

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
BENEDICTO XVI
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
PROGRAMA DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA
AMBIENTAL



REDUCCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CROMO VI DE UNA
CURTIEMBRE EN TRUJILLO MEDIANTE FILTROS EN BASE A
RAQUIS DE MAIZ

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AMBIENTAL

AUTOR

Br. Coronel Sobrados Jehenerson Kevin

<https://orcid.org/0009-0006-1901-8093>

ASESOR

Mg. Gonzales Valdivia Janeth Edith

<https://orcid.org/0000-0002-4207-1320>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Prevención y reducción de impacto ambientales

TRUJILLO – PERÚ

2024

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señor Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura:

Mg. Ing. Breitner Guillermo Díaz Rodríguez

Yo, Mg. Gonzales Valdivia Janet Edith con DNI N° 18132163, como asesor(a) del trabajo de investigación titulado investigación **“REDUCCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CROMO VI DE UNA CURTIEMBRE EN TRUJILLO MEDIANTE FILTROS EN BASE A RAQUIS DE MAÍZ”**, desarrollado por el egresado Coronel Sobrados Jehenerson Kevin con DNI N°70931173 del Programa de estudios de Ingeniería Ambiental; considero que dicho trabajo reúne las condiciones tanto técnicas como científicos, las cuales están alineadas a las normas establecidas en el Reglamento de Titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en la normativa para la presentación de trabajos de graduación de la Facultad Ingeniería y Arquitectura. Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por los jurados designados por la mencionada facultad.



Mg. Gonzales Valdivia Janet Edith

DNI: 18132163

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

EXCMO.MONS. HÉCTOR MIGUEL CABREJOS VIDARTE, OFM

Arzobispo Metropolitano de Trujillo
Fundador y Gran Canciller
Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

DRA. MARIANA GERALDINE SILVA BALAREZO

Rectora de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

DRA. ROMY DÍAZ FERNÁNDEZ

Vicerrectora Académica

DRA. ENA CECILIA OBANDO PERALTA

Vicerrectora de Investigación

MG. ING. BREITNER GUILLERMO DÍAZ RODRÍGUEZ

Decano de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura

DRA. TERESA SOFÍA REÁTEGUI MARÍN

Secretaria General

DEDICATORIA

A Dios.

*Por concederme la oportunidad de realizar unos de mis metas,
Fortaleciéndome para poder afrontar mis obstáculos
y llenarme de bendiciones, con paz y amor.*

A mis padres.

*Por inculcarme su sabiduría para poder cumplir mis objetivos académicos.
Por brindarme su apoyo incondicional y animarme a ser una mejor persona cada
día.*

A mis hermanos

*Que son el motor de mi inspiración para seguir superándome cada nuevo día.
En especial a mi hermana Jhaadith que me acompaña en este tramo, y por
brindarme su apoyo para concluir esta meta.*

A mi pareja e hijo

*Gracias por darme la fuerza y coraje para poder superarme cada día más y por ser
mi compañera que me brinda su apoyo y amor incondicional para poder cumplir esta
meta.*

Jehenerson Kevin coronel Sobrados

Autor

AGRADECIMIENTO

A Dios y la Virgen por haberme guiado en este proceso de mi carrera.

A mi familiares y amistades eternamente agradecido por brindarme su apoyo en cada momento y así lograr terminar este periodo de la carrera.

Mi agradecimiento nuestros profesores, por brindarnos sus sabiduría y conocimiento, particularmente a mi asesora MSc. Ing. Janet Edith Gonzales Valdivia por brindarme su apoyo y comprensión cada que lo necesite.

A la universidad por permitir usar sus instalaciones y materiales para el desarrollo y culminación de mi tesis.

Autor

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo, Coronel Sobrados Jehenerson Kevin con DNI 70931173, egresado del Programa de Estudios de Pregrado de Ingeniería Ambiental de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, doy fe que he seguido rigurosamente los procedimientos académicos y administrativos emanados por la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, para la elaboración y sustentación del informe de tesis titulado: **“REDUCCIÓN DE LA CONCENTRACIÓN DE CROMO VI DE UNA CURTIEMBRE EN TRUJILLO MEDIANTE FILTROS EN BASE A RAQUIS DE MAIZ”**, el cual consta de un total de 60 páginas, en las que se incluye 10 tablas y 8 figuras, más un total de 22 páginas en anexos.

Dejo constancia de la originalidad y autenticidad de la mencionada investigación y declaro bajo juramento en razón a los requerimientos éticos, que el contenido de dicho documento corresponde a mi autoría respecto a redacción, organización, metodología y diagramación. Asimismo, garantizo que los fundamentos teóricos están respaldados por el referencial bibliográfico, asumiendo un mínimo porcentaje de omisión involuntaria respecto al tratamiento de cita de autores, lo cual es de mi entera responsabilidad.



Coronel Sobrados Jehenerson Kevin
DNI N.º 70931173

ÍNDICE

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD	ii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD	vi
RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN	11
II. METODOLOGÍA	20
2.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación	20
2.2. Participantes de la investigación.....	21
2.3. Escenario de estudio	23
2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos	24
2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos	24
2.6. Aspectos éticos en investigación	25
III. RESULTADOS.....	26
IV.DISCUSIÓN	36
V. CONCLUSIONES	38
VI.RECOMENDACIONES.....	39
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40
ANEXOS	44
Anexo 1: Matriz de Consistencia	44
Anexo 2: Operacionalización de variables.....	45
Anexo 3: Resultados de los análisis del laboratorio	46
Anexo 4: Fotos.....	56

