



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

“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 PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Durand Paz, Juan Humberto (ORCID: 0000-0001-5725-654X)

Tello Galarreta, Fabricio Andre Miguel (ORCID: 0000-0002-5594-2922)

ASESOR:

MSc. Valderrama Ramos, Isidoro (ORCID: 0000-0003-4001-3255)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los Recursos Naturales

TRUJILLO – PERÚ

2019

Dedicatoria

De manera especial a nuestros padres, pues ellos fueron el principal cimiento de la construcción de nuestra vida profesional, quienes nos inculcaron buenos valores para la vida, los deseos de superación, amor y respeto.

A Dios, que nos da las fuerzas para seguir luchando cada día y así alcanzar nuestros objetivos.

A nuestros compañeros, que a pesar de las dificultades siempre supieron apoyarnos ante cualquier adversidad.

Los autores.

Agradecimiento

En primer lugar, agradecer al Ing. Medardo Quezada Álvarez, por brindarnos los conocimientos necesarios para el desarrollo de nuestra tesis.

A el Ing. Isidoro Valderrama Ramos, quien nos ayudó a sacar la tesis adelante, en cuanto atodo lo necesario que nos ayudaron a lograr nuestros objetivos, así como también por tener paciencia y tiempo para nosotros.

Al Dr. Luis Cabanillas Chirinos por brindarnos sus conocimientos y apoyo en esta etapa académica.

A la Universidad Cesar Vallejo, la cual cedió las instalaciones de su laboratorio de investigación para poder realizar algunas pruebas.

Los autores.

Página del Jurado

Página del Jurado

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

NOSOTROS,

TELLO GALARRETA, Fabricio Andre Miguel, con DNI N.º 72863279 y DURAND PAZ, Juan Humberto con DNI N.º 46035536, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería, declaramos bajo juramento que toda la documentación que acompaña es veraz y auténtica. Asimismo, declaramos también bajo juramento que todos los datos e información que se presentan en la presente tesis son auténticos y veraces.

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

Trujillo, 17 de diciembre del 2019



TELLO GALARRETA, Fabricio Andre Miguel,
DNI: 72863279



DURAND PAZ, Juan Humberto,
DNI: 46035536

Índice

	Pág
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	iii
Página del Jurado.....	iv
Declaratoria de autenticidad	vi
Índice.....	vii
Resumen	viii
Abstract	ix
I. INTRODUCCIÓN.	1
II. MÉTODO.....	10
2.1. Diseño y tipo de investigación.....	10
2.1.1. Tipo de investigación:	10
2.1.2. Diseño de la investigación:.....	10
2.1.3. Variables.....	14
2.2. Operacionalización de variables.	14
2.3. Población, muestra y muestreo.....	15
2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad	15
2.4.1. Instrumentos y técnicas de recolección de datos.	15
2.4.2. Confiabilidad y validez.	15
2.5. Procedimiento.....	16
2.5.1. Toma de muestra de efluente de la etapa de curtido.....	16
2.5.2. Pre-Tratamiento de la muestra del efluente.	16
2.5.3. Obtención del <i>Trichoderma sp.</i>	17
2.5.4. Reactivación del <i>Trichoderma sp.</i>	17
2.5.5. Identificación Morfológica.	17
2.5.6. Preparación del Inóculo de <i>Trichoderma sp.</i>	17
2.5.7. Obtención de Melaza.	17
2.5.8. Acondicionamiento del biorreactor.	18
2.5.9. Pruebas experimentales.....	18
2.5.10. Medición de la concentración de cromo por volumetría.	20
2.6. Metodología para el análisis de datos.....	20
2.7. Aspectos éticos.	20
III. RESULTADOS.....	21
IV. DISCUSIÓN.....	26
V. CONCLUSIONES.....	28
VI. RECOMENDACIONES.....	29
VII. REFERENCIAS	30
VIII. ANEXOS	37

RESUMEN

La presente investigación consistió en determinar el 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. Se organizó un diseño experimental teniendo como variables independientes pH 4 y 6 (excepto el tratamiento cero o Blanco que solo fue muestra de efluente), concentraciones de melaza (0.5 y 1%), y tiempo en días (8 y 12). Se estudió las interacciones entre estas variables y su efecto de la reducción de cromo de efluentes de la etapa de curtido.

Para el procedimiento de los tratamientos se utilizó matraces Erlenmeyer como biorreactores a escala de laboratorio. Estos estuvieron conformados por 500 mL. del efluente al 20% + un % de melaza (0.5% ó 1% melaza industrial según tratamiento) + un 10 % de inóculo de *Trichoderma sp.*, siendo éste constante en todos los tratamientos.

Se evaluaron los distintos tratamientos a los 8 y 12 días, incluido el día cero, tomándose 50 mL. de cada biorreactor para determinar la reducción de Cromo.

Es así que se concluyó que el tratamiento más eficiente fue el número 5 (melaza 1% y pH 4) y la mayor reducción de Cromo se llevó a cabo al día 12, llegando dicha reducción a 486 ppm ó 27.03% de cromo total, corroborándose estadísticamente por medio del SPSS v 25.

Palabras claves: *Trichoderma sp.*, pH, melaza, cromo, reducción.

ABSTRACT

The present investigation consisted in determining the effect of the pH and the concentration of molasses as a stimulant of *Trichoderma* sp. for the reduction of chromium in effluents from the tanning stage. An experimental design was organized with independent variables pH 4 and 6 (except the zero or white treatment that was only an effluent sample), molasses concentrations (0.5 and 1%), and time in days (8 and 12). The interactions between these variables and their effect of chromium reduction in effluents from the tanning stage were studied.

Erlenmeyer flasks were used as laboratory-scale bioreactors for the treatment procedure. These were made up of 500 mL. of the effluent at 20% + % molasses (0.5% or 1% industrial molasses according to treatment) + 10% inoculum of *Trichoderma* sp., this being constant in all treatments.

The different treatments were evaluated at 8 and 12 days, including day zero, taking 50 mL. of each bioreactor to determine the chromium reduction.

Thus, it was concluded that the most efficient treatment was number 5 (molasses 1% and pH 4) and the greatest reduction of Chromium was carried out on day 12, reaching said reduction at 486 ppm or 27.03% of total chromium, corroborating statistically through SPSS v 25.

Keywords: *Trichoderma* sp., PH, molasses, chrome, reduction,.

I. INTRODUCCIÓN.

Dentro del comercio de las industrias más contaminantes en el planeta, las curtiembres influyen de forma contundente, produciendo un elevado efecto social, económico y ambiental.

Sus recursos de esta clase de industrias producen una colaboración del 11% en el mercado mundial del cuero. Sus diferentes procesos otorgan sitio a efluentes tóxicos, denominados además aguas residuales industriales no domésticas, que a la extensa generan contaminación en el medio ambiente.

Cabe decir que el desarrollo socio económico, especialmente las organizaciones curtidoras trajeron varios inconvenientes de índole ambiental, como la polución del aire, agua y suelo. A partir de un criterio de sustentabilidad, los sectores de las curtiembres han sido determinados como altamente contaminantes, donde sus diferentes procesos productivos producen compuestos químicos que contienen metales pesados y desperdicios orgánicos; y que por ende provocan toxicidad en los organismos vivos y el ecosistema.

El elemento con mayor importancia en la curtiembre es el cromo, cuyo uso se a convertido indispensable en la industria de curtiembre, esto debido a los altos estándares de calidad de cuero que se quiere lograr. Pero cuando las aguas residuales con contenidos de cromo son vertidas al medio, provocan consecuencias y altos peligros en los seres vivos.

“El control deficiente por medio de organismos nacionales ha conllevado que en el Perú un sinnúmero de empresas curtidoras formales (Trujillo 17.21%, Porvenir 24.59%, Florencia de Mora 8.20%, La Esperanza 46.72% Laredo 0.82% y Moche 2.46%), hayan cerrado y reaparecido como empresas curtidoras informales, sin llevar control de sus residuos y efluentes generados en sus distintas áreas de producción; así mismo, estas empresas alquilan sus servicios a curtidoras pequeñas e informales para llevar cabo el curtido de pieles generando contaminación, esto como una forma adicional fácil de generar ingresos sin ser fiscalizados”. (Grijalba, 2016, p. 1).

El cromo en sus diferentes estados es tóxico para plantas en grandes concentraciones y con menos toxicidad para los animales. El cromo total llega a ser un contaminante cuyos Valores Máximos Admisibles para alcantarillado es de 10 mg/L según el D. S. N°010-2019-VIVIENDA. Los efluentes especialmente en la etapa de curtido tienen pH's bajos, que son considerados ácidos, entre 2 y 4. El pH del cromo en estado trivalente es muy soluble y los floculantes no lo precipitan fácilmente.

El proceso del curtido es la etapa donde se consume de manera masiva el agua y por ende concentra una mayor carga de cromo, presentando un bajo pH y productos químicos. Esto provoca dilemas en el medio ambiente por el conjunto de residuos sólidos y la gran cantidad de efluentes vertidos sin ningún tratamiento.

En cuanto al entorno local abordamos el problema de la contaminación que produce las curtiembres, debido a que Trujillo es una de las primordiales localidades en el Perú que genera cuero en enormes porciones, debido a que es necesario de este recurso para fabricar bienes de primera necesidad como: zapatos, chaquetas, guantes, entre otros productos.

“El estudio de biosorción de metales pesados por microorganismos (hongos filamentosos), aislados de cuerpos de agua de los andes que están contaminados con relaves mineros nos dice que la biosorción se caracteriza por la retención del metal, que ocurre principalmente por interacciones químico-físicas como, por ejemplo: intercambio iónico, adsorción física. Estas interacciones se producen con grupos funcionales presentes en la superficie celular del hongo. Los grupos que interactúan son: Grupo amina, carboxilo, hidroxilo, fosfato y sulfhídrico. También el quitosano y la quitina participan de la captura de los iones metálicos [...] Los miembros de la especie *Trichoderma* poseen la capacidad de sintetizar y desligar enzimas como, por ejemplo: polisacaridas, celulasas, xilanasas y quitinasas”. (Arrieta, 2019, p. 11).

“La reducción del Cromo (VI) se da mejor a pH's ácidos debido a que la reacción neta consume protones, sin embargo, en condiciones neutra y alcalinas es más conveniente, básicamente a que el Cromo (III) puede ser precipitado como Hidróxido para luego ser inmovilizado, evitando así procesos con altos costos de

separación. Es así, que con este procedimiento y bajo estas condiciones después del proceso catalítico permitirá separar de forma fácil el Cr (III) del catalizador”. (Litter, 2005, p.195).

“En el estudio de biosorción de metales pesados mediante la utilización de biomasa microbiana establece que es necesario entender que la biotecnología que utiliza biomasa microbiana no necesariamente tiene que reemplazar a los tratamientos que ya existen en la actualidad, sino que pueden ser utilizados como tratamientos complementarios o de pulimiento para los procesos contaminantes de curtido, ya que los tratamientos actuales no son totalmente eficientes [...] Además, aparte de la biomasa viva, también la biomasa muerta adsorbe metales, ya no requiriendo esta nutrientes adicionales, así como también esta biomasa muerta resulta inmune a la toxicidad, a condiciones adversas, aparte que la recuperación de los metales en esta es más fácil”. (Cañizares, 2000, p. 140-141).

“En el trabajo Fito-remediación de cromo VI de efluentes de curtiembres por especies de *Trichoderma*, localizó que los efluentes de curtiembres transportaron especies peligrosas de Cr (VI) gracias a la oxidación de las especies de Cr (III) que contaminaban el suelo y las aguas subterráneas del área de Jajmau de la localidad de Kanpur, donde está una enorme proporción de curtiembres. Se investigó la biosorción del ion cromo Cr (VI) en la superficie celular de las especies de hongos *Trichoderma* en condiciones aeróbicas. Se han realizado experimentos por lotes con numerosas concentraciones iniciales de iones de cromo para obtener la función de adsorción. Los resultados conseguidos a pH 5.5 de la solución de cromo han sido 97.39% de reducción por especies no patógenas de *Trichoderma*. Los resultados del estudio de FT-IR sugirieron que los sitios de alianza de cromo en la superficie celular del hongo eran los grupos carboxilo y amina. Las superficies fúngicas mostraron una biosorción eficiente para el cromo en el estado de oxidación Cr +6. Los superiores resultados para la adsorción se obtuvieron a un pH de 5.5 a 5.8, a valores de pH bajos o elevados, la absorción de Cr (VI) se redujo significativamente”. (Vankar y Bajpai, 2014, p. 1).

“En el análisis denominado: Remoción de Cromo (VI) por una Cepa de *Paecilomyces sp.* resistente a Cromato se obtuvo como consecuencia que la reducción del cromo actúa en el medio de cultivo pasado los 7 días de lapso a 28

°C, con un pH 4.0, y un inóculo de 38 mg. Dichos resultados indicaron que la función de la cepa *Paecilomyces sp.* tiene la función de minimizar el Cr (VI) a Cr (III), obtenido el resultado se llega a la conclusión que este microorganismo puede utilizarse para la supresión de contaminación de Cr (VI). Asimismo, la pluralidad de velocidades y diversos porcentajes de remoción del metal, se ven influenciados mientras reduce el pH de 7.0 a 4.0. El punto mayor remoción se observó a pH de 4.0 (96% a los 7 días de incubación, a 28°C y 100 rpm)”. (Cárdenas, 2016, p.43).

