ningún beneficio económico ni de ninguna otra índole. El estudio no va a aportar a la salud individual de la persona, sin embargo, los resultados del estudio podrán convertirse en beneficio de la salud pública.

Confidencialidad (principio de justicia):

Los datos recolectados deben ser anónimos y no tener ninguna forma de identificar al participante. Garantizamos que la información que usted nos brinde es totalmente Confidencial y no será usada para ningún otro propósito fuera de la investigación. Los datos permanecerán bajo custodia del investigador principal y pasado un tiempo determinado serán eliminados convenientemente.

Problemas o preguntas:

Si tiene preguntas sobre la investigación puede contactar con el Investigador (a) Alcántara Saavedra, Dury Anabel, email: dalcantaras97@ucvvirtual.edu.pe, León Castañeda, Mayli Jazmín, email: maylinlc@ucvvirtual.edu.pe y Docente asesor Dr. Cruz Monzón, José Alfredo, email: jacruz@ucvvirtual.edu.pe.

Consentimiento

Después de haber leído los propósitos de la investigación autorizo que mi menor hijo participe en la investigación.

Nombre y Apellidos: Aurelia, Castañeda Enrriquez

Fecha y hora: 16/11/2023 – 12:00 pm.

DNI: 09580661



FIRMA

Anexo 5: Registro de identificación de Punto de Monitoreo

Registro de Identificación del Punto de Monitoreo

Nombre del cuerpo de agua:

Clasificación del cuerpo de agua:
(Categorizado de acuerdo a la R.J. N°202-2010-ANA y modificaciones posteriores)

Código y nombre de la cuenca o del cuerpo marino-costero:
(Código Plafstätt)

IDENTIFICACIÓN DEL PUNTO

Código del punto de monitoreo:
(Según lo indicado en ítem 6.5.4 del Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales)

Descripción:
(Origen/Ubicación)

Accesibilidad:
(Describir detalladamente la vía de acceso, para que otras personas pueden encontrar fácilmente el punto de monitoreo)

Representatividad:
(Describir el tramo de río o quebrada o la bahía o zona de laguna a mar, que el punto de monitoreo representa)

Finalidad del monitoreo:
(Describir la finalidad del punto de monitoreo: Vigilancia de un uso, evaluación del impacto de una fuente contaminante, ...)

Reconocimiento del Entorno:
(Indicar referencias topográficas que permiten el fácil reconocimiento del punto en campo.)

UBICACIÓN

Distrito: Provincia: Departamento:

Localidad:

Coordenadas (WGS84): Sistema de coordenadas: Proyección UTM
 Geográficas

Norte/Latitud: Zona: (17, 18 o 19; para UTM solamente)

Este/Longitud: Altitud: (metros sobre el nivel del mar)

Croquis de Ubicación del Punto de Monitoreo (referencia)	Fotografía: <small>(tomada a un mínimo de 20 mts. de distancia del punto de monitoreo)</small>
--	---

Elaborado por _____ Fecha _____

Anexo 6: Identificación morfológica de *Trichoderma spp.* (ADN)



1. Procesamiento de las muestras

1.1 Extracción de ADN

La extracción de ADN se realizó mediante el kit Quick-DNA™ Fungal/Bacterial Miniprep (Zymo Research) de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

1.2 PCR y Secuenciamiento

La PCR se realizó mediante la amplificación del gen EF1 (Factor de Elongación 1) con los iniciadores EF1Fw y EF1Rv, haciendo uso del ADN previamente extraído. Se usó la enzima Phusion High-Fidelity DNA Polymerase y una temperatura de hibridación de 56°C de acuerdo a optimizaciones previas del laboratorio.

El producto de PCR fue analizado mediante Secuenciamiento por Electroforesis Capilar bidireccional y su identificación fue realizada mediante comparación con la Base de datos universal de genomas del NCBI.

2. Resultados

2.1 Identificación molecular

Tabla 1: Datos del análisis de identificación molecular

Muestra	Cobertura (%)	Identidad (%)	E-value	Identificación Molecular	Genoma de Referencia	Observaciones
T_Trujillo	100	100	0.0	<i>Trichoderma asperelloides</i>	MT005188.1	
	100	100	0.0	<i>Trichoderma asperellum</i>	MN244710.1	

Fuente: Biotecoop

MUESTRA: T_Trujillo

SECUENCIA CONSENSO:

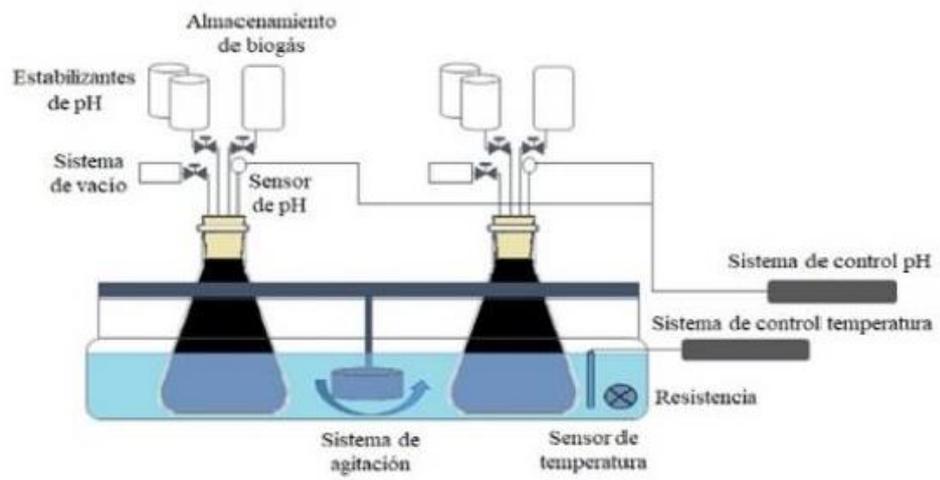
CCTTTTCTCTGCCGTTGACTGTGAACGACATTGTGCTGACCTTCATCGTCTCTAGGGGTTCTGATTTCTCCAC
CAGACTGCTATCGACCGACTCCAATACTGACTTGCTACAACAGCCACGTCGACTCCGGCAAGTCTACCACCG
TGAGTAATACCCAATTCCCAAGCACCGTCTGCTCTCGACTCTGTCGGGTGGCGCGGGGCAACTTGATTATG
GAAGCATCCAGCTAACGTTTTTCTAATAGACTGGTCACTTGATCTACCAGTGGGTATTGACAAGCGTA
CCATCGAGAAGTTCGAGAAGGTAAGCTAATTTCACTGCTTTCCCATCAATTTTGGCACAATTATATGCCCG
ACAATTCTGTTCTCAGTTTTGTCTTTCTTTTTTTCAGCATCACCCCGCTTTGCCAGCCTACCTACCCCTCCTTTG
GCACAGCAAAAAATTTCTCGCTGCCTTGTGGCTTTTAGTGGGGTGTCAATTTTGTGGACGGCAACCCCA
CTATCGCCACTGTACCTTTCCATCATCCACCACATGCTTTTGTCAATCGCATCGTCTATTTTCAATATCTC
TTGTTCAATATGCTGATCATGCTCAATCAATAGGAAGCCGCCGAACTCGGCAAGGGTTCTTCAAGTATGCC
TGGGTTCTTGACAAGCTCAAGGCCGAGCGTGAGCGTGGTATCACCATCGACATTGCCCTCTGGAAGTTCCA
GACTCCAAGTACTATGTCACC

IDENTIDAD:

Description	Scientific Name	Max Score	Total Score	Query Cover	E value	Per. Ident	Acc. Len	Accession
<input checked="" type="checkbox"/> Trichoderma asperelloides isolate T05 translation elongation factor 1 alpha gene, partial cds	Trichoderma as...	1386	1386	100%	0.0	100.00%	882	MT005188.1
<input checked="" type="checkbox"/> Trichoderma asperelloides isolate T01 translation elongation factor 1 alpha gene, partial cds	Trichoderma as...	1386	1386	100%	0.0	100.00%	882	MT005188.1
<input checked="" type="checkbox"/> Trichoderma asperellum isolate CTCRI-Pathol-2019-T1 translation elongation factor 1 alpha (tef1) gene, par...	Trichoderma as...	1386	1386	100%	0.0	100.00%	764	MN244710.1
<input checked="" type="checkbox"/> Trichoderma asperellum isolate CTCRI-Pathol-2019-T5 translation elongation factor 1 alpha (tef1) gene, par...	Trichoderma as...	1386	1386	100%	0.0	100.00%	828	MN244709.1
<input checked="" type="checkbox"/> Trichoderma asperellum isolate Ta13 translation elongation factor 1 (Tef1) gene, partial cds	Trichoderma as...	1386	1386	100%	0.0	100.00%	1015	KT302182.1
<input checked="" type="checkbox"/> Trichoderma asperelloides strain BTas51 translation elongation factor 1-alpha gene, partial cds	Trichoderma as...	1386	1386	100%	0.0	100.00%	922	OQ382323.1
<input checked="" type="checkbox"/> Trichoderma asperelloides strain BTas42 translation elongation factor 1-alpha gene, partial cds	Trichoderma as...	1386	1386	100%	0.0	100.00%	940	OQ382322.1
<input checked="" type="checkbox"/> Trichoderma asperelloides isolate J111 translation elongation factor 1-alpha (Tef1) gene, partial cds	Trichoderma as...	1386	1386	100%	0.0	100.00%	935	OP058411.1
<input checked="" type="checkbox"/> Trichoderma asperelloides isolate IB02/03 translation elongation factor 1-alpha gene, partial cds	Trichoderma as...	1386	1386	100%	0.0	100.00%	893	KP098458.1

Fuente: Biotecoop

Anexo 7: Acondicionamiento de Biorreactores



Fuente: Lizcano et al., 2021, p. 4.