ÍNDICE DE TABLA

Tabla 1 Valores Máximo Permisible para Curtiembre	19
Tabla 2 Identificación de las variables	21
Tabla 3 Resultados de la caracterización de efluente de una curtiembre	26
Tabla 4 Concentraciones finales de cromo vi.....	27
Tabla 5 Análisis de varianza de un factor.....	28
Tabla 6 Análisis de varianza	28
Tabla 7 Pesos finales de la biomasa en partícula de 0.3 mm	30
Tabla 8 Pesos finales de la biomasa en partícula de 1 mm	31
Tabla 9 Capacidad de biosorción de Cromo VI.....	32
Tabla 10 Remoción de Cromo VI en sus diferentes granulometrías.....	34

RESUMEN

En la investigación se aborda la problemática que ocasiona el gran uso del Cromo VI. en las diferentes industrias en especial en la curtiembre, por consiguiente se busca reducir las concentraciones de Cromo VI de efluentes de una curtiembre mediante filtros en base de raquis de maíz, para lo cual se realizó el estudio en la identificación de los parámetros físico, químico y biológico presente en las aguas residuales de una curtiembre por lo tanto se buscó determinar la granulometría óptima del biosorbente de raquis de maíz que para esta investigación fue de 1.00 mm y 0.3 mm en un tiempo de 12 y 36 horas y así se determinó la eficacia de la reducción de Cromo VI. Los resultados obtenidos basándose en los tamaños de partícula que se emplearon fueron óptimos en cuanto al porcentaje de remoción, alcanzando un 57.55%, y un 8.54mg/g de capacidad de biosorción en el periodo de 36 horas con la partícula de dimensión 0.3 mm. consiguiendo valores que están por debajo de los límites máximo permisible (LMP). Por lo cual se concluye que el raquis de maíz tiene un alto valor de remoción en cuanto al Cromo VI y que al ser de bajo valor económico permite su fácil adquisición.

Palabras claves: *Raquis de maíz, granulometría, filtro.*

ABSTRACT

The research addresses the problems caused by the high use of Chromium VI. in different industries, especially in the tannery, therefore it seeks to reduce the concentrations of Chromium VI in the effluents of a tannery through filters based on corn rachis, for which the study was conducted in the identification of the physical, chemical and biological parameters present in the wastewater of a tannery, therefore it was sought to determine the optimal granulometry of the corn rachis biosorbent, which for this research was of 1.00 mm and 0.3 mm in a time of 12 and 36 hours and thus the effectiveness of the reduction of Chromium VI was determined. The results obtained based on the particle sizes used were optimal in terms of the percentage of removal, reaching 57.55% and 8.54 mg/g of biosorption capacity in the period of 36 hours with the 0.3 mm particle size, achieving values that are below the maximum permissible limits (MPL). Therefore, it is concluded that corn stover has a high removal value in terms of Chromium VI and that being of low economic value, it is easy to acquire.

Keywords: *Corn rachis, granulometry, filte*

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo tecnológico en las últimas décadas con respecto a las industrias ha generado un cambio muy particular con relación a la naturaleza, se puede visualizar en los cambios de los ciclos naturales y sus composiciones (físicos químicos y biológicos) que van dificultando la capacidad de auto limpieza y regeneración por parte de los receptores contaminados, de esta manera es como contribuyen al aumento sustancial de la contaminación local y global. (Venkatesan y Subramami, 2019)

La consecuencia de la globalización por el boom de los avances tecnológicos está afectando a muchos ecosistemas en el mundo, principalmente el recurso hídrico que esta dispersado en una concentración de 97% en los océanos, permitiendo el desarrollo de los diferentes ecosistemas y una pequeña parte de agua continentales se localiza en casquetes polares, glaciares y lagunas. Éste es el recurso más básico e indispensable para la supervivencia y desarrollo del ser humano (UNESCO, 2020).

Su importancia es vital, debido a que es la fuente de ingreso y prosperidad con la que se puede realizar diversas actividades económicas que pueden ser: la acuicultura, la producción de energía eléctricas, la industria, la ganadería, la agricultura entre otras (CEPAL, 2020).

Los vertimientos de las industrias son factores que pueden alterar el equilibrio del agua, produciendo cambios en sus características fisicoquímicas y biológicas. Las industrias que más contaminantes viertes son: curtiembre, mineras, petroquímicas, textiles, agroindustriales y agricultura. Respecto al procedimiento de una curtiembre se hacen uso de químicos (cromo, cromo vi, clorato, fenoles, etc.) que al ser vertido originan situaciones de riesgo por su elevado nivel de toxicidad, se calcula un aproximado de una tonelada métrica de piel cruda se puede descargar hasta 80 m³ de efluentes que contienen un alto índice de grasa, piel, cal, pH alcalinos (Nadia Becker, 2018.)

En el Perú, para las industrias como: alimentaria, textil, química, curtido y lavandería industrial, La Autoridad Nacional del agua (ANA) son los que establecen los valores Máximos Admisibles (VMA) y Límites Máximo-Permisibles (LMP) tanto para el alcantarillado como para la descarga de un cuerpo hídrico (Ministerio Nacional del Ambiente [MINAN], 2017)

Una de las formas de atenuar los contaminantes de las curtiembres es el uso de filtros que permite disminuir la alteración del cuerpo hídrico. Cabe mencionar que los primeros

conocimientos sobre filtros se remontan a los años dos mil a.c donde tenían la noción de cómo depurar el agua. A principio del siglo XIX se descubre la conexión entre enfermedades y aguas contaminadas. Es el alemán Roberto Koch quien, a partir de la comprobación teórica de los microorganismos en las enfermedades, la cual sirvió para asentar o establecer los procedimientos sobre el manejo adecuado de saneamiento del agua para uso doméstico, incluyendo el uso de cloro y filtro de arena, permitiendo que el uso del filtro sea importante tanto así que en la actualidad su uso es vital y hasta común.

El uso del filtro consiste en aclarar el líquido que contiene materia sólida en suspensión, mediante los procesos de coagulación, floculación y decantación, facilitando a suprimir bacterias, quitar la turbidez, color y algunas dificultades con respecto a los olores y sabores. Los filtros más comunes que se puede encontrar son: filtro de arena, filtros mixtos, filtro multifunción y filtro de carbón granulado activado.