“En la investigación titulada: Optimización de la biosorción de cromo por adsorbente de hongos, *Trichoderma sp.* y sus estudios de desorción se analizó las cepas fúngicas recluidas de las muestras de agua del lago Manjakkudi que han sido examinadas por su resistencia al cromo. En la rama, *Trichoderma sp.*, se escogió la característica BSCR02 que muestra resistencia al crecimiento de la concentración de cromo (4 mg / ml) para los estudios de biosorción. La función de biosorción de cromo del micelio no tratado y tratado con álcali de *Trichoderma sp.* se comparó BSCR02 y se localizó que el procedimiento con álcali era mucho mejor bio absorbente. Los parámetros del proceso que rigen la biosorción de cromo por la biomasa muerta de *Trichoderma sp.* han sido optimizados y se observó una supresión máxima de cromo a pH 5 con 200 mg/L de concentración de metal inicial a 35 °C. Los resultados revelaron la aplicabilidad del *Trichoderma sp.* BSCR2 para la supresión positiva de cromo de los cuerpos de agua contaminados”. (Benila y Arasu, 2017, p. 1).

“En el trabajo: Remoción de cromo (VI) por un Cepa de *Aspergillus Níger* resistente a cromato se encontró que el *A. Níger* demostró que posee la capacidad de reducir Cr (VI) a cromo (III) y por ende se puede utilizar para eliminar contaminación por presencia del elemento cromo (VI). El estudio se realizó usando el método colorimétrico de difenilcarbazida. Es así, que cuando el hongo se incubó en medio mínimo con glucosa y con otras fuentes de carbono comerciales y económicas, como azúcar no refinada o glicerol, en presencia de 50 mg/L a una inoculación de 5×10^5 , se removió totalmente dicho metal. Se produjo también Cr (III) en el medio de cultivo, después de 6 días de incubación a 28 °C, pH de 5.3 y 6.2, agitación de 100 rpm y un inóculo de 8.3 mg de peso seco”. (Rivera, 2015, p.13).

“En el trabajo “Microrremediación de cromo total y hexavalente de Aguas residuales de curtiembre utilizando el hongo *Trichoderma harizianum*” se realizó para estudiar la capacidad de *Trichoderma harizianum* para eliminar el cromo total y cromo hexavalente de aguas residuales de taninos en el laboratorio. El experimento continúa durante trece días, las características físicas y químicas y la concentración de cromo hexavalente se probaron en los días (1,4,7,10 y 13) y la biomasa al final del experimento. Los resultados muestran que el valor de pH cambio de (8.6-3.2) y porcentaje de eliminación de sólidos disueltos totales, alcalinidad total, dureza total, dureza de calcio y magnesio, nitrito, nitrato y sulfato, cromo total, cromo hexavalente y biomasa (97.54%, 90%, 97.77%, 87.97%, 99%, 95%, 84.66%, 90%). Mientras que el porcentaje de remoción para el cromo total y cromo hexavalente fueron 70.18% y 99.67% respectivamente. El experimento muestra aumento en hongos y biomasa en el final del período del experimento”. (Hama’a, y Nida , 2007, p.1).

“En el estudio de la bioadsorción de plomo y cadmio utilizando como biomasa *E. coli* demostró que el equilibrio de la bioadsorción se encontró que para el elemento plomo utilizando biomasa viva de *E. coli* en solución acuosa a pH de 6.4 desarrolló mecanismos de intercambio iónico”. (Del Carpio, 2017, p. 112).

“Factores como el tiempo y el pH influyen directamente en la remoción de cromo hexavalente en soluciones acuosas, obteniéndose la mayor remoción a pH 3 con el método de electrocoagulación”. (Mendocilla, 2018, p. 31).

“La reducción del Cromo (VI) se lleva cabo de forma eficaz a pH’s ácidos porque la reacción neta consume protones, no obstante, en condiciones neutra y alcalinas resulta más conveniente debido a que el Cromo (III) puede ser precipitado como Hidróxido e inmovilizado, sorteando así procesos con altos costos de separación. Con este procedimiento y también bajo estas condiciones, el proceso catalítico permitirá separar de forma fácil el Cr (III) del catalizador”. (Litter, 2005, p.195).

“El *Trichoderma virideae* se instaló en matraces agitados que poseían medio de cultivo [...] los análisis se llevaron a cabo a temperatura ambiente”. (Netzahuatl, 2007, p.1).

“La melaza o también conocida como miel final es una gran fuente de Carbohidratos y además es usada en diferentes campos como, por ejemplo: comercial, biotecnología, energía sostenible, desarrollo pecuario, etc.”. (Almazán, 2015, p.2).

“Las aguas del proceso de curtido presentan altas concentraciones de cromo total. También presentan pH ácidos (entre 3.1 y 4.69) sobrepasando muy por encima los niveles estipulados por el D.S. N°010-2019-VIVIENDA. Sin embargo, por otro lado, no se identificó cromo (VI) en las etapas de curtido desarrollados”. (Córdova, 2014, p. 130).

“El cromo (Cr) es un elemento metálico peligroso para la vida y por ende para el ambiente. Su efecto en los recursos agua y suelo es perjudicial. La solución al problema es el resultado de una extensa indagación llevado a cabo durante mucho tiempo. Este elemento metálico en condiciones de óxidos neutros y alcalinos, se puede encontrar en el medio como cromato o dicromato, y en otras condiciones reductoras”. (Avendaño, 2012, p. 7)

“El *Trichoderma sp.* viene ser un microorganismo que pertenece al reino fungí, es decir son hongos usados en varios campos, por ejemplo, son usados como insecticidas en biorremediación de suelos, pero también se han desarrollado diferentes estudios con estos microorganismos para tratar el cromo de Curtiembres”. (Hernández, 2016, p. 67).

“En cuanto a la melaza es un residuo final de la caña de azúcar. Esta mezcla compleja posee una serie de sustancias como: sacarosa, azúcares invertidos, sales y otros elementos. Además, también contiene: glucosa, fructosa y rafinosa, que poseen propiedades que pueden reducir el cromo [...] La miel final o melaza es una gran fuente de carbohidratos, así como también de otros nutrientes como por ejemplo: azufre, calcio, fosforo”. (Gonzáles, 2013, p. 44).

Por otro lado, se denomina pH ya sea por su acidez o alcalinidad en una solución nos muestra las cantidades de iones de hidrógeno presentes en la solución.

El elemento químico “cromo”, cuyo número atómico es el 24, con características metálicas, y caracterizándose con su símbolo Cr., puede hallarse en su forma iónica con valencia 6 o 3. Sin embargo, el cromo 3 en concentraciones elevadas también

resulta peligroso para la vida, muy aparte que en circunstancias particulares, ayudado de un agente oxidante puede transformarse en cromo hexavalente por lo que hace importante su post tratamiento.

Por efecto, las aguas residuales generadas por diferentes ocupaciones llevadas a cabo por la gente, representan riesgos y deben ser pretratadas, debido a que poseen en su estructura una porción desmesurada de sustancias nocivas, materia orgánica y microorganismos. Enmarcado en esta descripción tuvimos una subdivisión del tipo de efluente nombrado aguas residuales industriales que poseen su inicio en los procesamientos hechos en la industria del cuero y en su contenido se puede descubrir aceites, detergentes, antibióticos, ácidos, grasas y otros, primordialmente cromo.

“La estructura de los efluentes varían de una curtiembre a otra debido a los procesos y diversos materiales empleados. Sin embargo, se puede detectar una serie de parámetros como: proteínas, elementos oxidables, rígidos suspendidos, productos químicos y sustancias tóxicas, que poseen propiedades que los define por su olor poderosamente desagradable y su color oscuro. Sin embargo, referente a la contaminación dada por las distintas fases de la producción del cuero, se representan varias propiedades de los efluentes presentados en las Tablas 1 y 2”. (Esparza y Gamboa, 2001, p. 43-46).

El valor de realizar trabajos para reducir la contaminación de cromo en las industrias es un derecho para la sociedad por su derecho de vivir en un ambiente de calidad, por lo cual los alumnos de Ingeniería Ambiental propusieron soluciones alternativas a la contaminación para cromo total usando microorganismos, en nuestro caso el *Trichoderma sp.* estimulado con melaza, controlado a 2 pH's y examinado en 2 tiempos diversos pretende ser una alternativa. Este plan contribuye como una forma elección a los productos químicos usados para tratar el cromo; opción determinante para contrarrestar la creciente contaminación que dichos efluentes industriales producen a los suelos, el aire, el agua, etcétera

Tabla 1. Operaciones del proceso de curtiembre, composición de los efluentes y algunas consecuencias Esparza y Gamboa, (2001).

Operación	pH	Composición del efluente	Consecuencias
Curtición al cromo	3 – 4	Elevada salinidad, abundancia de sales de cromo, fibras en suspensión, grasas emulsionadas.	Alto contenido de cromo III y otros metales
Curtido vegetal y sintético	3 – 5	Tanino pirocatequínicos y pirogálicos, fenoles y polifenoles, sales neutras y fibras de cuero	Disposición de lodos
Curtición con aceites y alternativos	10	Aceites oxidados, sales de aluminio, de circonio, de titanio, formaldehído, aceite de bacalao (para gamuza) y glutaraldehídos	

Fuente: Esparza y Gamboa, (2001), Revista de Química.

Tabla 2. Características del efluente por etapas (mg/L) (Esparza y Gamboa, 2001).

Proceso	DQO	N	PO ₄ - 3	Aceite y grasas	Sólidos sedimentales	S ²⁻	Cr ³⁺
Hasta el pelambre	8400	356	32.4	2500	7640	0	0
Pelambre	42000	3650	16.4	14740	25500	2200	0
Hasta el curtido	18400	296	11.2	1586	7780	0	0
Curtido	8400	300	11.3	132	6100	0	6400

Fuente: Esparza y Gamboa, (2001), Revista de Química.

De acuerdo con el estudio de las tablas anteriores se apreció que las diferentes fases de las industrias de curtiembres producen una serie de residuos líquidos y rígidos que antes de ser drenados a los afluentes, previamente requieren un procedimiento particular. Sin embargo, se demostró que se requieren alrededor de veinte a cuarenta metros cúbicos de agua para procesar una tonelada de pieles a partir de la etapa inicial hasta la etapa final de una curtiembre. Es de esta forma que se han presentado diferentes normativas como, ejemplificando: los Valores Máximos Admisibles, con el propósito de controlar la contaminación generada en la curtiembre. Actualmente los Valores Máximos Admisibles, referente a las aguas residuales de curtiembre en el sistema de alcantarillado sanitario es de 10 mg/L

Según lo mencionado en la presente investigación se formula el siguiente problema: ¿Cuál es el 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?

“Los efluentes de Curtiembre vertidos al ambiente con alto contenido de cromo representan un peligro para las personas y los ecosistemas”. (Chávez, 2010, p.41).

Además, actualmente la mayor parte de curtiembres locales no poseen implementado ningún procedimiento o proceso que posibilite recuperar y reutilizar eficientemente los efluentes y/o agua usados en los diversos procesos del curtido, donde la cantidad de uso del agua es elevada.

Teniendo en cuenta el tema de recirculación y sostenibilidad fue de suma importancia encontrar tratamientos que permitan tratar contaminantes tóxicos como el cromo, tratamientos diferentes a los ya conocidos como, por ejemplo: tratamientos físico-químicos.

Este proyecto de investigación de algún modo buscó una solución a la problemática con el fin de complementar los tratamientos físico-químicos de una manera más sostenibles. O sea, menos costosas y menos contaminantes.

En consecuencia, este trabajo investigó la capacidad de disminución de cromo mediante la aplicación de *Trichoderma sp.* en efluentes de la etapa de curtido.

En consecuencia, de ello, el presente trabajo investigó la capacidad de disminución de cromo mediante la aplicación de *Trichoderma sp.* en efluentes de la etapa de curtido.

Por lo cual se plantea como objetivo principal determinar el 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, , y de manera específica los siguientes objetivos, Realizar un pretratamiento al efluente obtenido de la etapa de curtido, Determinar la reducción de cromo por *Trichoderma sp.*, estimulado por concentraciones de 0,5% y 1% (p/v) de melaza, Determinar la reducción de cromo por *Trichoderma sp.* a los diferentes tipos de pH (4 y 6) , y por último evaluar los resultados teniendo como base el Decreto Supremo N°010-2019-VIVIENDA.

En consecuencia, se tuvo como afirmación que el efecto del pH y la concentración de melaza como estimulante de *Trichoderma sp.* tiene efecto significativo en la disminución de cromo en efluentes de la etapa de curtido.

II. MÉTODO:

2.1. Diseño y tipo de investigación

2.1.1. Tipo de investigación:

Por su finalidad: Tiene un enfoque aplicativo, debido a que se centra en la resolución de una incógnita de una manera sencilla, practica y fácil. (Hernandez, 2014, p. 25).

Por su diseño: El trabajo presentó un enfoque experimental debido a que se manipularon intencionalmente más de una variable para el análisis del efecto sobre las variables dependientes. (Hernandez, 2014, p. 113).

Por su enfoque: El presente trabajo es cuantitativo, debido a que se basó en la manipulación de datos del tipo numéricos, las cuales fueron ejecutados en análisis del tipo estadísticos para llevar a cabo su respectiva verificación. (Hernandez, 2014, p. 4).

Por su alcance: El trabajo fue causal, debido a que explicito si la variable independiente altera a la variable dependiente. (Hernandez, 2014, p. 6).

2.1.2. Diseño de la investigación:

En cuanto al diseño de la presente investigación fue del tipo experimental, ya que que se analizaron y manejaron tres variables independientes y una variable dependiente, considerando un enfoque cuantitativo.

El diseño para el presente trabajo fue trifactorial; es decir, con tres factores y tres réplicas por cada tratamiento; teniendo como variables independientes: pH, Concentración de Melaza y Tiempo, luego, se tomó combinaciones de ambos (Ver Tabla 3) en diferentes tratamientos (T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 y T8). En cuanto los experimentos fueron veinticuatro.