Anexo 8: Normativa del Decreto Supremo N° 071- 2022

Límites Máximos Permisibles para efluentes de las actividades de curtido y adobo de cuero, así como, adobo y teñido de pieles

Parámetro ⁽¹⁾	Unidad de medida	Límite Máximo Permissible	Método de determinación ⁽²⁾⁽³⁾
Potencial de hidrógeno (pH)	Unidades de pH	5 – 8.5	NTP 214.029:2015 CALIDAD DE AGUA. Determinación de pH en agua. Método electrométrico.
Temperatura	°C	35	NTP 214.050:2013 (revisada el 2018) CALIDAD DE AGUA. Determinación de la temperatura en agua.
Sólidos suspendidos totales	mg/L	30	NTP 214.039:2015 CALIDAD DE AGUA. Determinación de sólidos totales suspendidos. Método gravimétrico.
Aceites y grasas	mg/L	20	NTP 214.048:2020 CALIDAD DE AGUA. Determinación de aceites y grasas en aguas. Método de partición gravimétrica líquido - líquido.
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	mg/L	30	NTP 214.037:2020 CALIDAD DE AGUA. Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅). Método de ensayo.
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/L	50	NTP 360.501:2016 CALIDAD DE AGUA. Determinación de la demanda química de oxígeno (DQO). Método colorimétrico a reflujo cerrado.
Cromo VI	mg/L	0.1	NTP 214.053:2015 CALIDAD DE AGUA. Determinación de cromo hexavalente, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico.
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₄)	mg/L	10	NTP 214.051:2015 CALIDAD DE AGUA. Determinación de Nitrógeno Amoniacal en agua. Método Electrodo Selectivo.
Sulfuro	mg/L	0.5	NTP 360.502:2016 CALIDAD DE AGUA. Determinación de sulfuros. Método colorimétrico.
Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	1000	NTP 360.506:2020 CALIDAD DE AGUA. Coliformes totales, coliformes termotolerantes (fecales) y Escherichia coli. Método de ensayo por fermentación en tubos múltiples.
Cromo Total	mg/L	0.5	NTP 214.043:2012 CALIDAD DE AGUA. Determinación de metales. Método de espectrometría de absorción atómica. Aspiración directa flama aire-acetileno (antimonio, bismuto, cadmio, calcio, cesio, cinc, cobalto, cobre, cromo, estaño, estroncio, hierro, iridio, litio, magnesio, manganeso, níquel, oro, paladio, plata, platino, plomo, potasio, rodio, rutenio, sodio, talio).

Nota:

*

Fuente: D.S N° 071-2022- MINAM. (MINAM, 2022, p.7)

Anexo 9: Resultados de análisis de laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO
POR EL ORGANISMO DE ACREDITACION
INACAL- DA CON REGISTRO N°LE-166

Pág. 1 de 2

INFORME DE ENSAYO

Nro. INF3305

Cliente : Alcántara Saavedra, Dury ; León Castañeda, Mayli
Dirección : La Libertad
Fecha de Emisión : 09/10/2023 05:15:00 pm Orden de Servicio : ODE3305

Tipo de Material de los Items Ensayados

Tipo de Material : Efluentes

Recepción de los Items de Ensayo

Identificación de Items : Muestra de efluentes
Número de Items : 2 Unidades
Cantidad de Item : 200 ml
Estado de Item : Líquido.
Contenedor de Item : Botellas plásticas cerradas.
Fecha de Recepción : 09/10/2023 07:00:00 pm
Lugar de Recepción : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.
Condiciones de Recep. : Codificación notoria

RESULTADOS DEL ENSAYO

Fecha de Ejecución : 09/10/2023 08:00:00 am
Lugar de Ejecución : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.

Cód. Interno	Cód. Cliente	Cr (ppm)
ODE3305/002	Muestra 1 exp. Sin sacarosa	140.5
ODE3305/003	Muestra 2 exp. con sacarosa	135.9

METODOLOGÍA EMPLEADA

Parámetro de Ensayo : Método
Cromo (Cr) : Espectroscopia de absorción atómica (*)

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad
Cel. 964 960 123 – 948 323 220

R-PJL-16/1 rev. 01 Emisión 13.07.20

Observaciones

Los resultados < LCM. Límite de cuantificación del Método para NTP-ISO 10258. Concentrados de sulfuro de cobre. Determinación del Contenido de Cobre. Método por titulación. [Validado-Modificado. Aplicado fuera del alcance] No incluye muestreo; significa que la concentración del analito es menor a 3.670 %.

NA: No Aplica ND: No declarado

(*) Los Métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Información Adicional

- ❖ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio ENSAYOS TECNICOS LABMIN SRL.
- ❖ Los Resultados se suministran de manera exacta, clara, inequívoca y objetiva
- ❖ El resultado es válido solo para la muestra y las cantidades analizadas, no pudieron extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción y ensayo.
- ❖ Los datos proporcionados por el cliente como: código del cliente, descripción de la muestra, lugar de muestreo, punto de muestreo, fecha y hora de muestreo son de su responsabilidad pudiendo afectar la validez de los resultados.
- ❖ Cuando el Cliente requiera que la muestra se ensaye, admitiendo una desviación de las condiciones especificadas (muestra no conforme, el laboratorio no se hace responsable por los resultados, ya que estos pueden verse afectados; encontrándose fuera del marco de la acreditación.
- ❖ Si se presentan desviaciones a los métodos de ensayos a solicitud de cliente, están fuera del alcance de acreditación
- ❖ Este documento es válido solo en original y sin tachaduras ni enmendaduras.
- ❖ El Informe de Ensayo no será utilizado como certificado de conformidad y su uso indebido será considerado como un delito contra la fe pública
- ❖ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el laboratorio durante 30 días, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado
- ❖ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA



Cristian Yuri Minchola Rojas
ING. QUÍMICO
R. CIP 64364

Cristian Yuri Minchola Rojas

Ing. Químico

CIP N°064564

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

INFORME DE ENSAYO

Nro. INF3305

Cliente : Alcántara Saavedra, Duryl ; León Castañeda, Mayli
Dirección : La Libertad
Fecha de Emisión : 11/10/2023 05:15:00 pm Orden de Servicio : ODE3305

Tipo de Material de los Items Ensayados

Tipo de Material : Efluentes

Recepción de los Items de Ensayo

Identificación de Items : Muestra de efluentes
Número de Items : 13 Unidades
Cantidad de Item : 200 ml
Estado de Item : Líquido.
Contenedor de Item : Botellas plásticas cerradas.
Fecha de Recepción : 09/10/2023 03:00:00 pm
Lugar de Recepción : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.
Condiciones de Recep. : Codificación notoria

RESULTADOS DEL ENSAYO

Fecha de Ejecución : 11/10/2023 08:00:00 am
Lugar de Ejecución : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.

Cód. Interno	Cód. Cliente	Cr (ppm)
ODE3305/001	Muestra cero 0 Fecha documento: 11 de octubre	1557

METODOLOGÍA EMPLEADA

Parámetro de Ensayo : Método
Cromo (Cr) : Espectroscopia de absorción atómica (*)

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad
Cel. 964 960 123 – 948 323 220

Observaciones

Los resultados < LCM. Límite de cuantificación del Método para NTP-ISO 10258. Concentrados de sulfuro de cobre. Determinación del Contenido de Cobre. Método por titulación. [Validado-Modificado. Aplicado fuera del alcance] No incluye muestreo; significa que la concentración del analito es menor a 3.670 %.

NA: No Aplica ND: No declarado

(*) Los Métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Información Adicional

- ❖ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio ENSAYOS TECNICOS LABMIN SRL.
- ❖ Los Resultados se suministran de manera exacta, clara, inequívoca y objetiva
- ❖ El resultado es válido solo para la muestra y las cantidades analizadas, no pudieron extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción y ensayo.
- ❖ Los datos proporcionados por el cliente como: código del cliente, descripción de la muestra, lugar de muestreo, punto de muestreo, fecha y hora de muestreo son de su responsabilidad pudiendo afectar la validez de los resultados.
- ❖ Cuando el Cliente requiera que la muestra se ensaye, admitiendo una desviación de las condiciones especificadas (muestra no conforme, el laboratorio no se hace responsable por los resultados, ya que estos pueden verse afectados; encontrándose fuera del marco de la acreditación.
- ❖ Si se presentan desviaciones a los métodos de ensayos a solicitud de cliente, están fuera del alcance de acreditación
- ❖ Este documento es válido solo en original y sin tachaduras ni enmendaduras.
- ❖ El Informe de Ensayo no será utilizado como certificado de conformidad y su uso indebido será considerado como un delito contra la fe pública
- ❖ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservaran en el laboratorio durante 30 días, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado
- ❖ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA



Cristian Yuri Minchola Rojas
ING. QUÍMICO
R. CIP 64564

Cristian Yuri Minchola Rojas

Ing. Químico

CIP N°064564

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

R-PJL-16/1 rev. 01 Emisión 13.07.20

INFORME DE ENSAYO

Nro. INF3305

Cliente : Alcántara Saavedra, Duryly ; León Castañeda, Mayli
Dirección : La Libertad
Fecha de Emisión : 18/10/2023 05:15:00 pm Orden de Servicio : ODE3305

Tipo de Material de los Items Ensayados

Tipo de Material : Efluentes

Recepción de los Items de Ensayo

Identificación de Items : Muestra de efluentes
Número de Items : 13 Unidades
Cantidad de Item : 200 ml
Estado de Item : Líquido.
Contenedor de Item : Botellas plásticas cerradas.
Fecha de Recepción : 16/10/2023 07:00:00 pm
Lugar de Recepción : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.
Condiciones de Recep. : Codificación notoria

RESULTADOS DEL ENSAYO

Fecha de Ejecución : 17/10/2023 08:00:00 am
Lugar de Ejecución : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.

Cód. Interno	Cód. Cliente	Cr (ppm)
ODE3305/004	Tratamiento S85X	81.91
ODE3305/005	Tratamiento S85L	87.00
ODE3305/006	Tratamiento S85P	79.72

METODOLOGÍA EMPLEADA

Parámetro de Ensayo : Método
Cromo (Cr) : Espectroscopia de absorción atómica (*)

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

Observaciones

Los resultados < LCM. Límite de cuantificación del Método para NTP-ISO 10258. Concentrados de sulfuro de cobre. Determinación del Contenido de Cobre. Método por titulación. [Validado-Modificado. Aplicado fuera del alcance] No incluye muestreo; significa que la concentración del analito es menor a 3.670 %.