Como problema general realizamos la siguiente interrogante:

- ¿Es posible reducir la concentración de Cromo VI de efluentes de una curtiembre en Trujillo mediante filtros en base a raquis de maíz?

Como problemas específicos realizamos las siguientes interrogantes:

1. ¿Cuál son los parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en los efluentes de una curtiembre de Trujillo?
2. ¿Cuál es el tamaño óptimo de partículas de raquis de maíz (0,3mm y 1mm) que reduzcan la concentración de Cromo VI en dos tiempos de contacto (12 horas y 36 horas) dentro una curtiembre de Trujillo?

Por lo cual el trabajo de investigación se enfocó en la problemática actual que presenta la provincia de Trujillo, debido a la mayor concentración de industrias de curtido en el distrito de la Esperanza (Parque Industrial) ya que gran parte de estas industrias no cumplen con las condiciones establecida basada en los Límites Máximo Permitidos – Estándar De Calidad Ambiental (LMP- ECA) para el vertimiento de sus aguas a los alcantarillados, cuales contienen altos niveles de cromo, Cr(VI), grasas, sulfuro, pH, turbidez y otro contaminantes que son nocivos para los cuerpos hídricos a la hora de ser vertidos, provocando el deterioro de los diferentes ecosistema que se pueden albergar, dificultando el proceso del tratamiento de las aguas residuales . Por esta razón el proyecto postula disminuir Cromo VI de las aguas residuales haciendo uso del raquis de maíz, permitiendo aprovechar este residuo orgánico factible que contiene un alto grado de retención y a su vez formar parte de la economía circular

Como objetivo general se buscó lo siguiente:

- Reducir la concentración de Cromo VI de efluentes de una curtiembre de Trujillo mediante filtros en base a raquis de maíz.

Y como objetivos específicos:

1. Identificar los parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en los efluentes de una curtiembre de Trujillo
2. Determinar el tamaño óptimo de partículas de raquis de maíz (0,03mm y 1mm), que reduzca la concentración de Cromo VI en dos tiempos de contacto (12 horas y 36 horas), dentro de los efluentes de una curtiembre de Trujillo.

Como hipótesis general se planteó lo siguiente:

- La concentración de Cromo VI de una curtiembre en Trujillo mediante filtros en base a raquis de maíz.

Y como hipótesis específicas:

1. H0: No es posible reducir la concentración de Cromo VI de los efluentes de una curtiembre en Trujillo mediante filtros en base a raquis de maíz.
2. H1: Si es posible reducir la concentración de Cromo VI de los efluentes una curtiembre en Trujillo mediante filtros en base a raquis de maíz.

En cuanto a los antecedentes del proyecto, encontramos los siguientes:

Gallego y García, (2017) en su artículo de título “Remoción de nitrógeno amoniacal total en un biofiltro: percolador – columna de arena” dispuso como objetivo calcular la capacidad de eliminación de nitrógeno mediante de la tasa volumétrica de conversión de nitrógeno amoniacal (TVC_{NAT}) mediante un filtro UFiPA, realizándose mediante el sistema de recirculación acuícola (SRA), el método que se usó en la biofiltración fue mediante la composición de un sistema de filtración a base de arena conformado por 418 organismo, con un peso de 287 g y una longitud de 19 cm en un tiempo de 62 días, dando como resultado lo siguientes datos; Las TVC_{NAT} alcanzada por el biofiltro fue de 147.12 g de NAT/m³.d. de manera que al examinar a través de la filtración se obtuvo 34.99g de NAT/m³.d. y la columna de arena un 119.65 NAT/m³.d. por medio de la unión del percolador – columna de arena se logra alcanzar una capacidad de 70% en la eliminación de NAT con valores bajos en TVC_{NAT} .

Por su parte Meneses et al. (2018) en su artículo denominado “Remoción de cromo en aguas residuales industriales mediante el uso de biomasa de SPIRUINA SP, sedimentación primaria y precipitación química” se enfoca en comprobar cuál de los

siguientes métodos, químicos, físico y químicos es el mejor con el fin de reducir el cromo de las agua residuales, por lo que se desarrollaron ochos reactores a escala de laboratorio con agua residuales industriales, al principio se calculó la reducción de cromo por medio de precipitación obteniendo un 16% de remoción luego se realizó mediante el método químico a base de óxido de calcio y sulfato de aluminio para luego calcular la capacidad de biosorción de la microalgas *Spirulina* sp durante un periodo de 24 y 96 horas. Dando como resultado que el método químico logra una biosorción de 0.1mg/L de cromo con un 99% de remoción, pero con un aumento de más de 30% de lodo no favoreciendo la separación del metal en cambio mediante la aplicación de biomasa se logra obtener un 96.5% de remoción en 24 horas con una capacidad de biosorción de 1.02 mg/L y generando menos de 10% de lodos, concluyendo que el mejor método es mediante la aplicación del tratamiento físico – biológico.

Por otra parte Palomino et al. (2018) en su estudio titulado “Identificación de los sitios de unión del plomo en la superficie del adsorbente de residuos de pelos de la industria curtiembre” tuvo como finalidad determinar los grupos funcionales responsable en la adsorción de plomo (II), en el proceso de pelambre enzimático que dejan como residuos los pelos tratados, para este objetivo se ejecutó la elaboración del material observante que consistió en disminuir el nivel de pH de 12 a neutro, aplicándose el tratamiento de hidrolisis acida, lo cuales se tomaron como muestras los residuos (lo pelos) fueron lavados, secados y molidos, aplicándose una agitación de solución de Pb(II), a fin de poder realizar el estudios de isoterma de sorción y el estudio cinético mediante los análisis de caracterización físicos-química (FTIR, DRX y SEM), realizándose en las muestras que fueron los resto de pelaje tratados mediante el método de adsorción de Pb(II), en comparación con los resto de pelajes con y sin procedimiento, obteniéndose como resultado que los responsable del proceso de adsorción de Pb(II) son los que se localizan en la superficie del bioadsorbente tales como carboxilo, amino y los que abarcan los grupos de azufre (S=O).