Se mantuvieron constantes la aireación, el volumen de la muestra y la concentración de *Trichoderma sp.*

Se demostró las interacciones entre pH, concentración de melaza como estimulante del *Trichoderma sp.* y el tiempo en días; así como entre los tres factores antes mencionados y su efecto en la reducción (disminución de cromo) de cromo de efluentes de la etapa de curtido

Tabla 4: Réplicas y combinaciones de los Tratamientos.

	P1 M1 T1	P1 M1 T2	P1 M2 T1	P1 M2 T2	P2 M1 T1	P2 M1 T2	P2 M2 T1	P2 M2 T2	COM
R1	P1 M1 T1 R1	P1 M1 T1R1	8(R1)						
R2	P1 M1 T1R2	8(R2)							
R3	P1 M1 T1R3	8(R3)							
CO M	3 (P1 M1 T1)	8X3							

Fuente: Elaboración propia.

Tratamiento 1 (Combinación P1M1T1) de pH 6 +5 g. de melaza, analizado al 12 día.

Tratamiento 2 (Combinación P1M1T2) de pH 6 +5 g. de melaza, analizado al 8 día.

Tratamiento 3 (Combinación P1M2T1) de pH 6 +2.5 g. de melaza, analizado al 12 día.

Tratamiento 4 (Combinación P1 M2 T2) de pH 6 +2.5 g. de melaza, analizado al 8 día.

Tratamiento 5 (Combinación P2 M1 T1) de pH 4 + 5 g. de melaza, analizado al 12 día.

Tratamiento 6 (Combinación P2 M1 T2) de pH 4 + 5 g. de melaza, analizado al 8 día.

Tratamiento 7 (Combinación P2 M2 T1) de pH 4 +2.5 g. de melaza, analizado al 12 día.

Tratamiento 8 (Combinación P2 M2 T2) de pH 4 +2.5 g. de melaza, analizado al 8 día.

Donde:

R1: Primera repetición.

R2: Segunda repetición.

R3: Tercera repetición.

Se hicieron tres repeticiones por cada tratamiento, haciendo un total de 24 experimentos.

Los diferentes tipos de concentraciones 0.5% (2.5 g) y 1% (5g) de melaza se trabajaron con pH 4 y pH 6, con el tiempo de 8 y 12 días (Tabla 3).

Respecto a la concentración de la melaza fue al 80% obtenida de la empresa Agroindustrial Laredo.

De igual modo, se trabajó a temperatura ambiente y un inóculo constante de 5×10^5 esporas de *Trichoderma sp.* / ml.

Variables:

Independientes:

- pH.
- Concentración de la melaza.
- Tiempo (En días).

Dependiente:

- Reducción del cromo.

2.2. Operacionalización de variables.

Tabla 5: Operacionalización de Variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIONES	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	ESCALA DE MEDICIÓN
V.I. pH	La unidad de pH es un parámetro que controla los procesos de adsorción de metales en diferentes adsorbentes, debido a que los iones hidrógeno se convierten en un adsorbato competitivo. (Garcés, 2012).	Nivel de acidez o alcalinidad de las muestras de efluentes de la etapa de curtido.	La medición del pH se llevó a cabo con un pHmetro previa calibración antes de los análisis conforme al protocolo estipulado por el ANA (Autoridad Nacional del Agua, 2016).	pH4 pH6	Intervalo
V.I. Concentración de melaza.	Son las distintas concentraciones de melaza que contienen sacarosa y que estimularán al <i>Trichoderma sp.</i> , para adsorber cromo.	Cantidad de melaza aplicada para estimular al <i>Trichoderma sp.</i>	La melaza fue trabajada a diferentes concentraciones (0,5 y 1%) como estimulante del <i>Trichoderma sp.</i>	0.5% Concentración de melaza. 1% Concentración de melaza.	Intervalo
V.I. Tiempo	Magnitud física compleja, considerada una constante universal.	Días en los que se evaluó la cantidad de reducción en cuanto a Cromo total.	Se evaluó la reducción de Cromo a los 8 y 12 días.	8 días 12 días	Intervalo
V.D. Reducción de cromo.	La disminución de Cromo mediante adsorción es un proceso que capta de forma activa los iones metálicos en efluentes industriales utilizando como solvente de biomasa de hongos vivos o muertos. (Lezcano, 2008)	Cantidad de Cromo (Cr) presente en los 8 tratamientos.	Se obtuvo el valor inicial y final del tratamiento del efluente de la etapa de curtido por el método de Volumetría.	(mg/l) Cr	Razón

Fuente: Elaboración propia.

2.3. Población, muestra y muestreo.

Población:

La población de este trabajo estuvo constituida por el efluente de la etapa de curtido.

Muestra:

El muestreo se llevó a cabo mediante un muestreo aleatorio simple, obteniéndose 20 Lt. de solución de muestra

Unidad de análisis:

50 mL. de efluente de la etapa de curtido para cada experimento.

2.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

2.4.1. Instrumentos y técnicas de recolección de datos.

Es importante precisar que una de las técnicas que se utilizó fue la observación experimental, ya que se manipularon variables para contrastar la hipótesis, respetando las normativas ambientales vigentes. Se experimentaron con 8 tratamientos, compuestos por diferentes porcentajes de melaza, distintos pH, concentración de inóculo constante, donde se utiliza una técnica del conteo de conidias en el Hematocito o cámara de Neubauer para la cantidad exacta de inoculación (anexo 4), estos tratamientos analizados en dos tiempos distintos. Se utilizó el método por volumetría (Anexo 5) y se observó la cantidad de reducción que ocasionó cada tratamiento en nuestra muestra de efluente.

2.4.2. Confiabilidad y validez.

Se tuvo en cuenta la Ley N° 30224, Ley que crea el Sistema Nacional para la Calidad y el Instituto Nacional de Calidad para llevar a cabo los trabajos de experimentación y análisis, la cual está sujeta al INACAL, y la que a su vez está encargada de las Normas Metrológicas Peruanas. A su vez se utilizaron como instrumentos de recolección de datos (fichas técnicas), estas validadas por especialistas en el rubro, de igual modo los equipos y materiales.

2.5. Procedimiento

La metodología, para llevar a cabo el desarrollo de la presente investigación se realizó trabajos en diferentes fases, empezando por una fase de pre campo donde se recopiló toda la información necesaria en cuánto a: melaza, *Trichoderma sp*, cromo, pH, etc. A continuación, se recopiló la documentación pertinente y los permisos para poder llevar a cabo la investigación.

Se coordinó con la empresa de curtiduría para poder tomar muestras de los efluentes generados en la etapa de curtido.

Respecto al objeto de estudio del presente trabajo fue determinar el efecto del pH y la concentración de melaza como estimulante de *Trichoderma sp*. para la reducción del cromo de efluentes en la etapa de curtido en distintos tiempos.

Finalmente, en la fase de gabinete se llevaron a cabo análisis estadísticos para corroborar los resultados.

2.5.1. Toma de muestra de efluente de la etapa de curtido.

La toma de efluentes diarios de la etapa de curtido se efectuó a través muestreo recomendado en el protocolo de monitoreo de calidad de recursos hídricos superficiales del ANA. La muestra tomada fue de 20 Lt.

Cabe precisar que la muestra se almacenó en envases de plásticos de primer uso y se conservó a 4°C durante el transporte al laboratorio para su análisis y así garantizar que no hubiese cambios en la composición de las muestras hasta el análisis respectivo.

2.5.2. Pre-Tratamiento de la muestra del efluente.

En esta fase se utilizó un equipo de filtración al vacío de 1L de capacidad, por donde se pasó la muestra por un filtro a base de gasa y algodón, con la finalidad de retener el exceso de materia orgánica o sólidos en suspensión, posteriormente esta muestra filtrada se almacenó en frascos de primer uso a temperatura ambiente hasta su tratamiento.

De la muestra filtrada se tomó dos porciones de 200 mL, la primera se llevó a un laboratorio para su análisis microbiológico y a la segunda se le realizó el análisis de cromo.

2.5.3. Obtención del *Trichoderma sp.*

El microorganismo se obtuvo de una muestra contaminada con efluente de curtiembre, el cual fue aislada en el Instituto de investigación en Ciencia y Tecnología de la UCV Trujillo.

2.5.4. Reactivación del *Trichoderma sp.*

El hongo se reactivó inoculando una pequeña cantidad de esporas, con un asa bacteriológica, en una placa de agar Sabouraud y se incubó en estufa a 25 °C por 5-7 días hasta la formación del micelio característico del hongo. Cárdenas, (2016).

2.5.5. Identificación Morfológica.

Se realizó la identificación mediante la técnica del micro cultivo en placa y luego se observó las hifas y esporas en el microscopio.

2.5.6. Preparación del Inóculo de *Trichoderma sp.*

Se tomaron 2 placas con cultivo de 7 días de *Trichoderma sp.* y con ayuda de un asa bacteriológica se cogió las esporas de la superficie del hongo y se colocaron en un frasco que contenía 50 mL de solución salina fisiológica al 0.8% SSF + 0.5% de TWEEN. Se homogenizó la suspensión y se realizó los recuentos en cámara de Neubauer, hasta obtener una suspensión de 5×10^5 esporas/mL, la cual fue usada en los tratamientos.

2.5.7. Obtención de Melaza.

La melaza se obtuvo de la Empresa Agroindustrial Laredo con una concentración al 80%.

Tabla 6: Propiedades de la melaza de la empresa agroindustrial Laredo S.A.

Descripción	Análisis
Grado brix	88.40
Peso específico (g/cm)	1.47
Sacarosa %	36.41
Azúcares reductores %	9.09
Azúcares totales %	45.50
No azúcares %	42.90
Agua %	11.60

Fuente: Agroindustrial Laredo S.A.

2.5.8. Acondicionamiento del biorreactor.

Se utilizaron 5 biorreactores de 1L de capacidad. El volumen de trabajo fue de 500 mL., además estuvo constituido por 0.5% y 1% (p/v) de melaza contenida en la solución de cromo a tratar. Además, a estos biorreactores se les inyectó aire por una bomba de pecera.

2.5.9. Pruebas experimentales.

Se trabajó con un blanco y 8 Tratamientos de pruebas por triplicado las cuales estuvieron conformadas de la siguiente manera:

Grupo 1 (T0): BLANCO, El biorreactor estuvo conformado por 500 mL. del efluente al 20% y se le dio las mismas condiciones de aireación y temperatura ambiente.

Grupo 2 (T1): El biorreactor estuvo conformado por 500 mL. del efluente al 20% + 1 % de melaza (5g melaza industrial) + 10% inóculo de *Trichoderma* (50 ml de una suspensión de *Trichoderma* con una concentración de 5×10^5 esporas/mL) y con valor de pH de 6.0 para este tratamiento. Evaluado a los 12 días.

Grupo 3 (T2): El biorreactor estuvo conformado por 500 mL. del efluente al 20% + 1 % de melaza (5g melaza industrial) + 10% inóculo de *Trichoderma* (50 ml de una suspensión de *Trichoderma* con una concentración de 5×10^5 esporas/mL) y con valor de pH de 6.0 para este tratamiento. Evaluado al 8 día.

Grupo 4 (T3): El biorreactor estuvo conformado por 500 mL. del efluente al 20% + 0.5 % de melaza (2.5g melaza industrial) + 10% inoculo de *Trichoderma* (50 ml de una suspensión de *Trichoderma* con una concentración de 5×10^5 esporas/mL) y con valor de pH de 6.0 para este tratamiento. Evaluado al 12 día.

Grupo 5 (T4): El biorreactor estuvo conformado por 500 mL. del efluente al 20% + 0.5 % de melaza (2.5g melaza industrial) + 10% inoculo de *Trichoderma* (50 ml de una suspensión de *Trichoderma* con una concentración de 5×10^5 esporas/mL) y con valor de pH de 6.0 para este tratamiento. Evaluado al 8 día

Grupo 6 (T5): El biorreactor estuvo conformado por 500 mL. del efluente al 20% + 1 % de melaza (5g melaza industrial) + 10% inoculo de *Trichoderma* (50 ml de una suspensión de *Trichoderma* con una concentración de 5×10^5 esporas/mL) y con valor de pH de 4.0 para este tratamiento. Evaluado al 12 día.

Grupo 7 (T6): El biorreactor estuvo conformado por 500 mL. del efluente al 20% + 1.0 % de melaza (5.0g melaza industrial) + 10% inoculo de *Trichoderma* (50 ml de una suspensión de *Trichoderma* con una concentración de 5×10^5 esporas/mL) y con valor de pH de 4.0 para este tratamiento. Evaluado al 8 día.

Grupo 8 (T7): El biorreactor estuvo conformado por 500 mL. del efluente al 20% + 0.5 % de melaza (2.5g melaza industrial) + 10% inoculo de *Trichoderma* (50 ml de una suspensión de *Trichoderma* con una concentración de 5×10^5 esporas/mL) y con valor de pH de 4.0 para este tratamiento. Evaluado al 12 día.

Grupo 9 (T8): El biorreactor estuvo conformado por 500 mL. del efluente al 20% + 0.5 % de melaza (2.5g melaza industrial) + 10% inoculo de *Trichoderma* (50 ml de una suspensión de *Trichoderma* con una concentración de 5×10^5 esporas/mL) y con valor de pH de 4.0 para este tratamiento. Evaluado al 8 día.

La temperatura usada en los tratamientos, fue la temperatura ambiente. Asimismo, las pequeñas porciones o muestras fueron de 50 mL. La medición de la concentración de cromo fue por volumetría.

2.5.10. Medición de la concentración de cromo por volumetría.

Para la medición de concentración de cromo de las muestras, previamente se filtraron con papel filtro Whatman N°1 (150 mm ϕ). La finalidad del filtrado fue retener las esporas y las hifas presentes en la muestra a analizar y por ende no condicionar los resultados.