NA: No Aplica ND: No declarado

(*) Los Métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Información Adicional

- ❖ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio ENSAYOS TECNICOS LABMIN SRL.
- ❖ Los Resultados se suministran de manera exacta, clara, inequívoca y objetiva
- ❖ El resultado es válido solo para la muestra y las cantidades analizadas, no pudieron extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción y ensayo.
- ❖ Los datos proporcionados por el cliente como: código del cliente, descripción de la muestra, lugar de muestreo, punto de muestreo, fecha y hora de muestreo son de su responsabilidad pudiendo afectar la validez de los resultados.
- ❖ Cuando el Cliente requiera que la muestra se ensaye, admitiendo una desviación de las condiciones especificadas (muestra no conforme, el laboratorio no se hace responsable por los resultados, ya que estos pueden verse afectados; encontrándose fuera del marco de la acreditación.
- ❖ Si se presentan desviaciones a los métodos de ensayos a solicitud de cliente, están fuera del alcance de acreditación
- ❖ Este documento es válido solo en original y sin tachaduras ni enmendaduras.
- ❖ El Informe de Ensayo no será utilizado como certificado de conformidad y su uso indebido será considerado como un delito contra la fe pública
- ❖ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el laboratorio durante 30 días, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado
- ❖ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA



Cristian Yuri Minchola Rojas
ING. QUÍMICO
R. CIP 64564

Cristian Yuri Minchola Rojas

Ing. Químico

CIP N°064564

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

R-PJL-16/1 rev. 01 Emisión 13.07.20

INFORME DE ENSAYO

Nro. INF3305

Cliente : Alcántara Saavedra, Duryly ; León Castañeda, Mayli
Dirección : La Libertad
Fecha de Emisión : 18/10/2023 05:15:00 pm Orden de Servicio : ODE3305

Tipo de Material de los Items Ensayados

Tipo de Material : Efluentes

Recepción de los Items de Ensayo

Identificación de Items : Muestra de efluentes
Número de Items : 13 Unidades
Cantidad de Item : 200 ml
Estado de Item : Líquido.
Contenedor de Item : Botellas plásticas cerradas.
Fecha de Recepción : 16/10/2023 07:00:00 pm
Lugar de Recepción : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.
Condiciones de Recep. : Codificación notoria

RESULTADOS DEL ENSAYO

Fecha de Ejecución : 17/10/2023 10:30:00 am
Lugar de Ejecución : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.

Cód. Interno	Cód. Cliente	Cr (ppm)
ODE3305/007	Tratamiento S53M	66.86
ODE3305/008	Tratamiento S53N	93.28
ODE3305/009	Tratamiento S53O	74.78

METODOLOGÍA EMPLEADA

Parámetro de Ensayo : Método
Cromo (Cr) : Espectroscopia de absorción atómica (*)

Observaciones

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

Observaciones

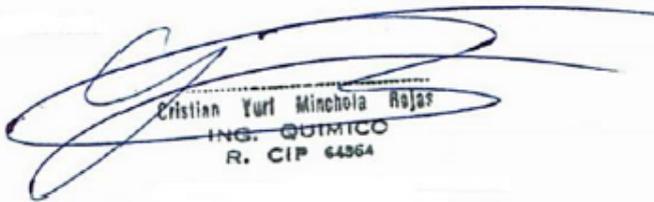
Los resultados < LCM. Límite de cuantificación del Método para NTP-ISO 10258. Concentrados de sulfuro de cobre. Determinación del Contenido de Cobre. Método por titulación. [Validado-Modificado. Aplicado fuera del alcance] No incluye muestreo; significa que la concentración del analito es menor a 3.670 %.

NA: No Aplica ND: No declarado

(*) Los Métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Información Adicional

- ❖ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio ENSAYOS TECNICOS LABMIN SRL.
- ❖ Los Resultados se suministran de manera exacta, clara, inequívoca y objetiva
- ❖ El resultado es válido solo para la muestra y las cantidades analizadas, no pudieron extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción y ensayo.
- ❖ Los datos proporcionados por el cliente como: código del cliente, descripción de la muestra, lugar de muestreo, punto de muestreo, fecha y hora de muestreo son de su responsabilidad pudiendo afectar la validez de los resultados.
- ❖ Cuando el Cliente requiera que la muestra se ensaye, admitiendo una desviación de las condiciones especificadas (muestra no conforme, el laboratorio no se hace responsable por los resultados, ya que estos pueden verse afectados; encontrándose fuera del marco de la acreditación.
- ❖ Si se presentan desviaciones a los métodos de ensayos a solicitud de cliente, están fuera del alcance de acreditación
- ❖ Este documento es válido solo en original y sin tachaduras ni enmendaduras.
- ❖ El Informe de Ensayo no será utilizado como certificado de conformidad y su uso indebido será considerado como un delito contra la fe pública
- ❖ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el laboratorio durante 30 días, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado
- ❖ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA



Cristian Yuri Minchola Rojas
ING. QUÍMICO
R. CIP 64364

Cristian Yuri Minchola Rojas

Ing. Químico

CIP N°064564

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

R-PJL-16/1 rev. 01 Emisión 13.07.20

INFORME DE ENSAYO

Nro. INF3305

Cliente : Alcántara Saavedra, Dury ; León Castañeda, Mayli
Dirección : La Libertad
Fecha de Emisión : 19/10/2023 05:15:00 pm Orden de Servicio : ODE3305

Tipo de Material de los Items Ensayados

Tipo de Material : Efluentes

Recepción de los Items de Ensayo

Identificación de Items : Muestra de efluentes
Número de Items : 15 Unidades
Cantidad de Item : 200 ml
Estado de Item : Líquido.
Contenedor de Item : Botellas plásticas cerradas.
Fecha de Recepción : 16/10/2023 07:00:00 pm
Lugar de Recepción : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.
Condiciones de Recep. : Codificación notoria

=====

RESULTADOS DEL ENSAYO

=====

Fecha de Ejecución : 17/10/2023 2:00:00 am
Lugar de Ejecución : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.

Cód. Interno	Cód. Cliente	Cr (ppm)
ODE3305/010	Tratamiento S64Q	103.7
ODE3305/011	Tratamiento S64R	93.51
ODE3305/012	Tratamiento S64Z	101.3

=====

METODOLOGÍA EMPLEADA

=====

Parámetro de Ensayo : Método
Cromo (Cr) : Espectroscopia de absorción atómica (*)

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad
Cel. 964 960 123 – 948 323 220

Observaciones

Los resultados < LCM. Límite de cuantificación del Método para NTP-ISO 10258. Concentrados de sulfuro de cobre. Determinación del Contenido de Cobre. Método por titulación. [Validado-Modificado. Aplicado fuera del alcance] No incluye muestreo; significa que la concentración del analito es menor a 3.670 %.

NA: No Aplica ND: No declarado

(*) Los Métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Información Adicional

- ❖ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio ENSAYOS TECNICOS LABMIN SRL.
- ❖ Los Resultados se suministran de manera exacta, clara, inequívoca y objetiva
- ❖ El resultado es válido solo para la muestra y las cantidades analizadas, no pudieron extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción y ensayo.
- ❖ Los datos proporcionados por el cliente como: código del cliente, descripción de la muestra, lugar de muestreo, punto de muestreo, fecha y hora de muestreo son de su responsabilidad pudiendo afectar la validez de los resultados.
- ❖ Cuando el Cliente requiera que la muestra se ensaye, admitiendo una desviación de las condiciones especificadas (muestra no conforme, el laboratorio no se hace responsable por los resultados, ya que estos pueden verse afectados; encontrándose fuera del marco de la acreditación.
- ❖ Si se presentan desviaciones a los métodos de ensayos a solicitud de cliente, están fuera del alcance de acreditación
- ❖ Este documento es válido solo en original y sin tachaduras ni enmendaduras.
- ❖ El Informe de Ensayo no será utilizado como certificado de conformidad y su uso indebido será considerado como un delito contra la fe pública
- ❖ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el laboratorio durante 30 días, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado
- ❖ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA



Cristian Yuri Minchola Rojas
ING. QUÍMICO
R. CIP 64564

Cristian Yuri Minchola Rojas

Ing. Químico

CIP N°064564

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

R-PJL-16/1 rev. 01 Emisión 13.07.20

INFORME DE ENSAYO

Nro. INF3305

Cliente : Alcántara Saavedra, Duryl ; León Castañeda, Mayli
Dirección : La Libertad
Fecha de Emisión : 18/10/2023 05:15:00 pm Orden de Servicio : ODE3305

Tipo de Material de los Items Ensayados

Tipo de Material : Efluentes

Recepción de los Items de Ensayo

Identificación de Items : Muestra de efluentes
Número de Items : 13 Unidades
Cantidad de Item : 200 ml
Estado de Item : Líquido.
Contenedor de Item : Botellas plásticas cerradas.
Fecha de Recepción : 18/10/2023 07:00:00 pm
Lugar de Recepción : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.
Condiciones de Recep. : Codificación notoria

RESULTADOS DEL ENSAYO

Fecha de Ejecución : 17/10/2023 1:00:00 pm
Lugar de Ejecución : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.

Cód. Interno	Cód. Cliente	Cr (ppm)
ODE3305/013	Tratamiento S51S	85.41
ODE3305/014	Tratamiento S51A	79.73
ODE3305/015	Tratamiento S51T	84.31

METODOLOGÍA EMPLEADA

Parámetro de Ensayo Método
Cromo (Cr) : Espectroscopia de absorción atómica (*)

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

Observaciones

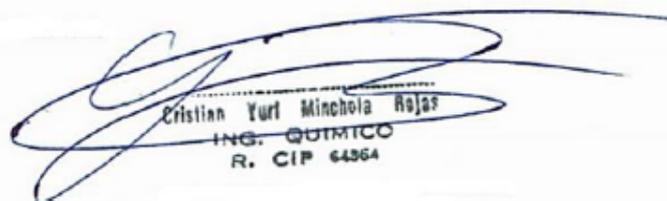
Los resultados < LCM. Límite de cuantificación del Método para NTP-ISO 10258. Concentrados de sulfuro de cobre. Determinación del Contenido de Cobre. Método por titulación. [Validado-Modificado. Aplicado fuera del alcance] No incluye muestreo; significa que la concentración del analito es menor a 3.670 %.