A su vez Yuning Chen et al. (2018) en su artículo titulado “Pajas de Trigo y Pajas de Maíz como Adsorbentes para la Eliminación de Cr (VI) y Cr (III) de Soluciones Acuosas: Cinética, Isoterma y Mecanismo.” se enfocó en las propiedades adsorptivas de la paja de trigo (WS) y maíz (CS), teniendo en cuenta el tiempo, pH, T° y concentraciones iniciales de metales; en el que se obtuvieron como resultado que la adsorción saturada de WS respecto al Cr (IV) y Cr (III) pudiese llegar a 125,6 y 68,9 mg y la de CS con respecto al Cr (IV) y Cr (III) puede llegar a 87.4 y 62,3 mg. También demostrándose que la temperatura no tuvo

influencia significativa. Finalmente se demostró que el uso de paja de maíz y trigo tiene efectos significativos respecto a la remoción de Cr.

Por otro lado Beraldi et al.(2018) en su investigación titulada “Modelamiento de la cinética de adsorción de Cr (VI) empleando carbón activado como adsorbente” dispuso como objetivo analizar el mecanismo del modelamiento de la cinética de adsorción del cromo hexavalente a través del carbón activado(CA) elaborado a bases de cascara de maní por medio de la reacción química, se utilizó ácido ortofosfórico (H_3PO_4) como agente activante obteniendo una masa ácido precursor de 2 a 1 con un pretratamiento térmico de $110\text{ }^\circ\text{C}$ en un periodo de 2 horas, para después pasar a un proceso de carbonización, mediante el análisis de cinética de adsorción del contaminante, se procedió a realizar mediante el método de Batch de agitación continua a una temperatura atmosférica, con una proporción de 0.1 g de CA realizado en una solución de $K_2Cr_2O_7$ de 100 ml en la cual la concentración inicial es 50 ppm de Cr (VI), posteriormente se añadió una muestra de 1 ml en distintas etapas con el fin de evaluar la capacidad de adsorción mediante en proceso de espectrofotometría además se aplicó los modelo de pseudo primer orden(A), segundo orden(B) y la ecuación de Elovich(E), dando como resultado que el modelo A y E reflejan la cinética de adsorción con precisión, el primero formula las restricciones de la velocidad de adsorción en una adsorción química y el segundo menciona que los sitios de activos de adsorción son heterogéneos, se concluye que el mejor modelo es la ecuación de Elovich reflejando de mejor modo la cinética de adsorción del sistema de CA-Cr(VI).

En cambio Carbonel (2018) en su artículo titulado “Adsorción de Cadmio, Cobre y Plomo en Bentonita, Caolín y Zeolita Naturales y Modificadas: Una revisión de los parámetros de operación, Isotherma y Cinética” trata de indagar mediante una revisión y comparación sistemática de los trabajos previos con un tiempo de antigüedad de una década en el proceso de adsorción mediante el uso de adsorbente naturales (zeolita natural y modificada, bentonita y caolín) siendo este un método efectivo con el fin de tratar los efluentes industriales contaminados por cadmio, cobre y plomo. Debido a la revisión y análisis de los diferentes parámetros, concentraciones iniciales, pH, dosis de adsorbente y su temperatura en sus condiciones de equilibrio y cinética se ve reflejado en la influencia de la versatilidad en la capacidad de absorción de cadmio, plomo y cobre mediante el uso de zeolita bentonita y caolín dando como resultado que el mejor método de isoterma es de Langmuir basándose en los datos obtenidos de diferentes revisiones sistemáticas realizadas en base a la cinética, el modelo de pseudosegundo orden refleja mejor los datos recopilados.

Por otro lado Astudillo et al. (2019) en su investigación titulado “Evaluación del poder biosorbente de la hoja de maíz en la remoción de metales pesados” dispone como objetivo analizar la capacidad de remoción de los metales pesado, cadmio y plomo de las aguas residuales de un laboratorio mediante el proceso de biosorción usando hojas de maíz para lo cual se evaluó el tiempo de contacto, su granulometría y la proporción de bioadsorbente a usar además se realizaron estudios cinético dando como resultados que el tamaño de partícula adecuado es menor a 425 micras en un tiempo de 10 minutos, los cuales alcanzaron altos valores de porcentaje en remoción, siendo directamente proporcional la cantidad de biomasa con el porcentaje de remoción, posteriormente el modelo langmuir es el que mejor se ajusta desde un punto de visto termodinámica, además el modelo matemático pseudo-segundo orden es el más idóneo en reproducir los dato experimentales obtenidos.

En cambio, Venkatesan y Subramami (2019) en su artículo de título “Reducción de cromo hexavalente a cromo trivalente a partir de efluentes de curtiduría utilizando biomasa bacteriana” tuvo como fin disminuir la contaminación de una forma más biológica y rentable, siendo el principal método de desarrollo la biorremediación. En el que consistió en seleccionar muestras de suelo contaminado con cromo hexavalente que contenían cultivos microbiológicos que resistían elevadas cantidades de este mismo. Y con el que se logró reducir el 90% de Cr (VI) haciendo uso de *Pseudomonas putida* y el 92% por la asociación de múltiples microorganismos. Finalmente, el cromo que logro reducirse fue separado del efluente de la curtiduría mediante el proceso de precipitación química.