2.6. Metodología para el análisis de datos.

Los datos que se obtuvieron se procesaron mediante el método estadístico ANOVA, esto para contrastar la hipótesis y contrastar los resultados. Se trabajó con un nivel de confianza del 95%.

Cabe recalcar que, este procesamiento de datos se realizó con el programa IBM SPSS v25.

2.7. Aspectos éticos.

Para llevar a cabo la investigación tuvimos en cuenta principalmente el cuidado del medio ambiente, así como también la honestidad en cuanto a la obtención de datos fidedignos. Es decir, una investigación idónea, en torno a los valores que rigen en la Universidad César Vallejo.

III. RESULTADOS

En el presente trabajo se demostró la disminución de Cromo en efluentes de la etapa de curtido con *Trichoderma sp.* en un sistema de 4 diluciones y una muestra en blanco en dos tiempos distintos.

Tabla 7: Tratamientos y réplicas de los resultados en ppm y porcentajes.

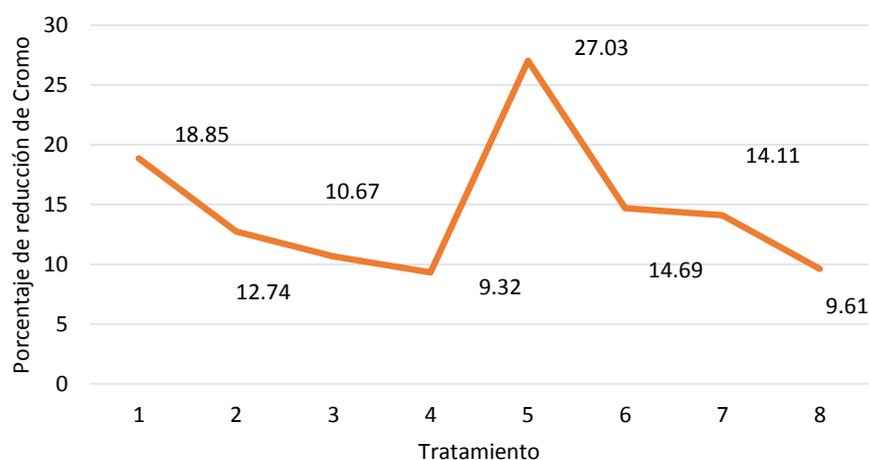
Conc. Inicial Cr. ppm	Tratamiento	Conc. Cr. Ppm	% de Reducción	Días
641	1	515	19.66	12
691		563	18.52	
664		542	18.37	
641	2	553	13.73	8
691		607	12.16	
664		582	12.35	
641	3	572	10.76	12
691		618	10.56	
664		593	10.69	
641	4	581	9.36	8
691		628	9.12	
664		601	9.49	
641	5	464	27.61	12
691		514	25.61	
664		479	27.86	
641	6	544	15.13	8
691		597	13.60	
664		562	15.36	
641	7	555	13.41	12
691		589	14.76	
664		570	14.15	
641	8	581	9.36	8
691		621	10.13	
664		602	9.34	

Fuente: Elaboración propia.

La tabla anterior nos muestra los 8 tratamientos y sus respectivos análisis con sus 3 réplicas. Asimismo, se muestra el porcentaje de remoción de cromo utilizando la

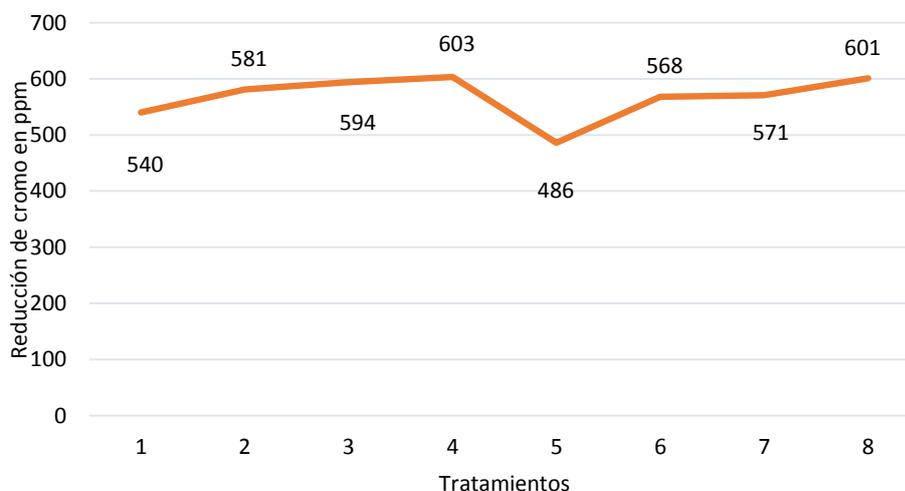
fórmula: $\% \text{ de reducción} = \frac{\text{Concentración inicial} - \text{Concentración final}}{\text{Concentración inicial}} \times 100$

Figura N° 1: Variación del promedio del resultado en porcentaje de cromo reducido por los diferentes tratamientos.



En la Figura N° 1 se observa la variación del promedio del resultado de la concentración de cromo durante los 8 y 12 días en los 8 tratamientos expresados en porcentajes. Manejándose las diferentes variables pH, concentración de melaza y tiempo en días. La gráfica muestra la reducción de la concentración de cromo en todos los tratamientos. La mayor reducción de cromo se llevó a cabo en el día 12 con el tratamiento 5 (pH4, 1% de melaza e inóculo constante de *Trichoderma sp.* de 5×10^5 esporas/mL), ya que según Rivera, (2015), al utilizar medios de fuente de carbono para el hongo, logra un estado ideal de adaptación y posteriormente la biosorción de cromo al pasar de los días.

Figura N° 2: Variación promedio del resultado de la disminución de cromo (en ppm) con los diferentes tratamientos.



En la Figura N° 2 se observa la variación del promedio del resultado de la concentración de cromo durante los 8 y 12 días en los 8 tratamientos expresados en partes por millón (*ppm*). Manejándose las diferentes variables pH, concentración de melaza y tiempo en días

Tabla 8: Prueba de Normalidad:

Tratamientos	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
1	,995	3	,862
2	,998	3	,918
3	,997	3	,904
4	,993	3	,836
5	,949	3	,567
6	,967	3	,650
7	,995	3	,870
8	,999	3	,945

Fuente: IBM SPSS v25.

Observando el nivel de significancia (Sig.) que es mayor al p valor (0,05), se dedujo que se cumple con el supuesto de normalidad. Es decir, los residuales siguieron una distribución normal, debido a que se ubicaron muy cerca de la línea de tendencia.

Tabla 9: Prueba de Levene.

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Reducción De Cromo	Se basa en la media	,147	7	16	,992
	Se basa en la mediana	,071	7	16	,999
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	,071	7	14,389	,999
	Se basa en la media recortada	,141	7	16	,993

Fuente: IBM SPSS v25.

El estadístico de Levene mostraron significancias mayores al p valor 0,05, lo que indicó que se cumplió el supuesto de Homocedasticidad (igualdad de varianzas) e independencia en los datos. Asimismo, esto demostró que el muestreo fue completamente aleatorizado.

Tabla 10: Pruebas de efectos Inter sujetos para la variable dependiente de disminución de cromo.

Origen	Variable dependiente: Reducción De Cromo				
	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	32362,292	7	4623,185	8,272	,000
Intersección	7744112,042	1	7744112,042	13855,575	,000
Tratamientos	32362,292	7	4623,185	8,272	,000
Error	8942,667	16	558,917		
Total	7785417,000	24			
Total corregido	41304,958	23			

Fuente: IBM SPSS v25.

Se corroboró interacción significativa observando que la significancia (Sig.) es menor a 0,05. Es decir, esto indicó que nuestros tratamientos fueron distintos (o al menos uno). Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, la cual decía que todos los tratamientos eran iguales, y por ende se aceptó la hipótesis alternativa, la cual indicaba que al menos un tratamiento era diferente.

Tabla 11: Prueba estadística de Tukey para comparar tratamientos de reducción de Cromo.

HSD Tukey			
Tratamientos	N	Subconjunto	
		1	2
5	3	485,67	
1	3	540,00	540,00
6	3		567,67
7	3		571,33
2	3		580,67
3	3		594,33
8	3		601,33
4	3		603,33
Sig.		,159	,070

Fuente: IBM SPSS v25.

La Tabla 11 corroboró lo indicado en la tabla inter sujetos, la cual aceptaba la hipótesis alternativa que nos decía que al menos un tratamiento era diferente. Asimismo, el estadístico Tukey agrupó y ordenó los tratamientos según su eficiencia. En este caso siendo el Tratamiento 4 el menos eficiente. Por otro lado, el tratamiento 5 resultó ser el mejor tratamiento. Del mismo modo, Tukey y la Tabla de comparaciones múltiples (Tabla 12) mostraron que el tratamiento 5 y 1 son similares ubicándolos en el subconjunto 1, y que por otro lado también los tratamientos 6,7,2,3,8,4 presentaron similitud ubicándolos en el subconjunto 2.

IV. DISCUSIÓN

En el Perú mediante Decreto Supremo N.º 021-2009-VIVIENDA se aprobaron los Valores Máximos Admisibles (VMA) de las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, modificado por los Decretos Supremos N.º 010-2012-VIVIENDA y N.º 001-2015-VIVIENDA. La modificatoria se produjo mediante el Decreto Supremo que aprueba el Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA)- N.º 010-2019-VIVIENDA, para las descargas de aguas residuales no domésticas en el sistema de alcantarillado sanitario, siendo los VMA para efluentes de curtiembres para Cromo total de 10 mg/L. Sin embargo, en el desarrollo del presente trabajo se llevaron a cabo con muestras que oscilaban las 691 ppm, teniendo una realidad evidente de la gran contaminación que actualmente se está produciendo por estos efluentes difíciles de tratar.

Debido a la excesiva contaminación causada por los efluentes de curtiembre se optó por la reducción del contaminante con mayor presencia de cromo en sus efluentes. Cuervo, (2010) nos corrobora que el proceso de curtido modifica la composición tanto física y química del agua en grandes cantidades y es el proceso con más relevancia hacia la contaminación de los efluentes de curtiembre.

En el presente trabajo también se observó que el género *Trichoderma sp.* según el estudio de Gutiérrez et al., (2010), poseen la capacidad de sintetizar, reducir y biotransformar contaminantes tóxicos en grandes cantidades ya que juegan un papel muy importante en los ciclos geoquímicos de los metales, realizando procesos de biotransformación de Cr (VI) a especies reducidas que pueden incluir rutas enzimáticas y no enzimáticas, además se presenta un proceso de anexión y bioacumulación, donde interviene un sistema de permeasas. Según Cárdenas, (1981), la falta de una proteína MSN1, conduce a una codificación baja en los genes transportadores SUL1 Y SUL2, causando que almacene menos cromo en las células y produzca tolerancia a Cr (VI).

Posteriormente se pudo observar la mayor disminución de Cromo por *Trichoderma sp.*, a un pH 4 (Figura N.º 1 y Tabla 2). Tal como lo describe Litter, (2005); donde de la misma manera demostró que la mayor disminución de cromo se llevó a ese nivel de pH. Además, según Arrieta, (2019) demostró que una de las condiciones

óptimas de crecimiento para *Trichoderma* son los pH's ácidos logrando un mejor desarrollo entre 4,5 y 5,5 donde en su investigación obtuvo una disminución de hasta 47 % de cromo hexavalente.

Asimismo la mayor disminución de Cromo se dio en el día 12 (Figura 1 y 2), logrando bajar la concentración de cromo de 665 ppm a 486 ppm (remoción del hasta 27.03%), cabe mencionar que se debe seguir investigando la remoción durante un periodo más prologado con la finalidad de conocer si los tratamientos logran disminuir los valores de Cromo y así cumplir con la normativa nacional vigente según D. S. N°010-2019-VIVIENDA, donde establece que los valores máximos admisibles de efluentes industriales para verter directamente al alcantarillado es de 10 ppm.

Por otro lado, también se puede observar en las Tablas N° 11 y 12, corroborado además por la prueba de Tukey y de Comparaciones múltiples del programa SPSS v25, que tanto el tratamiento 5 y 1 son los más eficientes. Esto debido primordialmente al ajuste entre el pH 4 y 6, ya que ambas mantuvieron la misma concentración de melaza 1% y fueron evaluados al día 12. Arrieta (2019) corrobora que los pH s óptimos para el desarrollo de hongos filamentosos se dan a pHs ácidos, en un rango de pH 4,5 y 5,5. En este caso, se comprobó que la mayor disminución de Cromo se llevó a cabo a pH 4. Sin embargo, Ramírez (2016) obtuvo una mayor disminución de Cromo a pH 3, por lo que sería recomendable trabajar con pH's más ácidos.

Asimismo, podemos ver que la disminución de Cromo está en relación del tiempo como lo indica Mendocilla, (2018), que aparte también obtuvo resultados eficientes a un pH más ácido: pH 3. Esto demuestra que el tiempo de interacción es relevante ya que a mayor tiempo de contacto del hongo con el efluente habrá mayor disminución, esto adicionado a la cantidad de melaza como alimento del *Trichodema sp.*, aumentan la eficiencia de los tratamientos. Porque como indica Ossa, Vanegas y Badillo, (2010), la melaza como sustrato sirve como alimento del hongo. En este caso se utilizó Melaza al 1% como el más eficiente porcentaje de disminución de Cromo. Cabe mencionar también que no solo la biomasa viva de Hongo *Trichodema sp.* disminuye el Cromo como en esta investigación, sino que de igual forma la biomasa muerta también obtiene buenos resultados de remoción

como indica Benila y Arasu, (2017). Por lo que sería conveniente seguir con las investigaciones en un mayor número de días de contacto.