NA: No Aplica ND: No declarado

(*) Los Métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Información Adicional

- ❖ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio ENSAYOS TECNICOS LABMIN SRL.
- ❖ Los Resultados se suministran de manera exacta, clara, inequívoca y objetiva
- ❖ El resultado es válido solo para la muestra y las cantidades analizadas, no pudieron extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción y ensayo.
- ❖ Los datos proporcionados por el cliente como: código del cliente, descripción de la muestra, lugar de muestreo, punto de muestreo, fecha y hora de muestreo son de su responsabilidad pudiendo afectar la validez de los resultados.
- ❖ Cuando el Cliente requiera que la muestra se ensaye, admitiendo una desviación de las condiciones especificadas (muestra no conforme, el laboratorio no se hace responsable por los resultados, ya que estos pueden verse afectados; encontrándose fuera del marco de la acreditación.
- ❖ Si se presentan desviaciones a los métodos de ensayos a solicitud de cliente, están fuera del alcance de acreditación
- ❖ Este documento es válido solo en original y sin tachaduras ni enmendaduras.
- ❖ El Informe de Ensayo no será utilizado como certificado de conformidad y su uso indebido será considerado como un delito contra la fe pública
- ❖ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el laboratorio durante 30 días, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado
- ❖ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA



Cristian Yuri Minchola Rojas
ING. QUÍMICO
R. CIP 64364

Cristian Yuri Minchola Rojas

Ing. Químico

CIP N°064564

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

R-PJL-16/1 rev. 01 Emisión 13.07.20

INFORME DE ENSAYO

Nro. INF3312

Cliente : Alcántara Saavedra, Duriy ; León Castañeda, Mayli
Dirección : La Libertad
Fecha de Emisión : 30/10/2023 05:00:00 pm Orden de Servicio : ODE3312

Tipo de Material de los Items Ensayados

Tipo de Material : Efluentes

Recepción de los Items de Ensayo

Identificación de Items : Muestra de efluentes
Número de Items : 15 Unidades
Cantidad de Item : 200 ml
Estado de Item : Líquido.
Contenedor de Item : Botellas plásticas cerradas.
Fecha de Recepción : 28/10/2023 02:30:00 pm
Lugar de Recepción : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.
Condiciones de Recep. : Codificación notoria

RESULTADOS DEL ENSAYO

Fecha de Ejecución : 28/10/2023 04:00:00 pm
Lugar de Ejecución : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.

Cód. Interno	Cód. Cliente	Cr (ppm)
ODE3312/001	Tratamiento S24O	91.25
ODE3312/002	Tratamiento S24R	47.94
ODE3312/003	Tratamiento S24T	46.65

METODOLOGÍA EMPLEADA

Parámetro de Ensayo : Método
Cromo (Cr) : Espectroscopia de absorción atómica (*)

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad
Cel. 964 960 123 – 948 323 220

Observaciones

Los resultados < LCM. Límite de cuantificación del Método para NTP-ISO 10258. Concentrados de sulfuro de cobre. Determinación del Contenido de Cobre. Método por titulación. [Validado-Modificado. Aplicado fuera del alcance] No incluye muestreo; significa que la concentración del analito es menor a 3.670 %.

NA: No Aplica ND: No declarado

(*) Los Métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Información Adicional

- ❖ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio ENSAYOS TECNICOS LABMIN SRL.
- ❖ Los Resultados se suministran de manera exacta, clara, inequívoca y objetiva
- ❖ El resultado es válido solo para la muestra y las cantidades analizadas, no pudieron extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción y ensayo.
- ❖ Los datos proporcionados por el cliente como: código del cliente, descripción de la muestra, lugar de muestreo, punto de muestreo, fecha y hora de muestreo son de su responsabilidad pudiendo afectar la validez de los resultados.
- ❖ Cuando el Cliente requiera que la muestra se ensaye, admitiendo una desviación de las condiciones especificadas (muestra no conforme, el laboratorio no se hace responsable por los resultados, ya que estos pueden verse afectados; encontrándose fuera del marco de la acreditación.
- ❖ Si se presentan desviaciones a los métodos de ensayos a solicitud de cliente, están fuera del alcance de acreditación
- ❖ Este documento es válido solo en original y sin tachaduras ni enmendaduras.
- ❖ El Informe de Ensayo no será utilizado como certificado de conformidad y su uso indebido será considerado como un delito contra la fe pública
- ❖ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el laboratorio durante 30 días, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado
- ❖ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA



Cristian Yuri Minchola Rojas
ING. QUÍMICO
R. CIP 64364

Cristian Yuri Minchola Rojas

Ing. Químico

CIP N°064564

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

INFORME DE ENSAYO

Nro. INF3312

Cliente : Alcántara Saavedra, Dury ; León Castañeda, Mayli
Dirección : La Libertad
Fecha de Emisión : 30/10/2023 05:00:00 pm Orden de Servicio : ODE3312

Tipo de Material de los Items Ensayados

Tipo de Material : Efluentes

Recepción de los Items de Ensayo

Identificación de Items : Muestra de efluentes
Número de Items : 15 Unidades
Cantidad de Item : 200 ml
Estado de Item : Líquido.
Contenedor de Item : Botellas plásticas cerradas.
Fecha de Recepción : 28/10/2023 02:30:00 pm
Lugar de Recepción : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.
Condiciones de Recep. : Codificación notoria

RESULTADOS DEL ENSAYO

Fecha de Ejecución : 28/10/2023 04:00:00 pm
Lugar de Ejecución : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.

Cód. Interno	Cód. Cliente	Cr (ppm)
ODE3312/004	Tratamiento S46P	62.41
ODE3312/005	Tratamiento S46A	65.16
ODE3312/006	Tratamiento S46M	62.97

METODOLOGÍA EMPLEADA

Parámetro de Ensayo : Método
Cromo (Cr) : Espectroscopia de absorción atómica (*)

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

Observaciones

Los resultados < LCM. Límite de cuantificación del Método para NTP-ISO 10258. Concentrados de sulfuro de cobre. Determinación del Contenido de Cobre. Método por titulación. [Validado-Modificado. Aplicado fuera del alcance] No incluye muestreo; significa que la concentración del analito es menor a 3.670 %.

NA: No Aplica ND: No declarado

(*) Los Métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Información Adicional

- ❖ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio ENSAYOS TECNICOS LABMIN SRL.
- ❖ Los Resultados se suministran de manera exacta, clara, inequívoca y objetiva
- ❖ El resultado es válido solo para la muestra y las cantidades analizadas, no pudieron extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción y ensayo.
- ❖ Los datos proporcionados por el cliente como: código del cliente, descripción de la muestra, lugar de muestreo, punto de muestreo, fecha y hora de muestreo son de su responsabilidad pudiendo afectar la validez de los resultados.
- ❖ Cuando el Cliente requiera que la muestra se ensaye, admitiendo una desviación de las condiciones especificadas (muestra no conforme, el laboratorio no se hace responsable por los resultados, ya que estos pueden verse afectados; encontrándose fuera del marco de la acreditación.
- ❖ Si se presentan desviaciones a los métodos de ensayos a solicitud de cliente, están fuera del alcance de acreditación
- ❖ Este documento es válido solo en original y sin tachaduras ni enmendaduras.
- ❖ El Informe de Ensayo no será utilizado como certificado de conformidad y su uso indebido será considerado como un delito contra la fe pública
- ❖ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el laboratorio durante 30 días, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado
- ❖ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA



Cristian Yuri Minchola Rojas
ING. QUÍMICO
R. CIP 64364

Cristian Yuri Minchola Rojas

Ing. Químico

CIP N°064564

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

R-PJL-16/1 rev. 01 Emisión 13.07.20

INFORME DE ENSAYO

Nro. INF3312

Cliente : Alcántara Saavedra, Dury ; León Castañeda, Mayli
Dirección : La Libertad
Fecha de Emisión : 30/10/2023 05:00:00 pm Orden de Servicio : ODE3312

Tipo de Material de los Items Ensayados

Tipo de Material : Efluentes

Recepción de los Items de Ensayo

Identificación de Items : Muestra de efluentes
Número de Items : 15 Unidades
Cantidad de Item : 200 ml
Estado de Item : Líquido.
Contenedor de Item : Botellas plásticas cerradas.
Fecha de Recepción : 28/10/2023 02:30:00 pm
Lugar de Recepción : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.
Condiciones de Recep. : Codificación notoria

RESULTADOS DEL ENSAYO

Fecha de Ejecución : 28/10/2023 04:00:00 pm
Lugar de Ejecución : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.

Cód. Interno	Cód. Cliente	Cr (ppm)
ODE3312/007	Tratamiento S18B	119.7
ODE3312/008	Tratamiento S18D	115.9
ODE3312/009	Tratamiento S18V	112.8

METODOLOGÍA EMPLEADA

Parámetro de Ensayo : Método
Cromo (Cr) : Espectroscopia de absorción atómica (*)

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad
Cel. 964 960 123 – 948 323 220

Observaciones

Los resultados < LCM. Límite de cuantificación del Método para NTP-ISO 10258. Concentrados de sulfuro de cobre. Determinación del Contenido de Cobre. Método por titulación. [Validado-Modificado. Aplicado fuera del alcance] No incluye muestreo; significa que la concentración del analito es menor a 3.670 %.

NA: No Aplica ND: No declarado

(*) Los Métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Información Adicional

- ❖ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio ENSAYOS TECNICOS LABMÍN SRL.
- ❖ Los Resultados se suministran de manera exacta, clara, inequívoca y objetiva
- ❖ El resultado es válido solo para la muestra y las cantidades analizadas, no pudieron extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción y ensayo.
- ❖ Los datos proporcionados por el cliente como: código del cliente, descripción de la muestra, lugar de muestreo, punto de muestreo, fecha y hora de muestreo son de su responsabilidad pudiendo afectar la validez de los resultados.
- ❖ Cuando el Cliente requiera que la muestra se ensaye, admitiendo una desviación de las condiciones especificadas (muestra no conforme, el laboratorio no se hace responsable por los resultados, ya que estos pueden verse afectados; encontrándose fuera del marco de la acreditación.
- ❖ Si se presentan desviaciones a los métodos de ensayos a solicitud de cliente, están fuera del alcance de acreditación
- ❖ Este documento es válido solo en original y sin tachaduras ni enmendaduras.
- ❖ El Informe de Ensayo no será utilizado como certificado de conformidad y su uso indebido será considerado como un delito contra la fe pública
- ❖ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el laboratorio durante 30 días, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado
- ❖ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA



Cristian Yuri Minchola Rojas
ING. QUÍMICO
R. CIP 64364

Cristian Yuri Minchola Rojas

Ing. Químico

CIP N°064564

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

R-PJL-16/1 rev. 01 Emisión 13.07.20

INFORME DE ENSAYO

Nro. INF3312

Cliente : Alcántara Saavedra, Dury ; León Castañeda, Mayll
Dirección : La Libertad
Fecha de Emisión : 30/10/2023 05:00:00 pm Orden de Servicio : ODE3312

Tipo de Material de los Items Ensayados

Tipo de Material : Efluentes

Recepción de los Items de Ensayo

Identificación de Items : Muestra de efluentes
Número de Items : 15 Unidades
Cantidad de Item : 200 ml
Estado de Item : Líquido.
Contenedor de Item : Botellas plásticas cerradas.
Fecha de Recepción : 28/10/2023 02:30:00 pm
Lugar de Recepción : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.
Condiciones de Recep. : Codificación notoria

RESULTADOS DEL ENSAYO

Fecha de Ejecución : 28/10/2023 04:00:00 pm
Lugar de Ejecución : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.