Al mismo tiempo Rodríguez et al. (2019) en su investigación titulado “Evaluación de la capacidad de adsorción de Mn^{2+} por biomasa residual de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)” dispuso él estudió de la tecnología de bioadsorción con el propósito de resarcir el cuerpo hídrico del lago azul, ubicado en Cuba, por su elevado nivel de iones metálicos, haciendo uso de la caña de azúcar, durante este proceso se emplearon dos estaciones de monitoreo, dando como resultado que la biomasa tiene la capacidad de remover 5.31% de MN^{+2} en condición natural, pero si es modificada con agentes químicos aumenta su eficacia de remoción como por ejemplo, cuando se hace uso del ácido fosfórico con un resultado de 58.42% y bajo tratamiento de hidróxido de sodio 33.36% para tales casos se obtuvo un pH de 4.3 y una masa de 0.5g/50ml de absorción.

Por su parte Tejada et al. (2020) en su investigación titulado “evaluación de residuos lignocelulósicos modificados químicamente en la adsorción de cromo (VI)” dispone como objetivo calcular el empleo de raquis de maíz alterada con ácido cítrico y la cascara de

naranja con cloruro de calcio, con el propósito de determinar la eliminación de Cr (VI), los biomateriales fueron expuesto mediante los tratamientos de adsorción a través de series empleando soluciones de dicromato de potasio a proporciones de 100 ppm, 150 ppm con un pH de 2; 3; 4 y 6 utilizando un tamaño de partícula de 0.355; 0.5 y 1 mm dando como resultados los porcentaje de mayor remoción, se alcanzaron con un pH 2 con una granulometría de 0.355 empelando raquis de maíz y cascara de naranja a lo cual se determinó que la mejor capacidad de adsorción de Cr (VI) se encontró al raquis de maíz en comparación de todos los tratamiento utilizados en el presente estudio.

Por otro lado, López y Lacayo (2020) en su escrito denominado “Remoción de cromo hexavalente en aguas contaminadas utilizando cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) como adsorbente” tiene como finalidad disminuir la contaminación de Cr (VI) haciendo uso de un adsorbente orgánico y amigable con el medio ambiente que a su vez se empleándose en dos periodo; inicialmente se usó de 1g de biomasa teniendo un tamaño de aproximadamente 600 μm , durante un tiempo de 15 minutos de contacto, 20 mg.1-1 Cr (VI) y pH 3, 3.5, 5,7. Y finalmente el segundo periodo se empleó en las misma propiedades, pero se aumentó la concentración de metal de 20 a 40 y 80 mg. En conclusión, se demuestra que incrementando el pH decrece la reducción y capacidad de adsorción y que en un pH de 3 y 3.5 se elimina un 92% de Cr (IV), en conclusión, al incrementar la concentración se eleva la capacidad de adsorción del Cr.

En cambio Janqui y Esquivel (2021) en su artículo titulado “Remoción de molibdeno con carbón activado de tusa de maíz (*Zea mays*) en agua del rio Challhuahuacho – Cotabambas” se trabajó el carbón mediante el proceso químico de pirolisis dividida en dos etapas; constituida inicialmente por el proceso de carbonización y gasificación expuesta a un calor térmico de 900 °C, por otro lado la parte química se describe mediante el análisis de rayos infrarrojos, primordialmente las muestras fueron tomadas desde el mes de setiembre del año 2015 hasta el mes de diciembre del año 2017 a través del grafico de Pourbaix Molibdeno – Agua, en el que se estable que la capacidad de disolución y especiación química de los compuestos de molibdeno obedece a su temperatura y a los componentes de la disolución de igual manera su variación de pH, estas variaciones se obtuvieron mediante los reactivos H_2SO_4 y NaOH , dichas soluciones fueron sometidas a 5 repeticiones con variación de peso de carbón activo y pH obteniéndose como resultado un remoción del 90.5% con un pH de 9 con 0.8 g de carbón con una capacidad de adsorción de 2.22 mg Mo/g con 0.05 g de carbón con un pH de 9. Mientras que con el modelo de

adsorción propuesto por Langmuir se obtiene un coeficiente de 32.36 mg/g y relacionado con la determinación de masas se concluyó que la porosidad es de 60.21% con una superficie de 174.55m²/g con el ChemiSorb 2720. Finalmente se deduce que el carbón activo de tuza de maíz es perfecto para el tratamiento de aguas contaminado con molibdeno.

Con respecto a las bases teóricas, empezamos a describir:

Que las Industria de Curtido: Hacen uso de un 50 a 100 litros de agua por kilogramo de piel salada, empleado un medio acuoso debido al mecanismo que se valla a realizar, esto puede variar. Además, los contaminantes que habitualmente se encuentran son los metales pesados (aluminio, cromo, titanio), sales inorgánicas, partículas en suspensión, compuestos sulfurosos, materia orgánica produciendo dificultad para la purificación acarreado con ello una cantidad elevada de lodos. (Esparza, 2001)

Pasando al tema de Filtro: Se define como material poroso, elemento de piedras o arena, en el que se puede trasladar un líquido para purificarlo de fluidos detenidos. (RAE,2022, s/p). Se califica si un filtro es eficaz y eficiente a través de sus características de retención, debido a sus diversos procesos que emplea, tales como el intercambio iónico, descomposición biológica, adsorción, absorción, precipitación, conversión, oxidación y disminución química. (Dionisio, 2016), también se puede encontrar filtros lentos de arena, filtros mixtos, filtro de zeolita, filtro de carbón activado.