V. CONCLUSIONES

- ✓ En condiciones de laboratorio el efecto que presenta la combinación de pH con concentración de melaza como estimulante del *Trichoderma sp.* en diferentes días produce un efecto potenciador y/o sinérgico para disminuir cromo de efluentes de la etapa de curtido. Asimismo, la mayor reducción de cromo se logró con el tratamiento 5 (pH 4, Concentración de melaza del 1% y un número constante de *Trichoderma sp.* de 5×10^5 esporas/mL), en el duodécimo día.
- ✓ Se concluye, además, que utilizar un pretratamiento simple (con gasa y algodón) mejora la calidad de la muestra, condicionando positivamente los tratamientos y por ende optimizando los resultados.
- ✓ Se determinó que la concentración de melaza influye de manera positiva en la reducción de cromo, siendo la concentración de 1% la más eficiente.
- ✓ Asimismo, se concluye que el pH 4 influyó de manera significativa en el proceso de la reducción de cromo de efluentes de la etapa de curtido.
- ✓ Finalmente, también se logró disminuir cromo del efluente de la etapa de curtido en condiciones de laboratorio en un porcentaje considerable (27.03% de cromo), no obstante, se recomienda seguir las investigaciones para alcanzar los Valores Máximos Admisibles para alcantarillado que estipula el Decreto Supremo N°010-2019-VIVIENDA.

VI. RECOMENDACIONES

- ✓ Realizar investigaciones donde el tiempo de estudio sea más prolongado para así identificar la etapa de desorción del microorganismo con el cromo.
- ✓ Tener en cuenta otras concentraciones de melaza, diferentes pHs y otras variables como temperatura, inóculo, agitación, etc., para optimizar el proceso reducción del cromo en las aguas residuales al 100%
- ✓ Aumentar el número de repeticiones por tratamiento en función del tiempo para mejorar la exactitud y precisión de los resultados.

VII. REFERENCIAS

GRIJALBA D., MORALES T. Evaluación de la temperatura de calcinación y el tamaño de Partícula de valvas de concha de abanico sobre el porcentaje de remoción de cromo trivalente en soluciones acuosas Artificiales de Cr^{3+} mediante un proceso de precipitación. Trabajo de titulación para ingeniero de Materiales. Trujillo: Universidad Nacional de Trujillo, 2016, 19 p.

AGUILAR, María. Influencia de la concentración ácida y tiempo de adsorción en la reducción del cromo hexavalente en efluentes líquidos de curtiembre usando *Chondracanthus chamissoi*. Tesis [En línea]. Perú: Universidad Alas Peruanas, 2015. [Fecha de consulta: 28 de junio del 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uap.edu.pe/handle/uap/1393>

AGUIRRE, Natalia [et al]. Efecto del pH y de la actividad de agua sobre el desarrollo de *Nomuraea rileyi* (Hyphomycetes). Revista colombiana de entomología [En línea]. Colombia: 11 de septiembre del 2009. [Fecha de consulta: 03 de junio del 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rcen/v35n2/v35n2a05.pdf>

ALMAZAN, Oscar [et al]. Las mieles de la caña de azúcar. Propiedades, aprovechamiento y potencial. [En línea]. [Fecha de consulta: 03 de junio del 2019]. Disponible en: http://karin.fq.uh.cu/acc/2016/CIENCIAS_TECNICAS/032/New/Documentaci%C3%B3n/Parte%20II/Parte%20II.pdf

ALVARADO, Diana [et al]. Remoción de cromo (VI) en solución por la biomasa celular del hongo *paecilomyces* sp. [En línea]. UASLP [Fecha de consulta: 9 de julio del 2019]. Disponible en: https://smbb.mx/congresos%20smbb/morelia07/TRABAJOS/Area_IV/CARTELES/CIV-20.pdf

ARRIETA, Kent. Biosorción de metales pesados por hongos filamentosos, aislados de cuerpos de agua altoandinos contaminados con relaves mineros de la sierra central del Perú. Tesis [En línea]. Perú: Universidad nacional Mayor de San Marcos, 2019. [

Fecha de consulta: 03 de octubre del 2019]. Disponible en: file:///C:/Users/FELIX/Downloads/Arrieta_al.pdf

BENILA, John y ARASU, Pasumalai. Optimization of Chromium Biosorption by Fungal Adsorbent, *Trichoderma* sp. BSCR02 and its Desorption Studies. *HAYATI Journal of Biosciences.*, 2017. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2019] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S197830191630434X>

BORDA, Olga. Evaluación y reducción de los niveles de cromo en muestras de aguas residuales provenientes de curtiembres. Artículo de investigación científica y tecnológica [En línea]. Universidad la gran Colombia, febrero del 2015. [Fecha de consulta: 28 de junio del 2019]. Disponible en: <http://revistas.ustatunja.edu.co/index.php/lingenieux/article/view/1230>

CALDERÓN, Diana y MARTINEZ, Leidy. Potencial de bioadsorción de metales pesados por el hongo *mucor hiemalis*. Tesis [En línea]. Colombia: Universidad Pedagógica Nacional., 2014. [Fecha de consulta: 03 de junio del 2019]. Disponible en: <http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/1881/TE-17019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CAÑIZARES, Rosa. Biosorción de metales pesados mediante el uso de biomasa microbiana. Instituto Politécnico nacional. *Revista latinoamericana de microbiología* [En línea]. México., 2000. [Fecha de consulta: 03 de junio del 2019]. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/lamicro/mi-2000/mi003f.pdf>

CARDOSO, Lina [et al]. Tratamiento de efluentes del proceso de curtido al cromo. [En línea]. México: Instituto Mexicano de tecnología del agua. [Fecha de consulta: 17 de septiembre del 2019]. Disponible en: <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/aresidua/peru/mextar016.pdf>

CHANG, F. TIAN, C. y NI, J. Discrepant hexavalent chromium tolerance and detoxification by two strains of *Trichoderma asperellum* with high homology. *Chemical Engineering Journal.*, 2016. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2019] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/301249596_Discrepant_hexavalent_chromium_tolerance_and_detoxificationby_two_strains_of_Trichoderma_asperellum_with_high_homology

CORDOVA, Hansel. Minimización de emisiones de cromo en el proceso de curtido, por uso de complejantes y basificantes de cromo y tratamiento de efluentes. Tesis [En línea]. Perú: Universidad Nacional Agraria La Molina, 2014. [Fecha de consulta: 22 de agosto del 2019]. Disponible en: file:///C:/Users/FELIX/Downloads/Q60_C6%20-T.pdf

DEL CARPIO, Karla. Estudio de la bioadsorción de pb (II) y cd (II) usando como biomasa a *escherichia coli* aislada de las aguas contaminadas del río Huatanay de la ciudad del Cusco. Tesis [En línea]. Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, 2017. [Fecha de consulta: 18 de septiembre del 2019]. Disponible en: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/5361/CNDdecajic.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ESPARZA, E. y GAMBOA, D. Contaminación debida a la Industria Curtiembre. Revista de Química., 2001. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2019] Disponible en: <file:///C:/Users/FELIX/Downloads/4756-18240-1-PB.pdf>

ESPINOZA, Gloria y MERA, Geny. Alternativas ambientales para la remoción de cromo hexavalente en residuos líquidos de los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño. Universidad de Manizales. Tesis [En línea]. Colombia, 2015. [Fecha de consulta: 9 de julio del 2019]. Disponible en: http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/2250/1/Espinosa_Gloria_Mera_Genny_tesisdefinitiva.pdf

FAJARDO, Erika y SARMIENTO, Sandra. Evaluación de melaza de caña como sustrato para la producción de *saccharomyces cerevisiae*. Trabajo de grado [En línea]. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana de Bogotá., 2007. [Fecha de consulta: 22 de agosto del 2019]. Disponible en: <https://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis26.pdf>

GAMBOA, Nadia y ESPARZA, Eliana. Contaminación debido a la industria de curtiembres. Revista de química [En línea]. Pontificia Universidad Católica del Perú, junio del 2001. [Fecha de consulta: 22 de agosto del 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/FELIX/Downloads/4756-Texto%20del%20art%C3%ADculo-18240-1-10-20130305.pdf>

GUEVARA, Diana. Biorremoción de cromo en agua sintética por dos inóculos bacterianos nativos compuestos, a escala de laboratorio. Tesis [En línea]. Ecuador: Escuela Politécnica del Ejército, octubre del 2010. [Fecha de consulta: 22 de agosto del 2019]. Disponible en: <https://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/2611/1/T-ESPE-030039.pdf>

HAMAD, N. AL-TAEE, M. y AL-KIDSAWEY, E. Mycoremediation of total and hexavalent chromium from tannery wastewater using fungus *Trichoderma harizianum*. *Mesopotamia Environmental Journal.*, 2016. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2019] Disponible en: file:///C:/Users/FELIX/Downloads/mej_pub2016_5155629.pdf

LITTER, Marta. Remoción de contaminantes metálicos. Artículo científico [En línea]. Argentina: Universidad nacional general San Martín. [Fecha de consulta: 17 de septiembre del 2019]. Disponible en: https://www.psa.es/es/projects/solarsafewater/documents/libro/12_Capitulo_12.pdf

MAYTA, Susan y VELA, Susan. Tratamiento biológico del cromo (VI) con *pseudomonas putida* en un biorreactor airlift de tubos concéntricos. Tesis [En línea]. Universidad Nacional del centro del Perú, 2015. [Fecha de consulta: 17 de septiembre del 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3738/Mayta%20Mendoza-Vela%20Espinoza.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MENDOZA, José [et al]. Biosorción de Cromo, Arsénico y Plomo de soluciones acuosas por cultivos bacterianos en suspensión. *Revista Latinoamericana del Ambiente y las Ciencias* [En línea]. México: Universidad autónoma de Puebla, 2010. [Fecha de consulta: 03 de junio del 2019]. Disponible en: http://cmas.siu.buap.mx/portal_pprd/work/sites/rlac/resources/LocalContent/65/1/Mendoza-Hernandez.pdf

MIJAYLOVA, Petia [et al]. Tecnología para la remoción y recuperación del cromo trivalente en efluentes de curtido de pieles. Artículo científico [En línea]. Instituto Mexicano de Tecnología del agua, marzo del 2003. [Fecha de consulta: 17 de septiembre del 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/FELIX/Downloads/966-1221-1-PB.pdf>

MIRANDA, Kathleen. Efecto de diferentes concentraciones de *Pseudomonas sp* en la biorreducción de cromo VI en agua residual de curtiembre. Tesis [En línea]. Perú: Universidad Nacional del Santa, 2017. [Fecha de consulta: 17 de septiembre del 2019]. Disponible en: <http://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/UNS/3200/48895.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

MUÑOZ, Leonardo e INFANTE, María. Reducción de cromo hexavalente de las aguas de tenerías mediante un consorcio mixto. Proyecto de investigación [En línea]. México: Instituto Politécnico Nacional, diciembre del 2015. [Fecha de consulta: 28 de junio del 2019]. Disponible en:

NETZAHUATL, Rosa [et al]. Uso de un biorreactor airlift para la reducción de cromo hexavalente por trichoderma viride. Artículo científico [En línea]. Escuela Nacional de Ciencias biológicas de México. [Fecha de consulta: 17 de septiembre del 2019]. Disponible en: https://smbb.mx/congresos%20smbb/morelia07/TRABAJOS/Area_IV/Orales/OIV-28.pdf

NIELSEN, Suzanne. Carbohydrate analysis in Food Analysis. 4th ed. Springer, New York., 2010. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2019] Disponible en: <file:///C:/Users/FELIX/Downloads/CompositionalAnalysisoffoods-FoodAnalysis-S.S.Nielsen.pdf>

NÚÑEZ, Rafael. Técnicas in vitro para biorremediación de cromo y plomo. Informe de trabajo final de graduación [En línea]. Instituto Tecnológico de Costa Rica; Cartago, 2007. [Fecha de consulta: 9 de julio del 2019]. Disponible en: <https://core.ac.uk/download/pdf/60988659.pdf>

OSSA, Juliana, VANEGAS, María y BADILLO, Ángela. Evaluación de la melaza de caña como sustrato para el crecimiento de lactobacillus plantarum. Artículo científico [En línea]. Colombia: Universidad de los Andes, 8 de marzo del 2010. [Fecha de consulta: 03 de junio del 2019]. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v13n1/v13n1a11.pdf>

PEREIRA, Guillermo [et al]. Efecto del pH sobre el crecimiento in vitro de hongos ectomicorrícicos recolectados de plantaciones de Pinus radiata. Artículo científico [En

línea]. Chile: Universidad de Concepción, 2007. [Fecha de consulta: 03 de junio del 2019]. Disponible en: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/bosque/v28n3/art05.pdf>

PÉREZ, Lizandra [et al]. Biosorción microbiana de metales pesados: características del proceso. Revista Cubana de Ciencias Biológicas [En línea]. Cuba: Universidad de la Habana, 04 de mayo del 2018. [Fecha de consulta: 03 de agosto del 2019]. Disponible en: <file:///C:/Users/FELIX/Downloads/216-897-1-SM.pdf>

QUEZADA, Romina [et al]. Remediación natural para completar la depuración del cromo (VI) en efluentes de curtiembre. Artículo científico [En línea]. Argentina: Universidad Nacional de Córdoba. [Fecha de consulta: 9 de julio del 2019]. Disponible en: <https://es.slideshare.net/vildam/remediacion-natural-de-cromo>

RAMIREZ, alexander y BENITEZ Neyla. tolerancia y reducción de cromo (VI) por bacillus cereus b1, aislado de aguas residuales de una curtiembre. Revista de Ciencias [En línea]. Colombia: Universidad del Valle, 20 de diciembre del 2013. [Fecha de consulta: 9 de julio del 2019]. Disponible en: http://revistas.univalle.edu.co/index.php/revista_de_ciencias/article/view/486