Cód. Interno	Cód. Cliente	Cr (ppm)
ODE3312/010	Tratamiento S39N	50.82
ODE3312/011	Tratamiento S39W	75.39
ODE3312/012	Tratamiento S39X	85.36

METODOLOGÍA EMPLEADA

Parámetro de Ensayo : Cromo (Cr) Método : Espectroscopia de absorción atómica (*)

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

R-PJL-16/1 rev. 01 Emisión 13.07.20

Observaciones

Los resultados < LCM. Límite de cuantificación del Método para NTP-ISO 10258. Concentrados de sulfuro de cobre. Determinación del Contenido de Cobre. Método por titulación. [Validado-Modificado. Aplicado fuera del alcance] No incluye muestreo; significa que la concentración del analito es menor a 3.670 %.

NA: No Aplica ND: No declarado

(*) Los Métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Información Adicional

- ❖ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio ENSAYOS TECNICOS LABMIN SRL.
- ❖ Los Resultados se suministran de manera exacta, clara, inequívoca y objetiva
- ❖ El resultado es válido solo para la muestra y las cantidades analizadas, no pudieron extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción y ensayo.
- ❖ Los datos proporcionados por el cliente como: código del cliente, descripción de la muestra, lugar de muestreo, punto de muestreo, fecha y hora de muestreo son de su responsabilidad pudiendo afectar la validez de los resultados.
- ❖ Cuando el Cliente requiera que la muestra se ensaye, admitiendo una desviación de las condiciones especificadas (muestra no conforme, el laboratorio no se hace responsable por los resultados, ya que estos pueden verse afectados; encontrándose fuera del marco de la acreditación.
- ❖ Si se presentan desviaciones a los métodos de ensayos a solicitud de cliente, están fuera del alcance de acreditación
- ❖ Este documento es válido solo en original y sin tachaduras ni enmendaduras.
- ❖ El Informe de Ensayo no será utilizado como certificado de conformidad y su uso indebido será considerado como un delito contra la fe pública
- ❖ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el laboratorio durante 30 días, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado
- ❖ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA



Cristian Yuri Minchola Rojas
ING. QUÍMICO
R. CIP 64364

Cristian Yuri Minchola Rojas

Ing. Químico

CIP N°064564

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

R-PJL-16/1 rev. 01 Emisión 13.07.20

INFORME DE ENSAYO

Nro. INF3312

Cliente : Alcántara Saavedra, Dury ; León Castañeda, Mayli
Dirección : La Libertad
Fecha de Emisión : 30/10/2023 05:00:00 pm Orden de Servicio : ODE3312

Tipo de Material de los Items Ensayados

Tipo de Material : Efluentes

Recepción de los Items de Ensayo

Identificación de Items : Muestra de efluentes
Número de Items : 15 Unidades
Cantidad de Item : 200 ml
Estado de Item : Líquido.
Contenedor de Item : Botellas plásticas cerradas.
Fecha de Recepción : 28/10/2023 02:30:00 pm
Lugar de Recepción : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.
Condiciones de Recep. : Codificación notoria

RESULTADOS DEL ENSAYO

Fecha de Ejecución : 28/10/2023 04:00:00 pm
Lugar de Ejecución : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.

Cód. Interno	Cód. Cliente	Cr (ppm)
ODE3312/013	Tratamiento S75Y	88.88
ODE3312/014	Tratamiento S75C	77.77
ODE3312/015	Tratamiento S75F	97.47

METODOLOGÍA EMPLEADA

Parámetro de Ensayo Método
Cromo (Cr) : Espectroscopia de absorción atómica (*)

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

Observaciones

Los resultados < LCM. Límite de cuantificación del Método para NTP-ISO 10258. Concentrados de sulfuro de cobre. Determinación del Contenido de Cobre. Método por titulación. [Validado-Modificado. Aplicado fuera del alcance] No incluye muestreo; significa que la concentración del analito es menor a 3.670 %.

NA: No Aplica ND: No declarado

(*) Los Métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Información Adicional

- ❖ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio ENSAYOS TECNICOS LABMIN SRL.
- ❖ Los Resultados se suministran de manera exacta, clara, inequívoca y objetiva
- ❖ El resultado es válido solo para la muestra y las cantidades analizadas, no pudieron extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción y ensayo.
- ❖ Los datos proporcionados por el cliente como: código del cliente, descripción de la muestra, lugar de muestreo, punto de muestreo, fecha y hora de muestreo son de su responsabilidad pudiendo afectar la validez de los resultados.
- ❖ Cuando el Cliente requiera que la muestra se ensaye, admitiendo una desviación de las condiciones especificadas (muestra no conforme, el laboratorio no se hace responsable por los resultados, ya que estos pueden verse afectados; encontrándose fuera del marco de la acreditación.
- ❖ Si se presentan desviaciones a los métodos de ensayos a solicitud de cliente, están fuera del alcance de acreditación
- ❖ Este documento es válido solo en original y sin tachaduras ni enmendaduras.
- ❖ El Informe de Ensayo no será utilizado como certificado de conformidad y su uso indebido será considerado como un delito contra la fe pública
- ❖ Las muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en el laboratorio durante 30 días, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado
- ❖ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA



Cristian Yuri Minchola Rojas
ING. QUÍMICO
R. CIP 64564

Cristian Yuri Minchola Rojas

Ing. Químico

CIP N°064564

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

R-PJL-16/1 rev. 01 Emisión 13.07.20

INFORME DE ENSAYO

Nro. INF3337

Cliente : Alcántara Saavedra, Duryl ; León Castañeda, Mayli
Dirección : La Libertad
Fecha de Emisión : 24/11/2023 09:30:00 am Orden de Servicio : ODE3337

Tipo de Material de los Items Ensayados

Tipo de Material : Efluentes

Recepción de los Items de Ensayo

Identificación de Items : Muestra de efluentes
Número de Items : 5 Unidades
Cantidad de Item : 200 ml
Estado de Item : Líquido.
Contenedor de Item : Botellas plásticas cerradas.
Fecha de Recepción : 23/11/2023 10:30:00 pm
Lugar de Recepción : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.
Condiciones de Recep. : Codificación notoria

RESULTADOS DEL ENSAYO

Fecha de Ejecución : 24/11/2023 08:00:00 am
Lugar de Ejecución : Mza. C12 Lote. 10 Parque Industrial, Trujillo, La Libertad, Perú.

Cód. Interno	Cód. Cliente	Cr (ppm)
ODE3337/001	pH: 9 B-9 D.0	550.00
ODE3337/002	pH: 9 B-9 D.2	120.6
ODE3337/003	pH: 9 B-9 D.5	109.2
ODE3337/004	pH: 9 B-9 D.7	112.7
ODE3337/005	pH: 9 D.7	823

METODOLOGÍA EMPLEADA

Parámetro de Ensayo : Método
Cromo (Cr) : Espectroscopia de absorción atómica (*)

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

Observaciones

Los resultados < LCM. Límite de cuantificación del Método para NTP-ISO 10258. Concentrados de sulfuro de cobre. Determinación del Contenido de Cobre. Método por titulación. [Validado-Modificado. Aplicado fuera del alcance] No incluye muestreo; significa que la concentración del analito es menor a 3.670 %.

NA: No Aplica ND: No declarado

(*) Los Métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA

Información Adicional

- ❖ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio ENSAYOS TECNICOS LABMIN SRL.
- ❖ Los Resultados se suministran de manera exacta, clara, inequívoca y objetiva
- ❖ El resultado es válido solo para la muestra y las cantidades analizadas, no pudieron extenderse sus conclusiones a ninguna otra muestra que no haya intervenido en la recepción y ensayo.
- ❖ Los datos proporcionados por el cliente como: código del cliente, descripción de la muestra, lugar de muestreo, punto de muestreo, fecha y hora de muestreo son de su responsabilidad pudiendo afectar la validez de los resultados.
- ❖ Cuando el Cliente requiera que la muestra se ensaye, admitiendo una desviación de las condiciones especificadas (muestra no conforme, el laboratorio no se hace responsable por los resultados, ya que estos pueden verse afectados; encontrándose fuera del marco de la acreditación.
- ❖ Si se presentan desviaciones a los métodos de ensayos a solicitud de cliente, están fuera del alcance de acreditación
- ❖ Este documento es válido solo en original y sin tachaduras ni enmendaduras.
- ❖ El Informe de Ensayo no será utilizado como certificado de conformidad y su uso indebido será considerado como un delito contra la fe pública
- ❖ Las muestras sobre las que se realicen los ensayos se conservaran en el laboratorio durante 30 días, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado
- ❖ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA



Cristian Yuri Minchola Rojas
ING. QUÍMICO
R. CIP 64564

Cristian Yuri Minchola Rojas

Ing. Químico

CIP N°064564

Mza. C12 Lote. 10 Urb. Parque Industrial La Esperanza, Trujillo, La Libertad

Cel. 964 960 123 – 948 323 220

R-PJL-16/1 rev. 01 Emisión 13.07.20

Anexo 10: Laboratorio Acreditado

ALCANCE DE LA ACREDITACIÓN DE LABORATORIOS DE ENSAYO

ENSAYOS TÉCNICOS LABMIN S.R.L.

Ubicado en : Calle 22 Mz.C12. Lt 10. Parque industrial, distrito de Esperanza, Trujillo.
Proceso : Acreditación
Expediente N° : 0116-2020-DA
Informe Ejecutivo N° : 347-2021-DA
Vigencia de la Acreditación : Del 2021-10-21 al 2024-10-20
Acreditado con la Norma : NTP-ISO/IEC 17025:2017
Código de Registro : LE – 166
Fecha de Actualización : 2021-10-21¹

Laboratorio : DE MINERALES
Campo de Prueba : FISICOQUÍMICA

Anexo 11: Cumplimiento de supuestos para prueba de ANOVA de dos factores

Para llevar a cabo el análisis ANOVA de dos factores del tipo paramétrico se debió cumplir los 3 supuestos: Normalidad, Homocedasticidad (homogeneidad de varianzas) e Independencia (No autocorrelación).

Tabla 6: Prueba de Normalidad

	pH	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	Sig.
Remoción de cromo	4	,933	9	,514
	7	,925	9	,435
	9	,891	9	,206
Biomasa	0,423	,821	9	,035
	0,846	,915	9	,351
	1,269	,861	9	,098

Fuente: IBM-SPSS-v26

Interpretación: A partir del nivel de significancia observada en la tabla que supera el 0,05 (p-valor) demuestra que se cumplió con el supuesto de normalidad.