Respecto a Filtración: Se determina a la sucesión física de purificación de líquidos que incluyen composiciones solidas en detención, encapsulándolo por un medio poroso, estos procesos que se siguen de coagulación, floculación y decantación; son empleados en el proceso de tratamiento de aguas residuales permitiendo la extracción de diversos factores altamente dañinos para el medio ambiente (sólidos, turbiedad, fosforo, metales pesados, virus, DBO, DQO y material no sedimentable. (Torres, 2015)

Con referencia a Adsorción: Se designa como mecanismo a la eliminación de moléculas solubles del agua haciendo uso de un soluto, este proceso empieza cuando la molécula está rodeada de líquido, y el soluto se adentra hacia el exterior de la molécula, así es como el soluto es difundido desde el interior hacia la superficie del poro siendo absorbido de mismo, en los cuales se puede encontrar de adsorción química y adsorción física. (Fernández et al., 2018)

Con relación a la Biosorción: Se define como el proceso de captación de metales pesado a partir del uso de una biomasa (viva o muerta) mediante mecanismo fisicoquímico que pueden ser la adsorción o el intercambio iónico. La cual se puede obtener mediante la

fórmula de la capacidad de biosorción, relacionado con la efectividad del procedimiento de bioadsorción basando en la fórmula de porcentaje de remoción. (Tamay, 2019)

En lo que respecta a Raquis de Maíz: Se determina a la materia orgánica obtenida luego de desgranar la mazorca de maíz, con un nivel considerable de lignina. Asimismo, es un residuo desechado a grandes cantidades por los sectores industriales. Se detalla que el raquis de maíz es una fibra tierna que se encuentra conformada por celulosa 43%, hemicelulosa 25%, lignina 29% y otro en 3% (Janqui, 2018). Se señala que el raquis de maíz es desechado por los procedimientos industriales durante su sustracción, se desaprovecha entre el 50% y el 60% de la materia de la planta del maíz, ya que la sociedad ve como opciones la quema de este residuo o el uso de ella como abono. (Téllez, 2018)

En cuanto al Cromo VI: Se define como un metal que es originado por los desechos y contaminantes industriales, encontrando un medio idóneo para su desarrollo, siendo los principales agentes que generan mutaciones, degradaciones en el DNA y la pérdida de heterocigocidad, asimismo son conocidos por ser un compuesto tóxico que puede repercutir en la salud humana y silvestre de manera dañina debido a la contaminación de los recursos naturales por cromo. (Santoyo, 2018)

En el contexto legal del Perú los límites máximos permisibles (LMP) de los efluentes de curtido se miden con relación al área donde serán vertidos (aguas superficiales o alcantarillado) Véase tabla 1 (SINIA)

Tabla 1

Valores Máximo Permisible para Curtiembre

PARÁMETROS	VMP PARA AGUA		VMP PARA	
	SUPERFICIALES		ALCANTARILLADO	
	EN CURSO	NUEVA	EN CURSO	NUEVA
pH	5.0 - 8.5	5.0 - 8.0	6.5 – 9.5	6.0 – 9.0
Temperatura (°c)	35	35	35	35
Solidos suspendidos totales (SST). (mg/L)	50	30	1000	500
Aceites y grasas(mg/L)	25	20	100	50
DBO5(mg/L)	50	30	1000	500

DQO (mg/L)	250	50	2500	1500
Sulfuro (mg/L)	1	0.5	10	3
Cromo VI (mg/L)	0.3	0.2	0.5	0.4
Cromo total (mg/L)	2.5	0.5	5	2
Coliformes fecales, NMP/100ml	4000	1000		
N-NH4 (mg/L)	20	10	50	30

Nota: En la columna de curso se refiere a las actividades de las empresas que se dedican al sector de curtiembre que están actualmente en funcionamiento del presente Decreto Supremo que se encuentran en vigor. (Ministerio de producción-PRODUCE, 2002)

II. METODOLOGÍA

2.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación

Este proyecto de investigación se indaga información referente al problema como parte de la investigación, con el propósito de cuantificar y valorar las variables involucradas. Se optó por emplear el Método experimental, debido a que los resultados que se obtienen

son numéricos basados en la alteración de la variable independiente motivado por la variable dependiente (Véase tabla 2), y así demostrar que se alcanza el objetivo proyectado.

Tabla 2

Identificación de las variables

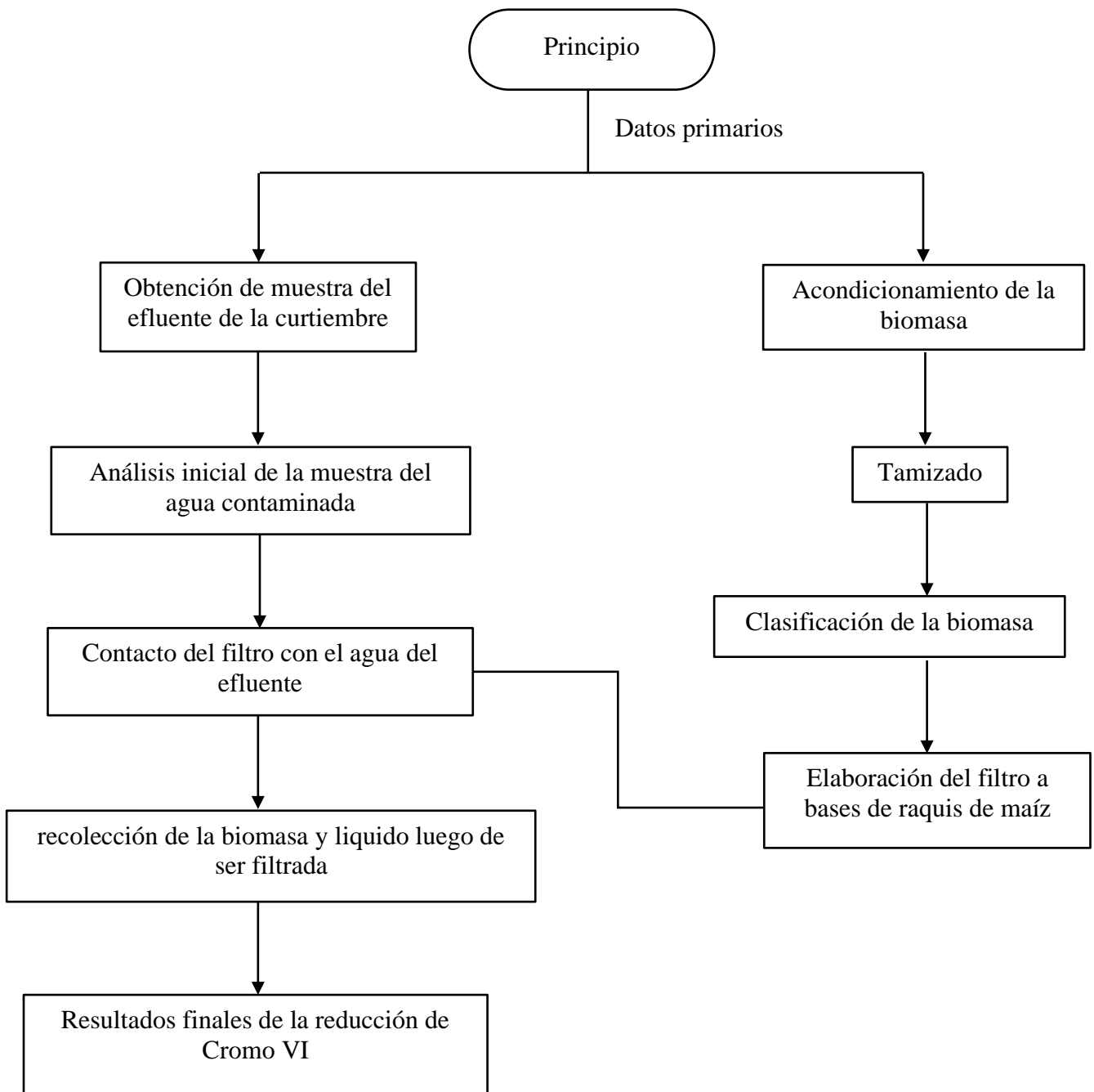
VARIABLE	
Independiente	Dependiente
Filtro a base de raquis de maíz.	Reducción de concentración de Cromo VI