RIVERA, Eduardo. Remoción de cromo (VI) por una cepa de Aspergillus niger resistente a cromato., 2015. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2019] Disponible en: https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642015000400003

RIVEROS, Hector [et al]. Reducción bacteriana de cromo hexavalente: mecanismos y aplicaciones. [En línea]. [Fecha de consulta: 22 de agosto del 2019]. Disponible en: <http://132.248.9.34/hevila/REBRevistadeeducacionbioquimica/2009/vol28/no3/2.pdf>

SEPEHR, M., ZARRABI, M., y 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. , 2012. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2019] Disponible en: http://kns.cnki.net/kcms/detail/detail.aspx?dbname=SJES1115_U&filename=SJES13011300103066&dbcode=WWJD&v=

SHODA, S. Production of bacterial cellulose by Acetobacter xylinum BPR2001 using molasses medium in a jar fermentor., 2005. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2019] Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/15338079>

SIERRA, Carlos. La acidez y alcalinidad de los suelos (pH). Boletín técnico: Instituto de investigaciones agropecuarias [En línea]., 1982. [Fecha de consulta: 23 de octubre del 2019]. Disponible en: <http://biblioteca.inia.cl/medios/biblioteca/boltec/NR10710.pdf>

SOLIS, Saul [et al]. Reducción de cromo hexavalente y degradación de rojo de metilo por bacterias aisladas de sedimentos del Lago de Chapala. Revista latinoamericana de recursos naturales [En línea]. México: Universidad Autónoma de la ciudad de Juárez, 2016. [Fecha de consulta: 9 de julio del 2019]. Disponible en: <https://www.itson.mx/publicaciones/rlrn/Documents/v12-n2-3-reducci%C3%B3n-de-cromo-hexavalente-y-degradaci%C3%B3n-de-rojo-de-metilo-por-bacterias-aisladas-de-sedimentos-del-Lago-de.pdf>

SUBERO, Luis. Los Hongos: Su Morfología, Reproducción y Fisiología. Revista científica [En línea]. [Fecha de consulta: 03 de junio del 2019]. Disponible en: http://www.infoagro.net/sites/default/files/migrated_documents/attachment/6_Los_hongos_morfologia_reproduccion.pdf

VALENCIA, Ana y ZAPATA, Carmen. Remoción del Calcio y Magnesio de la Melaza para el mejoramiento del proceso de fermentación. Tesis [En línea]. Perú: Universidad Nacional de Trujillo, 2014. [Fecha de consulta: 15 de octubre del 2019]. Disponible en: http://dspace.unitru.edu.pe/bitstream/handle/UNITRU/3581/ValenciaLescano_A%20-%20ZapataSandoval_C.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VANKAR, P., & BAJPAI, D. Phyto-remediation of chrome-VI of tannery effluent by Trichoderma species. Science Direct, Desalination., 2008. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2019] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001191640700776X>

VASQUEZ, Alfredo, MARTINEZ, Santiago y ESTRADA, Arturo. Influencia del pH en el crecimiento de quince cepas de hongos ectomicorrizógenos. Artículo científico [En línea]. Universidad nacional Autónoma de México, 2002. [Fecha de consulta: 03 de junio del 2019]. Disponible en: <http://www.ejournal.unam.mx/bot/073-01/BOT73101.pdf>

ZURITA, S. y URCIA, F. Atlas para el diagnóstico micológico. Lima (Perú): Gráfica Esbelia Quijano.,2017. [Fecha de consulta: 11 de mayo del 2019] Disponible en: file:///C:/Users/FELIX/Downloads/4456-4400-1-PB%20(1).pdf

VIII. ANEXOS:

Anexo 1:

1. Procedimiento

a) Tratamiento de la muestra de efluente

Figura 3: Análisis con el equipo de filtración al vacío de 1L de capacidad.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4: Medición del pH directo de la muestra.



Fuente: Elaboración propia.

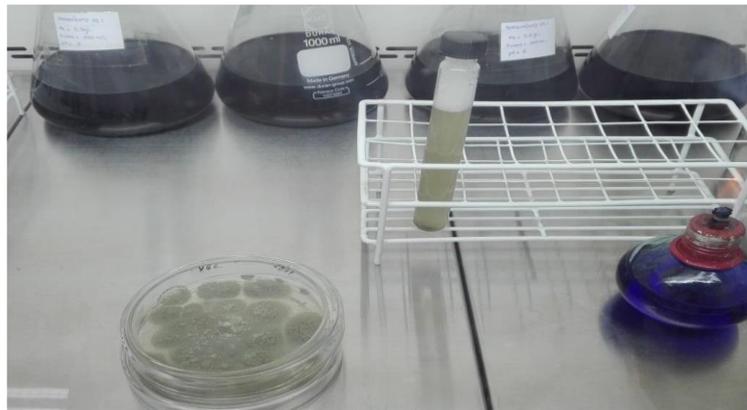
Figura 5: Muestras para el análisis microbiológico y del análisis para Cr.



Fuente: Elaboración propia.

b) Obtener la cepa de *Trichoderma sp.*

Figura 6: Cultivo de *Trichoderma sp.*



Fuente: Elaboración propia.

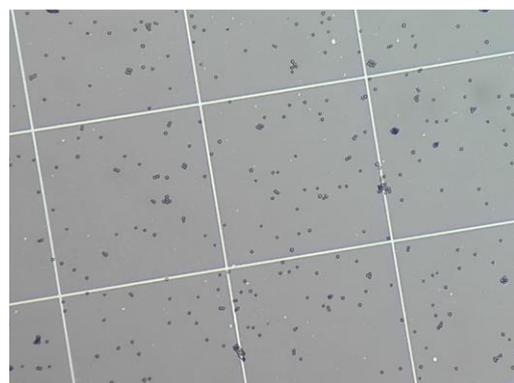
c) Observación del microcultivo en microscopio.

Figura 7:



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8:



Fuente: Elaboración propia.

d) Obtención de la Melaza.

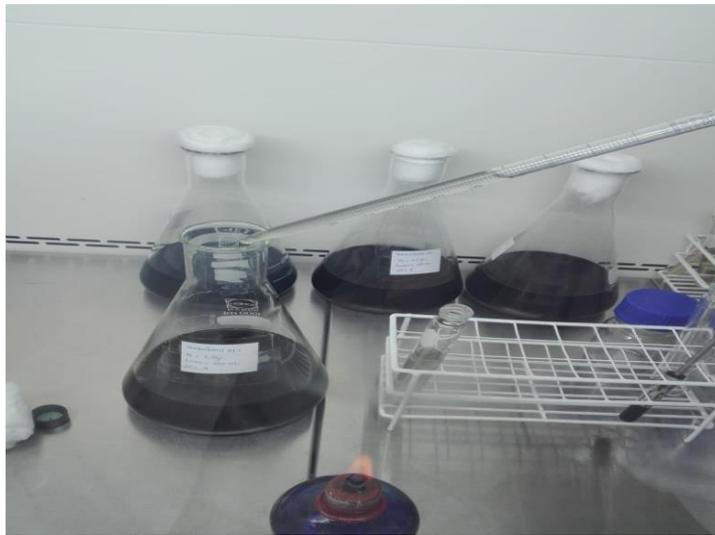
Figura 9: Melaza al 80% obtenida de la agroindustrial Laredo S.A.



Fuente: Elaboración propia.

e) Inoculación del *Trichoderma sp.* a la muestra de agua con cromo.

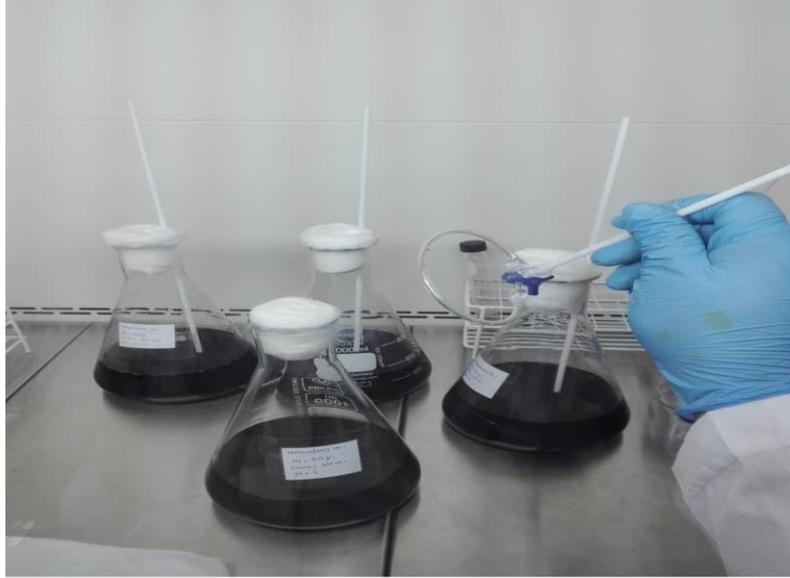
Figura 10: Inoculación de 5×10^5 esporas/mL



Fuente: Elaboración propia.

f) Incluirle el sistema de aireación a los biorreactores.

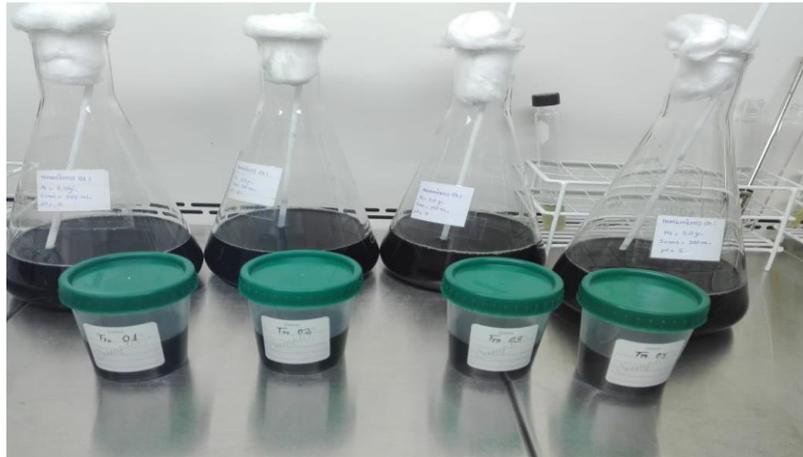
Figura 11: Sistema de aireación construida a base de paliglobos.



Fuente: Elaboración propia.

g) Muestras obtenidas para el análisis por volumetría a los 0 días.

Figura 12:



Fuente: Elaboración propia.

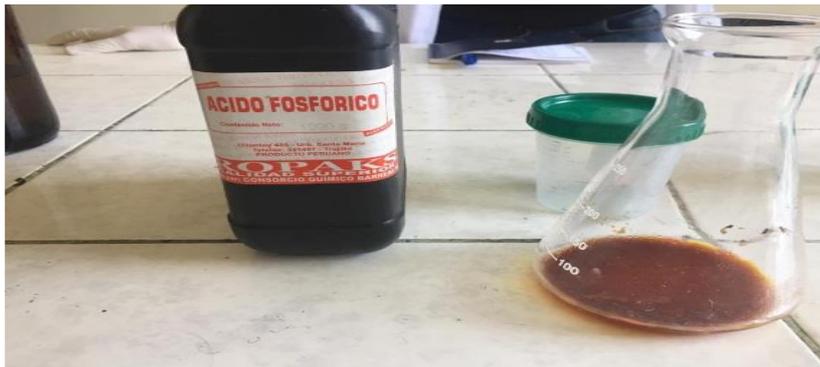
2. Procedimiento para análisis en laboratorio por el método Volumétrico

Figura 13: La muestra se pasó a digerar.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 14: Muestra ya digerada



Fuente: Elaboración propia.

Figura 15: Se le agrega 200 ml. de agua destilada.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 16: Se le agrega KI (yoduro de potasio).



Fuente: Elaboración propia.

Figura 17: Titulamos con $Na_2S_2O_3$ (tiosulfato 0.1 N)



Fuente: Elaboración propia.

Figura 18: Obtenemos una solución verde clara o transparente.



Fuente: Elaboración propia.

Anexo 2:

1. Cuadros estadísticos:

Tabla 12: Comparaciones múltiples de los 8 tratamientos.