Tabla 7: Prueba de Homocedasticidad

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Remoción de cromo	Se basa en la media	5,126	8	18	,002
	Se basa en la mediana	,711	8	18	,679
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,711	8	4,164	,684
	Se basa en la media recortada	4,500	8	18	,004

Interpretación: La prueba de homogeneidad de varianzas mostró valores por debajo del p-valor 0,05, por lo tanto, no se cumplió con dicho supuesto, sin embargo, al ser el ANOVA una prueba robusta, esto significa que puede proporcionar resultados razonables incluso si los datos no cumplen con todos los supuestos de manera estricta, se procedió con el análisis.

Tabla 8: Prueba de independencia (Rachas)

pH		Remoción de cromo	
4	Biomasa	Valor de prueba ^a	115,90
		Casos < Valor de prueba	1
		Casos >= Valor de prueba	2
		Casos totales	3
		Número de rachas	2
		Z	,000
	Sig. asintótica(bilateral)	1,000	
	Valor de prueba ^a	84,31	
	Casos < Valor de prueba	1	
	Casos >= Valor de prueba	2	
	Casos totales	3	
	Número de rachas	3	
Z	,354		
Sig. asintótica(bilateral)	,724		
Valor de prueba ^a	101,30		
Casos < Valor de prueba	1		
Casos >= Valor de prueba	2		
Casos totales	3		
Número de rachas	3		
Z	,354		
Sig. asintótica(bilateral)	,724		
Valor de prueba ^a	62,97		
Casos < Valor de prueba	1		
Casos >= Valor de prueba	2		
Casos totales	3		
Número de rachas	2		
Z	,000		
Sig. asintótica(bilateral)	1,000		
Valor de prueba ^a	81,91		
Casos < Valor de prueba	1		
Casos >= Valor de prueba	2		
Casos totales	3		
Número de rachas	2		
Z	,000		
Sig. asintótica(bilateral)	1,000		
Valor de prueba ^a	75,39		
Casos < Valor de prueba	1		
Casos >= Valor de prueba	2		
Casos totales	3		
Número de rachas	2		
Z	,000		
Sig. asintótica(bilateral)	1,000		
Valor de prueba ^a	74,78		
Casos < Valor de prueba	1		
Casos >= Valor de prueba	2		
Casos totales	3		
Número de rachas	2		
Z	,000		
Sig. asintótica(bilateral)	1,000		
Valor de prueba ^a	88,86		
Casos < Valor de prueba	1		
Casos >= Valor de prueba	2		
Casos totales	3		
Número de rachas	3		
Z	,354		
Sig. asintótica(bilateral)	,724		
Valor de prueba ^a	47,94		
Casos < Valor de prueba	1		
Casos >= Valor de prueba	2		
Casos totales	3		

Número de rachas	2
Z	,000
Sig. asintótica(bilateral)	1,000
a. Mediana	

Fuente: IBM-SPSS-v26

Interpretación: La prueba de Rachas demostró que no hubo autocorrelación en los datos de los experimentos (p-valor mayor a 0,05), es decir que los datos procedían de experimentos aleatorios.

Tabla 9: Estadísticos descriptivos de Biomasa y pH

pH	Biomasa	N	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo	
4	,423	Remoción de cromo	3	116,0667	3,55293	112,60	119,70
	,846	Remoción de cromo	3	83,1500	3,01244	79,73	85,41
	1,269	Remoción de cromo	3	99,5033	5,32729	93,51	103,70
7	,423	Remoción de cromo	3	63,5133	1,45328	62,41	65,16
	,846	Remoción de cromo	3	82,8767	3,73503	79,72	87,00
	1,269	Remoción de cromo	3	70,5233	17,77685	50,82	85,36
9	,423	Remoción de cromo	3	78,3067	13,55847	66,86	93,28
	,846	Remoción de cromo	3	88,0333	9,87598	77,77	97,47
	1,269	Remoción de cromo	3	61,9467	25,38563	46,65	91,25

Fuente: IBM-SPSS-v26

Interpretación: Con una media de 61,95 ppm de cromo, la combinación de pH 9 y 1.269 gamos de biomasa se logró la mayor remoción de dicho elemento.

Tabla 10: Comparaciones por parejas

Variable dependiente: Remoción de cromo						
(I) Biomasa	(J) Biomasa	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig. ^a	95% de intervalo de confianza para diferencia ^a	
					Límite inferior	Límite superior
,423	,846	1,276	5,683	1,000	-13,722	16,274
	1,269	8,638	5,683	,438	-6,360	23,636
,846	,423	-1,276	5,683	1,000	-16,274	13,722
	1,269	7,362	5,683	,635	-7,636	22,360
1,269	,423	-8,638	5,683	,438	-23,636	6,360
	,846	-7,362	5,683	,635	-22,360	7,636

Se basa en medias marginales estimadas

a. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

Fuente: IBM-SPSS-v26

Variable dependiente: Remoción de cromo						
(I) pH	(J) pH	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.b	95% de intervalo de confianza para diferenciab	
					Límite inferior	Límite superior
4	7	27,269*	5,683	,000	12,271	42,267
	9	23,478*	5,683	,002	8,480	38,476
7	4	-27,269*	5,683	,000	-42,267	-12,271
	9	-3,791	5,683	1,000	-18,789	11,207
9	4	-23,478*	5,683	,002	-38,476	-8,480
	7	3,791	5,683	1,000	-11,207	18,789

Se basa en medias marginales estimadas
 *. La diferencia de medias es significativa en el nivel .05.
 b. Ajuste para varias comparaciones: Bonferroni.

Fuente: IBM-SPSS-v26

Interpretación: Debido a la existencia de interacción entre las variables Biomasa y *pH* (modelo interactivo), es decir que el *pH* influye en la Biomasa, se procedió, adicionalmente a la realización del análisis e Interpretación de los efectos simples de cada factor) para determinar la remoción de cromo de los distintos tratamientos Pruebas Post Hoc para ANOVA de dos factores

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: RemociónDecromo

	(I) Biomasa	(J) Biomasa	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
HSD	,423	,846	1,2756	5,68288	,973	-13,2281	15,7792
		1,269	8,6378	5,68288	,305	-5,8659	23,1414
	,846	,423	-1,2756	5,68288	,973	-15,7792	13,2281
		1,269	7,3622	5,68288	,416	-7,1414	21,8659
	1,269	,423	-8,6378	5,68288	,305	-23,1414	5,8659
		,846	-7,3622	5,68288	,416	-21,8659	7,1414
DMS	,423	,846	1,2756	5,68288	,825	-10,6637	13,2149
		1,269	8,6378	5,68288	,146	-3,3015	20,5771
	,846	,423	-1,2756	5,68288	,825	-13,2149	10,6637
		1,269	7,3622	5,68288	,212	-4,5771	19,3015
	1,269	,423	-8,6378	5,68288	,146	-20,5771	3,3015
		,846	-7,3622	5,68288	,212	-19,3015	4,5771
Bonferroni	,423	,846	1,2756	5,68288	1,000	-13,7224	16,2735
		1,269	8,6378	5,68288	,438	-6,3602	23,6357
	,846	,423	-1,2756	5,68288	1,000	-16,2735	13,7224

	1,269		7,3622	5,68288	,635	-7,6357	22,3602
1,269	,423		-8,6378	5,68288	,438	-23,6357	6,3602
	,846		-7,3622	5,68288	,635	-22,3602	7,6357

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 145.328.

Interpretación: Las pruebas post hoc de índole paramétrico, Tukey y Bonferroni, principalmente no muestran diferencias significativas respecto a biomasa en ninguno de los tratamientos. Sin embargo, al ser un modelo interactivo, es decir que este factor depende de la influencia del otro (*pH*) se toma como interpretación relevante la interacción de ambos.

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: Remoción De cromo

	(I) pH	(J) pH	Diferencia de	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
			medias (I-J)			Límite inferior	Límite superior
HSD Tukey	4	7	27,2689*	5,68288	,000	12,7652	41,7725
		9	23,4778*	5,68288	,002	8,9741	37,9814
	7	4	-27,2689*	5,68288	,000	-41,7725	-12,7652
		9	-3,7911	5,68288	,785	-18,2948	10,7125
	9	4	-23,4778*	5,68288	,002	-37,9814	-8,9741
		7	3,7911	5,68288	,785	-10,7125	18,2948
DMS	4	7	27,2689*	5,68288	,000	15,3296	39,2082
		9	23,4778*	5,68288	,001	11,5385	35,4171
	7	4	-27,2689*	5,68288	,000	-39,2082	-15,3296
		9	-3,7911	5,68288	,513	-15,7304	8,1482
	9	4	-23,4778*	5,68288	,001	-35,4171	-11,5385
		7	3,7911	5,68288	,513	-8,1482	15,7304
Bonferroni	4	7	27,2689*	5,68288	,000	12,2709	42,2668
		9	23,4778*	5,68288	,002	8,4798	38,4757
	7	4	-27,2689*	5,68288	,000	-42,2668	-12,2709
		9	-3,7911	5,68288	1,000	-18,7891	11,2068
	9	4	-23,4778*	5,68288	,002	-38,4757	-8,4798
		7	3,7911	5,68288	1,000	-11,2068	18,7891

Interpretación: Las distintas pruebas muestran diferencias significativas en varios de los tratamientos, respecto a la influencia del *pH*.

Anexo 12: Procedimiento de siembra y activación de *Trichoderma* spp.