2.2. Participantes de la investigación

Inicialmente se recolectó y se clasificó los raquis de maíz para la elaboración en los diferentes tamaños de partículas en este caso 1.00mm y 0.3mm, los cuales estarán en contacto con el efluente en tiempos de 12 y 36 horas. Se elabora un total de 20 filtros para el desarrollo del proyecto para lo cual se utilizará 25 gramos de partículas por cada botella de agua de (600ml.) y 350ml efluente de la curtiembre. Con los resultados brindados por el laboratorio donde se muestra el valor final del Cromo VI que se encontraron en cada una de las 20 muestras enviadas, que fueron analizadas mediante el método colorimétrico. Aquí se muestra un diagrama de flujo que proporciona una descripción más clara y comprensible de las fases del estudio de investigación.

Figura 1

Diagrama de flujo de la metodología



Posteriormente, se detallará el procedimiento de la ejecución del estudio mediante una cronología para una mejor comprensión:

1. Selección
Se consiguió 8 kilos de raquis de maíz para luego ser seleccionado y quedarse con las que están en óptimas condiciones que posteriormente paso a ser triturado o canchado.
2. Chancado de la biomasa

Con una comba y una base de metal se procedió a chancar el raquis, de esta manera facilito el proceso de molienda.

3. Lavado

Se llevo a cabo la recolección de los trozos obtenido del proceso del chancado y se depositó en una bandeja para ser lavado 4 veces.

4. Secado

En esta etapa se subdivide en 2 etapas:

La primera etapa, comprende en secar el raquis de maíz a temperatura ambiente por un periodo de 24 horas, se esparce en plástico en una zona plana para que facilite el secado que a su vez de remueve para agilizar esta primera etapa.

La segunda etapa, consta de recoger los trozos de raquis de maíz secado para ser llevado a la estufa en un periodo de 4 horas a 60 °C los cuales será repetido en 2 ocasiones.

5. Molienda

Una vez ya terminado el procedimiento de secado pasaron a ser triturado en un molino de mano lo cual facilito mucho el proceso del tamizado

6. Tamizado

En esta etapa se procedió a tamizar con las mallas N°16 tamaño 1.00 mm y N°50 tamaño 0.3 mm

2.3. Escenario de estudio

A) Población

La población está conformada por 20 filtros elaborados a base de raquis de maíz en sus diversos granoclasificación. Véase figura N°2

Figura 2

Elaboración de filtro



B) Muestra

La muestra está conformada por el número de filtros que estarán en contactó con el agua contaminada en diferentes tiempos de acuerdo a los siguientes tamaños de partículas.

- tamaño de partículas: 1.00mm
- tamaño de partículas: 0.3mm

En cada tamaño de partícula se realizará 10 muestras en dos tiempos por ende será un total de 20 ensayos para el desarrollo del proyecto por lo cual se utilizará 25 gramos de biomasa por cada botella de agua de (600ml.) y 350ml de efluente de la curtiembre. Véase la figura N°3.

Figura 3

filtro con agua residual



C) Muestreo

Este estudio utiliza un método de muestreo no probabilístico, lo que implica que las unidades de muestra fueron seleccionadas por una persona designada, en este caso fue el Cromo VI para establecer los valores iniciales para parámetros físicos, químicos y biológicos.

2.4. Técnicas e instrumentos de recojo de datos

En este trabajo de investigación se utilizará la técnica de la observación y recolección de tomas de muestras, puesto que es necesaria para la obtención de la información necesaria para este proyecto, basándose en la Resolución Jefatural N°010-2016-ANA, LEY DE LOS RECURSOS HIDRICO N° 29338 y también se aplicará el software para la obtención de resultados Excel. El proyecto se realizará bajo supervisión, en el laboratorio de materiales de la Universidad Católica de Trujillo.