Variable dependiente: Reducción De Cromo.						
HSD Tukey						
(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
1	2	-40,67	19,303	,450	-107,50	26,16
	3	-54,33	19,303	,159	-121,16	12,50
	4	-63,33	19,303	,070	-130,16	3,50
	5	54,33	19,303	,159	-12,50	121,16
	6	-27,67	19,303	,829	-94,50	39,16
	7	-31,33	19,303	,731	-98,16	35,50
	8	-61,33	19,303	,084	-128,16	5,50
	2	1	40,67	19,303	,450	-26,16
3		-13,67	19,303	,995	-80,50	53,16
4		-22,67	19,303	,928	-89,50	44,16
5		95,00*	19,303	,003	28,17	161,83
6		13,00	19,303	,997	-53,83	79,83
7		9,33	19,303	1,000	-57,50	76,16
8		-20,67	19,303	,954	-87,50	46,16
3		1	54,33	19,303	,159	-12,50
	2	13,67	19,303	,995	-53,16	80,50
	4	-9,00	19,303	1,000	-75,83	57,83
	5	108,67*	19,303	,001	41,84	175,50
	6	26,67	19,303	,853	-40,16	93,50
	7	23,00	19,303	,923	-43,83	89,83
	8	-7,00	19,303	1,000	-73,83	59,83
	4	1	63,33	19,303	,070	-3,50
2		22,67	19,303	,928	-44,16	89,50
3		9,00	19,303	1,000	-57,83	75,83
5		117,67*	19,303	,000	50,84	184,50
6		35,67	19,303	,600	-31,16	102,50
7		32,00	19,303	,712	-34,83	98,83
8		2,00	19,303	1,000	-64,83	68,83
5		1	-54,33	19,303	,159	-121,16
	2	-95,00*	19,303	,003	-161,83	-28,17
	3	-108,67*	19,303	,001	-175,50	-41,84
	4	-117,67*	19,303	,000	-184,50	-50,84
	6	-82,00*	19,303	,011	-148,83	-15,17
	7	-85,67*	19,303	,008	-152,50	-18,84
	8	-115,67*	19,303	,000	-182,50	-48,84
	6	1	27,67	19,303	,829	-39,16
2		-13,00	19,303	,997	-79,83	53,83
3		-26,67	19,303	,853	-93,50	40,16
4		-35,67	19,303	,600	-102,50	31,16
5		82,00*	19,303	,011	15,17	148,83
7		-3,67	19,303	1,000	-70,50	63,16
8		-33,67	19,303	,662	-100,50	33,16
7		1	31,33	19,303	,731	-35,50
	2	-9,33	19,303	1,000	-76,16	57,50
	3	-23,00	19,303	,923	-89,83	43,83
	4	-32,00	19,303	,712	-98,83	34,83
	5	85,67*	19,303	,008	18,84	152,50
	6	3,67	19,303	1,000	-63,16	70,50
	8	-30,00	19,303	,769	-96,83	36,83
	8	1	61,33	19,303	,084	-5,50
2		20,67	19,303	,954	46,16	87,50

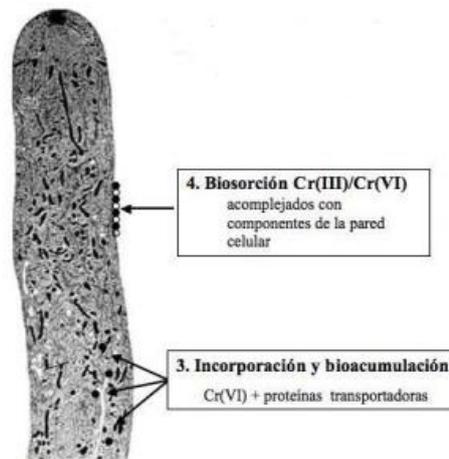
Fuente: IBM SPSS v25.

La Tabla 13 demuestra un p-valor (sig. asintótica bilateral) mayor a 0.05 para pruebas no paramétricas lo que demuestra que los datos son ideales en caso de no cumplir los supuestos paramétricos de normalidad, igualdad de varianzas e independencia para llevar a cabo la investigación entre tratamientos.

Anexo 3:

Figura 3: mecanismos de interacción de *Trichoderma sp.* ante el Cr.

MECANISMOS DE INTERACCIÓN CON CROMO EN CÉLULAS FÚNGICAS



Fuente: Gutiérrez, 2010 (p. 47-63)

- Biosorción Cr (III)/Cr (VI): Se ha descrito la captura de cromo en la superficie de hongos filamentosos y de levaduras, como resultado de su unión con componentes de la pared celular; en esta estructura existen principalmente polisacáridos, como glucanos, quitina y quitosana, los cuales pueden estar asociados con proteínas, y otros componentes menores como lípidos y melaninas (Gadd, 1993; Pillichshammer et al., 1995; Cervantes et al., 2001). Esta unión del cromo a la superficie de los hongos ocurre de un modo independiente de energía, de manera similar a lo descrito con otros metales y se le ha denominado biosorción (Volesky y Holan, 1995; Pillichshammer et al., 1995; Cervantes et al., 2001). El micelio de los hongos zigomicetos *Mucor mucedo* y *Rhizomucor miehei* tratado

químicamente muestra alta eficiencia para unir Cr; también, las biomásas de *Rhizomucor arrhizu*, *Candida tropicales*, *Penicillium chrysogenum* y *Aspergillus carbonarius* NRC401121 son excelentes biosorbentes (Cervantes et al., 2001).

- Incorporación y bioacumulación: En la levadura *Saccharomyces cerevisiae* se ha descrito que el Cr (VI) puede incorporarse a las células por un transportador aniónico no específico, un sistema de permeasas que transporta diferentes aniones como sulfatos y fosfatos (Borst-Pauwels, 1981); dicho sistema es codificado por los genes SUL1 y SUL2 (Cherest et al., 1997). Se ha descrito que en la levadura *S. cerevisiae* la expresión de dichos genes es modulada positivamente por el regulador transcripcional MSN1; la falta de esta proteína conduce a un nivel de expresión bajo en los genes de los transportadores SUL1 y SUL2, causa que se acumule menos cromo en las células y produce el fenotipo de tolerancia a Cr (VI) (Chang, 2003). La incorporación de sulfato es un punto importante de regulación del metabolismo del sulfato en otros hongos; dicha incorporación está sujeta a represión metabólica por azufre, la cual afecta la expresión de los genes codificantes de las permeasas de sulfato en *Neurospora crassa* (Marzluf, 1997; Tao y Marzluf, 1998).

Anexo 4:

Conteo de Conidias en el Hematocímetro o Cámara de Neubauer

Procedimiento:

1. Preparar una suspensión de conidias en agua destilada con Tween 80 al 0.1%.
2. Con una pipeta Pasteur llenar la cámara con la suspensión de conidias y cubrirla con el cubreobjeto.
3. Observar al microscopio utilizando el aumento conveniente de acuerdo al tamaño de la estructura (40x es un aumento adecuado).
4. Contar las conidias presentes en los cuadrados elegidos (generalmente se cuentan en los cuadrados de los cuatro ángulos y el centro, o en forma diagonal empezando por el primero de la parte superior izquierda. También se deben

contar las conidias que están ubicadas tocando la primera de las tres líneas que se encuentran circundando el cuadrado, las que se encuentran en la parte superior y la derecha del cuadrado. Se cuentan en total 10 cuadrados, cinco en cada cámara [cinco arriba y cinco abajo])

5. Determinar el número de conidias por ml y el número total de conidias utilizando la siguiente fórmula: $\text{Conidias / ml} = \# \text{ de conidias contadas} \times 25,000 \times \text{factor de dilución}$
 $\text{Conidias total} = \text{conidias / ml} \times \text{Vol. de la suspensión original de conidias.}$

Fuente: Manual de Laboratorio para el Manejo de Hongos Entomopatógenos. Ames, (2004)

Caracterización formológica:

Esta caracterización se basa en la evaluación de rendimiento en número de conidias y viabilidad de las mismas (porcentaje de germinación).

Número de conidias:

1. Sembrar 10 μl de una suspensión de conidias con una concentración de 106 conidias/ml en medio PDA y distribuirla uniformemente en la placa con la ayuda de una espátula de Drigalski.
2. Incubar a 20 °C durante 15 días.
3. Realizar diluciones seriadas con un factor de 0.1
4. Cargar la cámara de Neubauer y contar el número de conidias/ml.
5. Realizar por lo menos cuatro repeticiones por aislamiento.
6. Realizar los cálculos respectivos para obtener la información.

Viabilidad de conidias

1. Sembrar 5 alícuotas de 5 μl de una suspensión de conidias con una concentración de 106 conidias/ml en medio PDA.
2. Incubar a 20 °C durante 24 horas.

3. Agregar azul de lactofenol para detener la germinación y distribuirlo uniformemente.

Fuente: Manual de Laboratorio para el Manejo de Hongos Entomopatógenos. Ames, (2004).

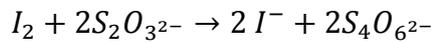
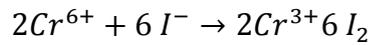
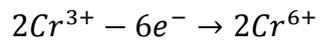
Anexo 5:

Determinación de la cantidad de cromo presente en la muestra por Volumetría

Procedimiento:

1. Filtrar la muestra y tomar 100 ml en un matraz de 500 ml.
2. Agregar 5 ml de H_2SO_4 cc (ácido sulfúrico)
3. Agregar 10 ml de $HClO_4$ cc (ácido perclórico)
4. Llevar a digestar hasta obtener un color naranja o amarillo.
5. Dejar enfriar la muestra.
6. Adicionar 200 ml de agua destilada.
7. Aforar con agua destilada al volumen inicial.
8. Adicionamos 15 ml de H_3PO_4 85% (ácido fosfórico).
9. Agregamos 20 ml de KI (yoduro de potasio)
10. Agregamos almidón al 1%.
11. Se obtiene una muestra oscura entre azul y negro.
12. Titulamos con $Na_2S_2O_3$ (tiosulfato 0.1 N)
13. Hasta obtener una solución verde clara o transparente.

Reacción:



Fuente: Efecto del tipo de carbón activado en la adsorción de cromo del agua residual de la etapa de curtido. Parravicini, (2016).

Anexo 6:

Reglamento de Valores Máximos Admisibles (VMA)- N°010-2019-VIVIENDA

PARÁMETRO	UNIDAD	SIMBOLOGÍA	VMA PARA DESCARGAS AL SISTEMA DE ALCANTARILLADO
Aluminio	mg/l	Al	10
Arsénico	mg/l	As	0.5
Boro	mg/l	B	4
Cadmio	mg/l	Cd	0.2
Cianuro	mg/l	CN-	1
Cobre	mg/l	Cu	3
Cromo hexavalente	mg/l	Cr ⁺⁶	0.5
Cromo total	mg/l	Cr	10
Manganeso	mg/l	Mn	4
Mercurio	mg/l	Hg	0.02
Níquel	mg/l	Ni	4
Plomo	mg/l	Pb	0.5
Sulfatos	mg/l	SO ₄ ⁻²	1000
Sulfuros	mg/l	S ⁻²	5
Zinc	mg/l	Zn	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/l	NH ⁺⁴	80
Potencial Hidrógeno	unidad	pH	6-9
Sólidos Sedimentables	ml/l/h	S.S.	8.5
Temperatura	°C	T	<35

Fuente: Diario el peruano.

Anexo 7:

Materiales y equipos:

- Melaza: (cantidad 0.5 % y 1% de concentración melaza)
- Espora de *Trichoderma sp.*: (inoculación constante de $5 \cdot 10^5$ de esporas/mL de *Trichoderma sp.*)
- Agua destilada
- Ácido sulfúrico
- Phmetro
- Centrifugadora
- Termómetro
- Tubos de ensayo
- Placas petri
- Refractómetro
- Agar
- Lapiceros
- Cuadernos de notas

Anexo 8:



INFORME DE ENSAYO SATISAC-19-11080

SOLICITANTE (S) : Juan Durand Paz y Fabricio Tello Galarreta.
DOMICILIO LEGAL : Escuela de Ing. Ambiental – UCV. Trujillo.
ÍTEM DE ENSAYO : Agua Residual
PRODUCTO : Agua de Curtiembre.
N° DE MUESTRAS : 01
Servicio solicitado : Ensayos microbiológicos.
Presentación/Cantidad : Producto en envase estéril / frascos de 500 mL.
Muestreo : Muestra tomada por los Solicitantes.
Fecha y hora de muestreo: 02 de Noviembre del 2019 a las 09:00hrs.
Fecha de ingreso de la muestra : 02 de Noviembre del 2019.
Fecha de inicio de ensayos : 02 de Noviembre del 2019.
Fecha de término de Ensayos : 07 de Noviembre del 2019.
Observaciones : La muestra tenia pH 4.1

RESULTADOS DE LA MUESTRA

ID DE MUESTRA	Agua de Curtiembre	
	Unidad	Resultado
Enumeración de Microorganismos a 30° C	UFC/mL	< 1
Enumeración de hongos a 25 °C	UFC/mL	< 1

El valor <1, es indicativo de Ausencia en cada parámetro reportado.

DETERMINACIONES	METODOS DE ENSAYO
Enumeración de Microorganismos a 30° C	Recuento en placa: metodo directo siembra e incubaciona a 30°C
Enumeración de hongos a 25° C	Recuento en placa: metodo directo siembra e incubaciona a 25°C

Trujillo, 08 de Noviembre del 2019.


Ing. Carlos G. Caldas Nique
Gerente General
SATISAC E.I.R.L.



Scanned with
CamScanner

Mz. C - Lote N°13. Urb. Covicorti – Trujillo – La Libertad
Teléfono: 044-226978

RPM: 981818530

RPC: 959404080

Descripción: Análisis microbiológico de la muestra obtenido de la Curtiembre.

Anexo 9:

Scanned with

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN										
EFECTO DEL pH Y LA CONCENTRACIÓN DE MELAZA COMO ESTIMULANTE DE <i>Trichoderma sp.</i> PARA LA REDUCCIÓN DE CROMO EN EFLUENTES DE LA ETAPA DE CURTIDO.										
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:	10 de Noviembre 2019 al 14 de Noviembre del 2019									
Cantidad de Cromo inicial:	3105 ppm									
pH	4 - 6									
Concentración de melaza	0.5 % (2.5g.) - 1% (5g.)									
Tiempo	8 - 12 (días)									
Número de réplicas	3									
Grupo de Prueba	Blanco	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Tratamiento 6	Tratamiento 7	Tratamiento 8	
pH	-	6	6	6	6	4	4	4	4	
Concentración de melaza	-	1%	1%	0.5%	0.5%	1%	1%	0.5%	0.5%	
Tiempo	-	12	8	12	8	12	8	12	8	
Concentración de Cromo	641	515	553	572	581	464	544	555	581	
Responsables de la Prueba	Durand Paz, Juan Humberto			FIRMA 	Tello Galarreta, Fabricio André Miguel			FIRMA 		
Verificado por:				Verificado por:			Verificado por:			

CBP : 8282

Microb. Cabanillas Chirinos, Luis

CBP. 5640

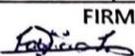
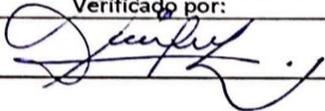
Bio. De la Cruz Noncaga, Magaly

MSc. Valderrama Ramos, Isidora

Descripción: Instrumento de Recolección de Datos de la primera replica.