SEMBRADO DE TRICHODERMA



Recojo de muestra de suelo agrícola de Cartavio



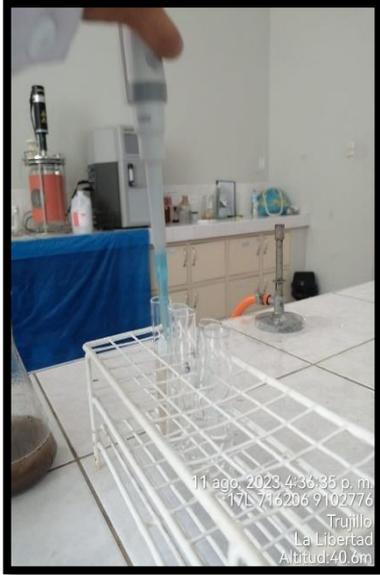
Muestra de suelo agrícola - Cartavio



Pesaje y dilución de la muestra



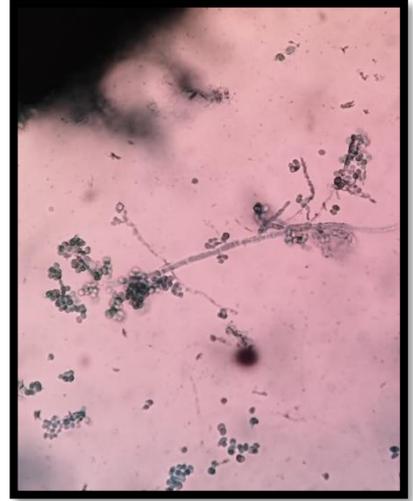
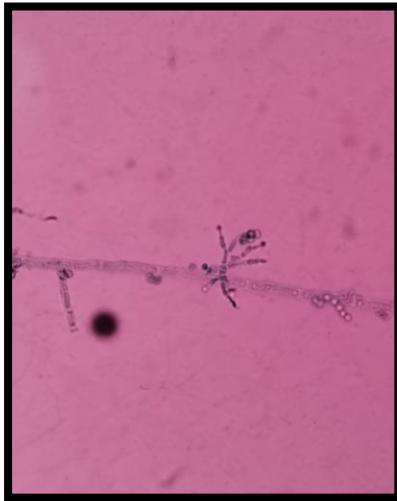
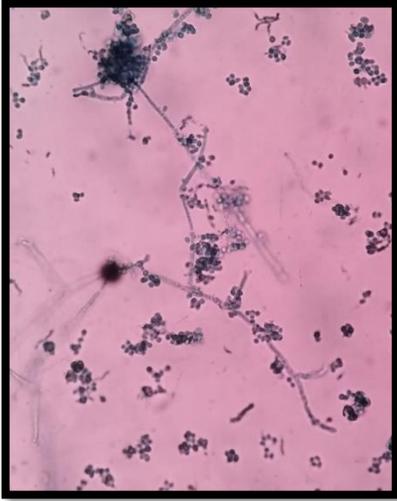
Dilución de la muestra



Dilución del 10^5



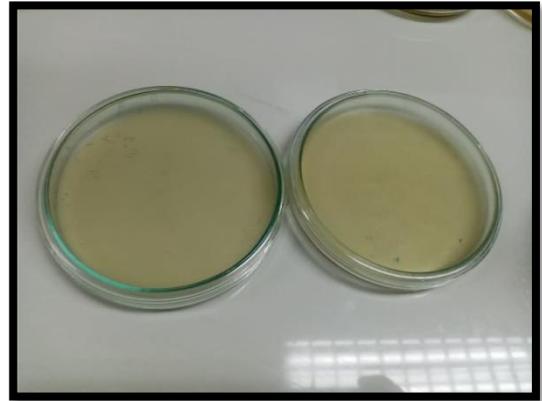
Preparación de Agar Sabouraud



Identificación de Trichoderma spp.



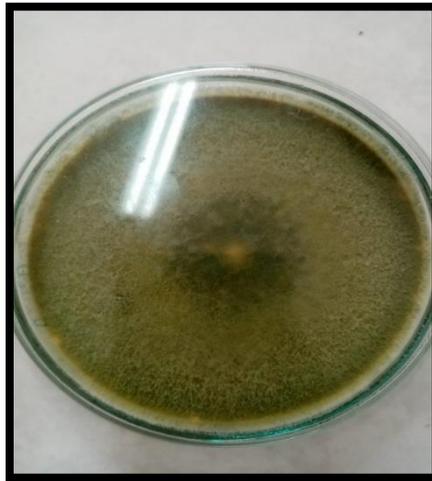
Identificación de Trichoderma spp.



Reactivación de las cepas *Trichoderma* spp., en medio Sabouraud



Reactivación de las cepas *Trichoderma* spp., en medio Sabouraud



Crecimiento de la *Trichoderma* spp.

Anexo 13: Procedimiento de pruebas experimentales

PRUEBAS EXPERIMENTALES PILOTO



Llenado de la muestra en tubo falcón de 45ml.



Centrifugado de la muestra, para sedimentación de partículas en suspensión.



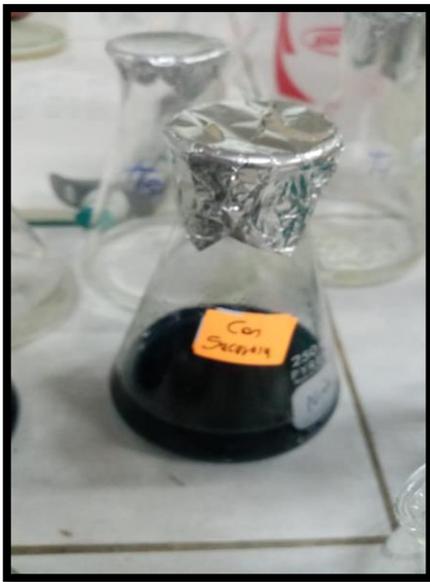
Acondicionamiento de la muestra en biorreactores



Acondicionamiento de la muestra en biorreactores



Se agregó Sacarosa al 4% (4g) a una de las pruebas experimentales piloto



Primera muestra experimental piloto con sacarosa



Segunda muestra experimental piloto sin sacarosa



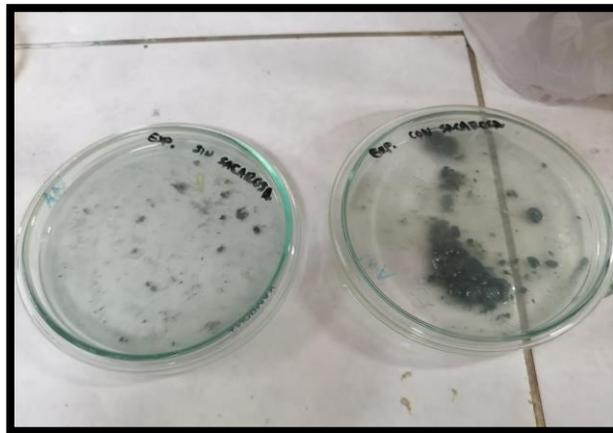
Se insertó 0.846 g de biomasa de *Trichoderma spp.* en ambas muestras experimentales tanto con sacarosa como sin sacarosa.



Luego de ser introducidos los discos de *Trichoderma spp.* en ambas muestras, se dejaron en el agitador a 130 RPM durante 7 días, para luego ser llevados a su respectivo análisis en laboratorio.



Toma de muestra para su análisis en laboratorio.

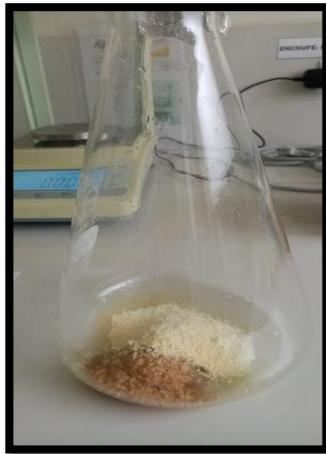


Peso húmedo de Biomasa



Peso seco de Biomasa

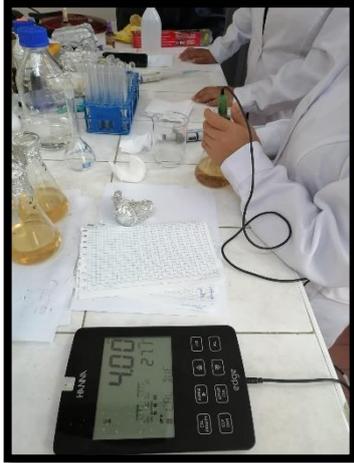
Anexo 14: Preparación de medio y acondicionamiento de Biorreactores



Preparación de medio Luria Bertani



Acondicionamiento y esterilización de los Biorreactores



Acondicionamiento de pH 4, 7 y 9.



Acondicionamiento de la biomasa a 0.423 g, 0.846 g y 1.269 g.

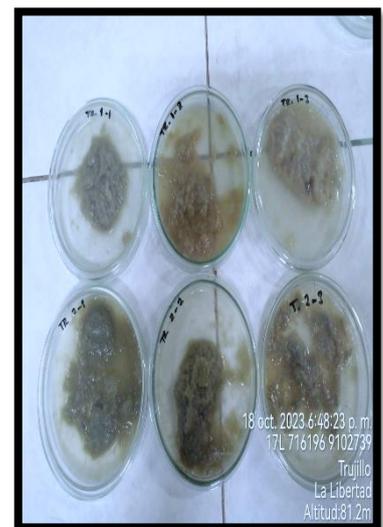


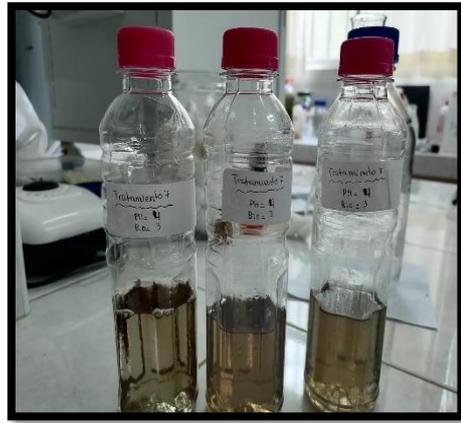
Acondicionamiento de la muestra de agua residual al 10 %.





Se colocó los 27 biorreactores en el Shaker agitador a 130 RPM durante 7 días





Toma de muestra para su análisis a los 7 días – separación de biomasa.

Anexo 15: Toma de muestra de agua residual de curtiembre



Toma de muestra de agua residual del proceso de curtido



Medición del *pH* de la muestra de agua residual del proceso de curtido.

Anexo 16: Evaluación del mejor tiempo de remoción de cromo total a condiciones alcalinas.



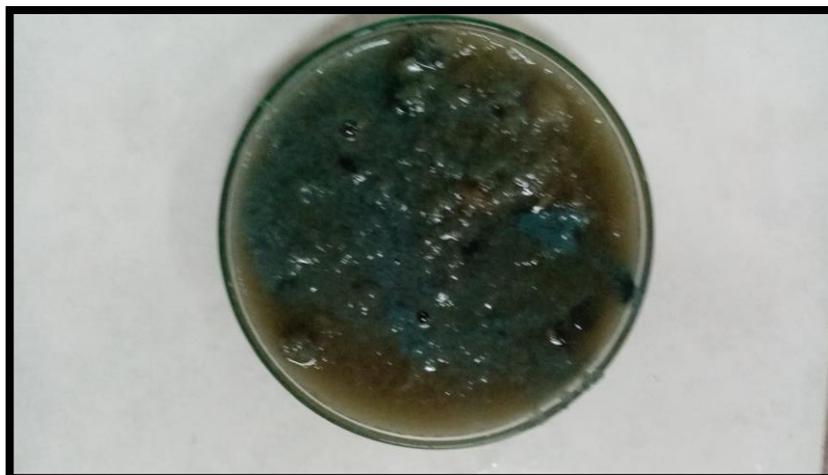
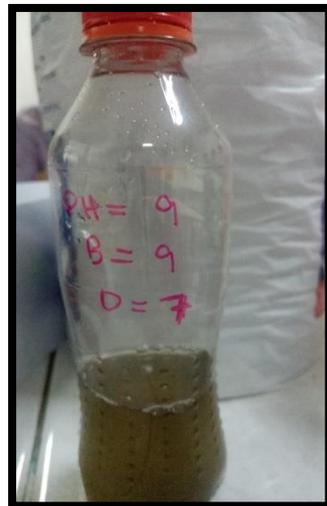
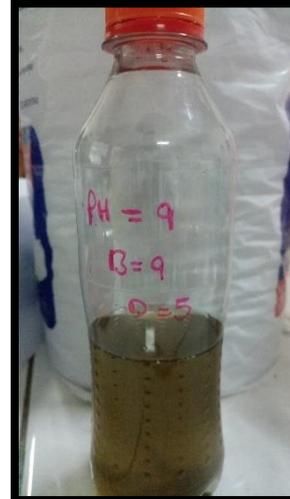
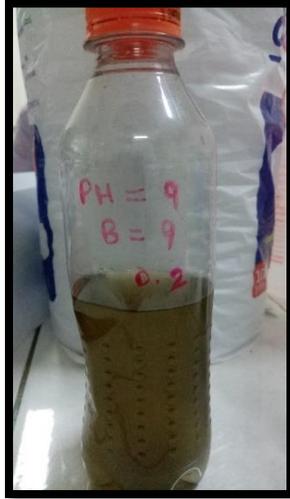
Acondicionamiento de pH 9



Acondicionamiento de biomasa 1.269 g en cada biorreactor

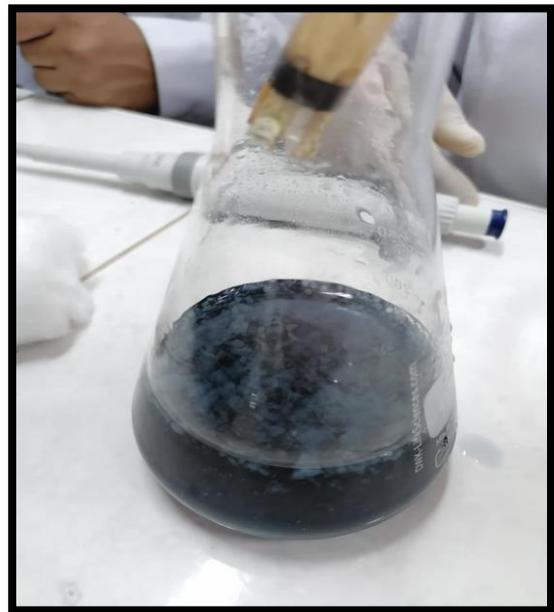


Se colocó en el agitación Shaker a 130 RPM los biorreactores

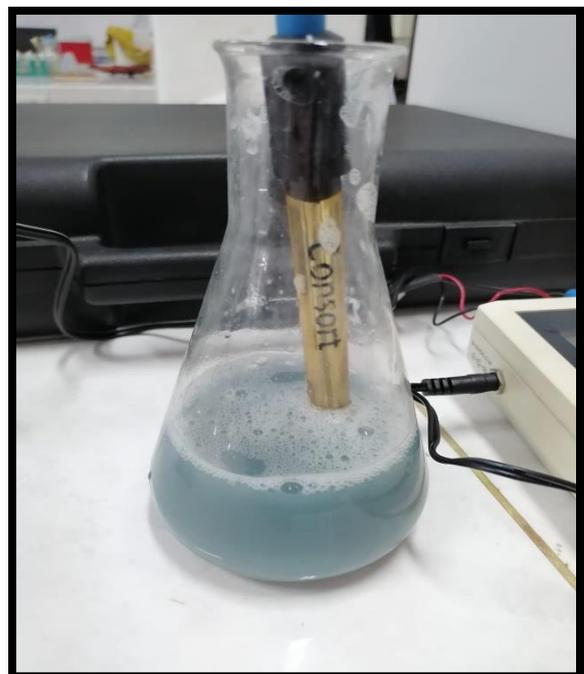
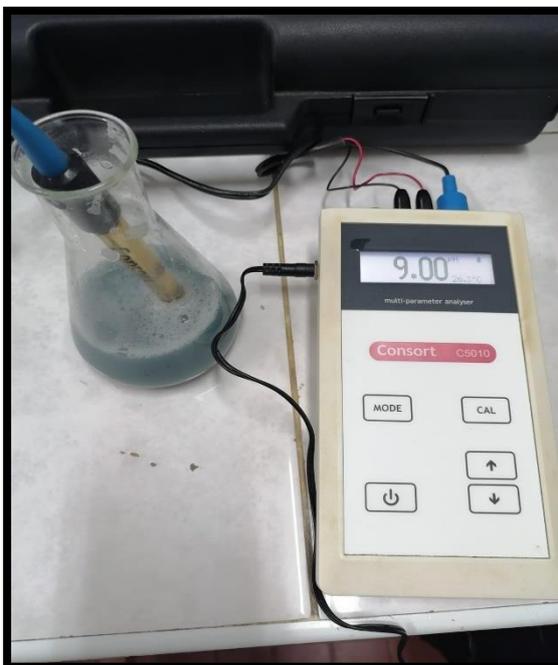


Toma de muestra para su análisis en los días 0, 2, 5 y 7 – separación de biomasa.

Anexo 17: Acondicionamiento de testigo experimento a pH 9



Acondicionamiento de pH alcalino con Hidróxido de sodio



Medición de pH 9, en agua residual de curtiembre acondicionada

Anexo 18: Máquina de espectroscopia de absorción atómica



Fuente: Laboratorio LABMIN

MODELO: PerkinElmer

SERIE: PinAAcle 500*

MÉTODO: Atomic Absorption Spectrometer

Anexo 19: Solicitud de permiso para laboratorio

SOLICITUD DE USO DE LABORATORIO

**ASUNTO: SOLICITO USO DE
LABORATORIO DE BIOTECNOLOGÍA E
INGENIERÍA GENÉTICA**

Señor (a):
CLAUDIO EDUARDO QUIÑONES CERNA
ENCARGADO DE LABORATORIO

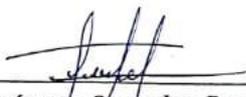
Yo, Alcántara Saavedra, Dury Anabel y León Castañeda, Mayli Jazmín identificado (a) con DNI N° 73713997 y 73384550 en mi calidad de estudiantes del X ciclo de la escuela de Ing. ambiental, de la Universidad César Vallejo, ante usted con el debido respeto expongo:

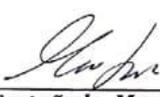
De acuerdo a la necesidad de cumplir con nuestro proyecto de investigación de Efecto de biomasa y pH en la remoción del cromo total por Trichoderma spp. en aguas residuales de curtiembre, es que recurro a su despacho para solicitarle el uso del Laboratorio de Biotecnología e Ingeniería Genética, para el día 09 a las 09:00 a.m. horas.

Así mismo requiero se me brinde los materiales e insumos que menciono en el formato adjunto a esta solicitud.

Por lo expuesto, agradeceré que se atienda mi petición, por ser fundamental y necesaria para cumplir con mi formación académica.

Trujillo, 06 de agosto del 2023


Alcántara Saavedra, Dury Anabel
DNI: 73713997


León Castañeda, Mayli Jazmín
DNI: 73384550

Anexo 20: Requerimiento de equipos de laboratorio

	Laboratorio de Biotecnología e Ingeniería Genética
---	---

I. DATOS GENERALES

Docente: Tesista: Alumno:

Apellidos y Nombre: Alcántara Durly, León Mayli

Curso: Desarrollo de Tesis

Título de tesis: Efecto de Biomasa y PH en la remoción de cromo total por Trichoderma spp. en aguas residuales de curtiembre

Ciclo: X Fecha: 09/08/23 Hora: 09:00 a.m.

REQUERIMIENTO EQUIPOS

CANTIDAD	MATERIALES / EQUIPOS / REACTIVOS	DESCRIPCIÓN
1	Balanza de precisión	Type: BP1003
1	Agitador magnético con calefacción	VWR/ hotplace
1	Incubadora - Biobase	BJPX-C50 CO2 Incubater
1	Refrigerador Coldex	Coldex
1	Shaker Agitador	BJPX-200N
1	Centrifuga	5430R eppendorf
1	Autoclave	Recco

Responsible Laboratorio



Claudio Eduardo Quiñones Cerna
Biólogo
C.B.P. 14132

Alum. Responsable

Alum. Responsable

Anexo 21: Requerimiento de materiales de laboratorio

	Laboratorio de Biotecnología e Ingeniería Genética
---	--

I. DATOS GENERALES

Docente: Tesista: Alumno:

Apellidos y Nombre: Alcántara Durly, León Mayli

Curso: Desarrollo de Tesis

Título de tesis: Efecto de Biomasa y Pf en la remoción de cromo total por Trichoderma spp. en aguas residuales de curtiembre

Ciclo: X Fecha: 09/08/23 Hora: 09:00 a.m.

REQUERIMIENTO MATERIALES

CANTIDAD	MATERIALES / EQUIPOS / REACTIVOS	DESCRIPCIÓN
5	Tubos de ensayo	10ml
6	Puntas para micropipeta	1ml
1	Probeta	500ml
2	Matraz Erlenmeyer	2000ml
4	Matraz Erlenmeyer	500ml
4	Matraz Erlenmeyer	250ml
16	Placas Petri	
3	Vaso de precipitación	250ml
3	Vaso de precipitación	500 ml
1	Mechero Bunsen	
6	Aza Bacteriológica	
2	Micropipeta	1ml
2	Rejillas	
12	Tubos Falcón	45 ml


 Responsable de Laboratorio
 Claudio Eduardo Quiñones Cerna
 Biólogo
 C.B.P. 14132


 Alum. Responsable


 Alum. Responsable