Anexo 10:

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN									
EFECTO DEL pH Y LA CONCENTRACIÓN DE MELAZA COMO ESTIMULANTE DE <i>Trichoderma sp.</i> PARA LA REDUCCIÓN DE CROMO EN EFLUENTES DE LA ETAPA DE CURTIDO.									
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:	11 de Noviembre 2019 al 15 de Noviembre del 2019								
Cantidad de Cromo inicial:	3105 ppm								
pH	4 - 6								
Concentración de melaza	0.5% (2.5g.) - 1% (5g.)								
Tiempo	8 - 12 (días)								
Número de réplicas	3								
Grupo de Prueba	Blanco	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Tratamiento 6	Tratamiento 7	Tratamiento 8
pH	-	6	6	6	6	4	4	4	4
Concentración de melaza	-	1%	1%	0.5%	0.5%	1%	1%	0.5%	0.5%
Tiempo	-	12	8	12	8	12	8	12	8
Concentración de Cromo	691	563	607	618	628	514	599	589	621
Responsables de la Prueba	Durand Paz, Juan Humberto			FIRMA 	Tello Galarreta, Fabricio André Miguel			FIRMA 	
Verificado por:				Verificado por:			Verificado por:		
									

CBP : 8282

Microb. Luis Cabanillas Chirinos

CBP. 5640

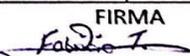
Bio. Magaly de la Cruz Navega

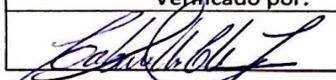
MSc. Valderrama Ramos, Isidoro

Descripción: Instrumento de Recolección de Datos de la segunda replica.

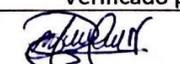
Anexo 11:

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

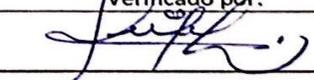
DESARROLLO DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN										
EFECTO DEL pH Y LA CONCENTRACIÓN DE MELAZA COMO ESTIMULANTE DE <i>Trichoderma sp.</i> PARA LA REDUCCIÓN DE CROMO EN EFLUENTES DE LA ETAPA DE CURTIDO.										
Línea de Investigación:										
Calidad y Gestión de los Recursos Naturales										
Datos 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:	12 de Noviembre del 2019 al 16 de Noviembre del 2019									
Cantidad de Cromo inicial:	3105 ppm									
pH	4 - 6									
Concentración de melaza	0.5% (2.5g) - 1% (5g)									
Tiempo	8 - 12 (días)									
Número de réplicas	3									
Grupo de Prueba	Blanco	Tratamiento 1	Tratamiento 2	Tratamiento 3	Tratamiento 4	Tratamiento 5	Tratamiento 6	Tratamiento 7	Tratamiento 8	
pH	-	6	6	6	6	4	4	4	4	
Concentración de melaza	-	1%	1%	0.5%	0.5%	1%	1%	0.5%	0.5%	
Tiempo	-	12	8	12	8	12	8	12	8	
Concentración de Cromo	664	542	582	593	601	479	562	570	602	
Responsables de la Prueba	Durand Paz, Juan Humberto			FIRMA 		Tello Galarreta, Fabricio André Miguel			FIRMA 	
Verificado por:				Verificado por:			Verificado por:			


CBP : 9282

Microb. Casanillas Chirinos, Luis


CBP. 5640

Bio. De la Cruz Nonéga, Magaly



MSc. Valderrama Ramos, Isidoro

Descripción: Instrumento de Recolección de Datos de la tercera replica.



INFORME DE ENSAYO SATISAC-19-11098

SOLICITANTE (S) : Juan Durand Paz y Fabricio Tello Galarreta.
 DOMICILIO LEGAL : Escuela de Ing. Ambiental – UCV. Trujillo.
 ÍTEM DE ENSAYO : Agua Residual
 PRODUCTO : Agua de Curtiembre Tratada con Hongos.
 N° DE MUESTRAS : 05
 Servicio solicitado : Ensayos fisico químicos.
 Presentación/Cantidad : Producto en envase de primer uso / frascos de 60 mL. c/u.
 Muestreo : Muestra tomada por los Solicitantes.
 Lugar de muestreo : Laboratorio de Prácticas – UCV. Trujillo. (Informado por el solicitante).
 Fecha y hora de muestreo: 10 de Noviembre del 2019 a las 10:00hrs.
 Fecha de ingreso de la muestra : 10 de Noviembre del 2019.
 Fecha de inicio de ensayos : 10 de Noviembre del 2019.
 Fecha de término de Ensayos : 11 de Noviembre del 2019.

RESULTADOS DE LAS MUESTRAS

ID DE MUESTRA		M-01 (B)	
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Cromo Total	Cr	mg/L	641

ID DE MUESTRA		M-02 (T1)	
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Cromo Total	Cr	mg/L	581

ID DE MUESTRA		M-03 (T2)	
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Cromo Total	Cr	mg/L	581

ID DE MUESTRA		M-04 (T3)	
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Cromo Total	Cr	mg/L	544

ID DE MUESTRA		M-05 (T4)	
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Cromo Total	Cr	mg/L	553

Nota: 1 mg/L es equivalente a 1 ppm

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Cromo Total	Determination Cromo Total. Metodo Volumetrico.

Trujillo, 11 de Noviembre del 2019.


 Ing. Carlos G. Caídas Rique
 Gerente General
 SATISAC E.I.R.L.



Descripción: Los distintos tratamientos al octavo día.

Anexo 13:



INFORME DE ENSAYO SATISAC-19-11131

SOLICITANTE (S) : Juan Durand Paz y Fabricio Tello Galarreta.
DOMICILIO LEGAL : Escuela de Ing. Ambiental – UCV. Trujillo.
ÍTEM DE ENSAYO : Agua Residual
PRODUCTO : Agua de Curtiembre Tratada con Hongos.
N° DE MUESTRAS : 05
Servicio solicitado : Ensayos fisico químicos.
Presentación/Cantidad : Producto en envase de primer uso / frascos de 60 mL. c/u.
Muestreo : Muestra tomada por los Solicitantes.
Lugar de muestreo : Laboratorio de Prácticas – UCV. Trujillo. (Informado por el solicitante).
Fecha y hora de muestreo: 14 de Noviembre del 2019 a las 09:30hrs.
Fecha de ingreso de la muestra : 14 de Noviembre del 2019.
Fecha de inicio de ensayos : 14 de Noviembre del 2019.
Fecha de término de Ensayos : 14 de Noviembre del 2019.

RESULTADOS DE LAS MUESTRAS

ID DE MUESTRA		M-01 (B)	
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Cromo Total	Cr	mg/L	641

ID DE MUESTRA		M-02 (T1)	
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Cromo Total	Cr	mg/L	555

ID DE MUESTRA		M-03 (T2)	
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Cromo Total	Cr	mg/L	572

ID DE MUESTRA		M-04 (T3)	
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Cromo Total	Cr	mg/L	464

ID DE MUESTRA		M-05 (T4)	
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Cromo Total	Cr	mg/L	515

Nota: 1 mg/L es equivalente a 1 ppm

DETERMINACIONES.	METODOS DE ENSAYO
Cromo Total	Determination Cromo Total. Metodo Volumetrico.

Trujillo, 15 de Noviembre del 2019.


Ing. Carlos G. Córdas Nique
Gerente General
SATISAC E.I.R.L.



Scanned with

CamScanner Mz. C - Lote N°13. Urb. Covicorti – Trujillo – La Libertad

Tel: 044 226078

DDM. 001010520

DDC. 05040400

Descripción: Los distintos tratamientos al doceavo día.

Anexo 14:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

LASACI



INFORME DE ANÁLISIS

SOLICITANTE:	Fabricio Andre Miguel Tello Galarreta
PROYECTO:	“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”
PROCEDENCIA:	Curtiembre Ecológica del Norte EIRL
FECHA DE INGRESO:	11 DE NOVIEMBRE DEL 2019
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

Días	CONCENTRACIÓN DE CROMO
Tratamientos	RESULTADOS (ppm)
T0	691
T1	621
T2	628
T3	597
T4	607

MÉTODO: VOLUMETRÍA

TRUJILLO, 11 DE NOVIEMBRE DEL 2019



Ing. Carlos A. Takui Mendoza
DIRECCIÓN LASACI

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

Descripción: Los distintos tratamientos al octavo día.

Anexo 15:



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO

LABORATORIO DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD E INVESTIGACION

LASACI



INFORME DE ANÁLISIS

SOLICITANTE:	Fabricio Andre Miguel Tello Galarreta
PROYECTO:	“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”
PROCEDENCIA:	Curtiembre Ecológica del Norte EIRL
FECHA DE INGRESO:	15 DE NOVIEMBRE DEL 2019
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

Días	CONCENTRACIÓN DE CROMO
Tratamientos	RESULTADOS (ppm)
T0	691
T1	589
T2	618
T3	514
T4	563

MÉTODO: VOLUMETRÍA

TRUJILLO, 15 DE NOVIEMBRE DEL 2019



Ing. Carlos A. Valqui Mendoza
DIRECTOR LASACI

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITE - CARBON - CAL

FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA

☎ 949959632 / 933623974



Scanned with CamScanner

Descripción: Los distintos tratamientos al doceavo día.



INFORME DE ENSAYO SATISAC-19-11127

SOLICITANTE (S) : Juan Durand Paz y Fabricio Tello Galarreta.
 DOMICILIO LEGAL : Escuela de Ing. Ambiental – UCV. Trujillo.
 ÍTEM DE ENSAYO : Agua Residual
 PRODUCTO : Agua de Curtiembre Tratada con Hongos.
 N° DE MUESTRAS : 05
 Servicio solicitado : Ensayos fisico químicos.
 Presentación/Cantidad : Producto en envase de primer uso / frascos de 60 mL. c/u.
 Muestreo : Muestra tomada por los Solicitantes.
 Lugar de muestreo : Laboratorio de Prácticas – UCV. Trujillo. (Informado por el solicitante).
 Fecha y hora de muestreo: 12 de Noviembre del 2019 a las 09:20hrs.
 Fecha de ingreso de la muestra : 12 de Noviembre del 2019.
 Fecha de inicio de ensayos : 12 de Noviembre del 2019.
 Fecha de término de Ensayos : 12 de Noviembre del 2019.

RESULTADOS DE LAS MUESTRAS

ID DE MUESTRA		M-01 (B)	
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Cromo Total	Cr	mg/L	664

ID DE MUESTRA		M-02 (T1)	
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Cromo Total	Cr	mg/L	602

ID DE MUESTRA		M-03 (T2)	
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Cromo Total	Cr	mg/L	601

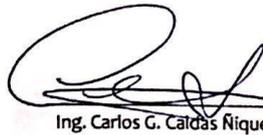
ID DE MUESTRA		M-04 (T3)	
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Cromo Total	Cr	mg/L	562

ID DE MUESTRA		M-05 (T4)	
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Cromo Total	Cr	mg/L	582

Nota: 1 mg/L es equivalente a 1 ppm

DETERMINACIONES	MÉTODOS DE ENSAYO
Cromo Total	Determination Cromo Total. Metodo Volumetrico.

Trujillo, 13 de Noviembre del 2019.


 Ing. Carlos G. Caldas Nique
 Gerente General
 SATISAC E.I.R.L.



Scanned with
 CamScanner

Mz. C - Lote N°13. Urb. Covicorti – Trujillo – La Libertad
 Teléfono: 044-226978 RPM: 981818530 RPC: 959404080

Descripción: Los distintos tratamientos al octavo día.



INFORME DE ENSAYO SATISAC-19-11140

SOLICITANTE (S) : Juan Durand Paz y Fabricio Tello Galarreta.
 DOMICILIO LEGAL : Escuela de Ing. Ambiental – UCV. Trujillo.
 ÍTEM DE ENSAYO : Agua Residual
 PRODUCTO : Agua de Curtiembre Tratada con Hongos.
 N° DE MUESTRAS : 05
 Servicio solicitado : Ensayos fisico químicos.
 Presentación/Cantidad : Producto en envase de primer uso / frascos de 60 mL. c/u.
 Muestreo : Muestra tomada por los Solicitantes.
 Lugar de muestreo : Laboratorio de Prácticas – UCV. Trujillo. (Informado por el solicitante).

Fecha y hora de muestreo: 16 de Noviembre del 2019 a las 09:00hrs.
 Fecha de ingreso de la muestra : 16 de Noviembre del 2019.
 Fecha de inicio de ensayos : 16 de Noviembre del 2019.
 Fecha de término de Ensayos : 16 de Noviembre del 2019.

RESULTADOS DE LAS MUESTRAS

ID DE MUESTRA		M-01 (B)	
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Cromo Total	Cr	mg/L	664

ID DE MUESTRA		M-02 (T1)	
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Cromo Total	Cr	mg/L	570

ID DE MUESTRA		M-03 (T2)	
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Cromo Total	Cr	mg/L	593

ID DE MUESTRA		M-04 (T3)	
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Cromo Total	Cr	mg/L	479

ID DE MUESTRA		M-05 (T4)	
Parámetro	Símbolo	Unidad	Resultado
Cromo Total	Cr	mg/L	542

Nota: 1 mg/L es equivalente a 1 ppm

DETERMINACIONES	METODOS DE ENSAYO
Cromo Total	Determination Cromo Total. Metodo Volumetrico.

Trujillo, 18 de Noviembre del 2019.

Ing. Carlos G. Caldas Nique
 Gerente General
 SATISAC E.I.R.L.



Scanned with
 CamScanner

Mz. C - Lote N°13. Urb. Covicorti – Trujillo – La Libertad
 Teléfono: 044-226978 RPM: 981818530 RPC: 959404080

Descripción: Los distintos tratamientos al doceavo día.