2.5. Técnicas de procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos se procesaron por medio estadístico descriptivo e inferencial tales como tablas y figuras, ANOVA de un solo factor, para los cuales se utilizó el programa Microsoft Excel. Basándose en los datos que se obtuvieron de las concentraciones iniciales y finales del Cromo VI que estuvo en contacto con la biomasa en un tiempo determinado,

así mismo se utilizó la fórmula de porcentaje de remoción para determinar su capacidad de reducción.

$$\%REMOCIÒN = \frac{C_i - C_f}{C_i} \times 100$$

Donde:

C_i: concentración inicial
(mg/L)

C_f: concentración final (mg/L) (Sánchez, 2018)

Para precisar la capacidad de biosorción se utilizará la siguiente formula

$$Q_{eq} = \frac{C_i - C_f}{m} \times V$$

Donde:

Q_{eq}: capacidad de biosorción en
equilibrio

C_i: concentración inicial

C_f: concentración final

m: cantidad de biomasa en gr

V: volumen de la muestra

(Sánchez, 2018)

2.6. Aspectos éticos en investigación

Durante el estudio se respetarán los resultados obtenidos con veracidad y honestidad, para obtener un aporte técnico y científico que puede contribuir con registros científico creíble.

III. RESULTADOS

3.1. Presentación y análisis de resultados

Los resultados de la Identificación de los parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en efluentes de una curtiembre de Trujillo, se muestran a continuación, por consiguiente, se tiene un valor inicial para realizarse una comparación antes y después de realizar el experimento, y poder responder las interrogantes de los problemas específicos.

3.1.1. Resultados de los análisis:

Tabla 3

Resultados de la caracterización de efluente de una curtiembre

PARÁMETRO	UNIDADE	RESULTADO
	S	S
Ph	-	5,94
TEMPERATURA	°C	22,5
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (SST)	mg/L	4512,0
ACEITES Y GRASAS	mg/L	136,4
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO (DBO5)	mg/L	3682,0
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	5769,6
SULFURO	mg/L	567,2
CROMO (VI)	mg/L	1,06
CROMO TOTALES	mg/L	8,12
N-NH4	mg/L	112,8

Nota: los parámetros tomados se ajustan a lo que indican en el Decreto Supremo N.º 003-2002. (Ministerio de producción-PRODUCE, 2002)

Tras determinar los valores iniciales y poder identificar las composiciones físicas, químicas, y biológicos de un efluente de una curtiembre en Trujillo, en especial la del Cromo VI donde se refleja que el nivel que se obtuvo fue de 1.06 mg/L encontrándose elevado en comparación a lo que permite los límites máximo permisible (LMP) que es 0.5mg/L mencionados anteriormente por (Produce, 2002)

Después de someter el efluente a la filtración y determinar el tamaño óptimo de partículas de raquis de maíz (0,03mm y 1mm), que reduzca la concentración de Cromo VI,

de las muestras de los 20 filtros que se recolectaron se enviaron al laboratorio “EL TRÈBOL” S.A.C., se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 4

Concentraciones finales de cromo vi

REPETICIÓN	TAMAÑO DE PARTÍCULA			
	1mm (A)	0,3mm (B)	0,3mm (C)	1mm (D)
1	0,87 mg/L	0,93 mg/L	0,54 mg/L	0,58 mg/L
2	1,03 mg/L	0,98 mg/L	0,66 mg/L	0,61 mg/L
3	0,79 mg/L	0,81 mg/L	0,49 mg/L	0,52 mg/L
4	0,74 mg/L	0,79 mg/L	0,46 mg/L	0,53 mg/L
5	0,84 mg/L	0,81 mg/L	0,45 mg/L	0,53 mg/L

Nota: Donde A y B son las muestras de 12 horas, mientras que C y D son las muestras de 36 horas.

En la tabla N.º 4, podemos identificar los resultados de cada uno de los 4 tratamientos realizados: se establece que el tratamiento más adecuado y optimo es el “C” con el tamaño de partícula 0.3mm (malla N°50) en tiempo de 36 horas donde se redujo hasta 0.45 mg/L de Cromo VI debido a que este valor es menor frente al valor límite máximo permisible (LMP) de acuerdo con el Decreto Supremo N°003-2002-PRODUCE, donde se menciona que es 0.5mg/L. El segundo mejor tratamiento es el “D” con el tamaño de partícula 1 mm (malla N°16) en tiempo de 36 horas donde se redujo hasta 0.52 mg/L. Como tercer tratamiento “A”, con el tamaño de partícula 1 mm (malla N°16) en tiempo de 12 horas donde se redujo hasta 0.74 mg/ L. y por último el cuarto tratamiento “B” con el tamaño de partícula 0.3 mm (malla N°50) en tiempo de 12 horas donde se redujo hasta un 0.79 mg/ L. Cabe resaltar que los tres últimos tratamientos sobrepasan el valor límite máximo permisible que indica el decreto antes mencionado.

Con el programa Excel, haciendo uso de la tabla ANOVA y el complemento de análisis de varianza de un factor, se tuvo los siguientes resultados:

Tabla 5*Análisis de varianza de un factor*

<i>GRUPO</i>	<i>CUENT</i>	<i>SUM</i>	<i>PROMEDI</i>	<i>VARIANZ</i>
<i>S</i>	<i>A</i>	<i>A</i>	<i>O</i>	<i>A</i>
1mm (A)	5	4,27	0,854	0,01213
0,3mm				
(B)	5	4,32	0,864	0,00728
0,3mm				
(C)	5	2,6	0,52	0,00735
1mm (D)	5	2,77	0,554	0,00153

En la tabla N°5, después de realizar el análisis de varianza de un factor se evidencia que, existen diferencia significativa dentro de los promedios para cada uno de los cuatro tipos de tratamiento, donde el mejor valor promedio en la reducción de Cromo VI en un efluente de una curtiembre de Trujillo fue de 0.52 mg/L en un tiempo de 36 horas con el tamaño de partícula de 0.3 mm.

Tabla 6*Análisis de varianza*

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Probabilidad</i>	<i>Val para</i>
Entre grupos	0,52156	3	0,17385333	24,5815954	0,00	3,23
Dentro de los grupos	0,11316	16	0,0070725			
Total	0,63472	19				

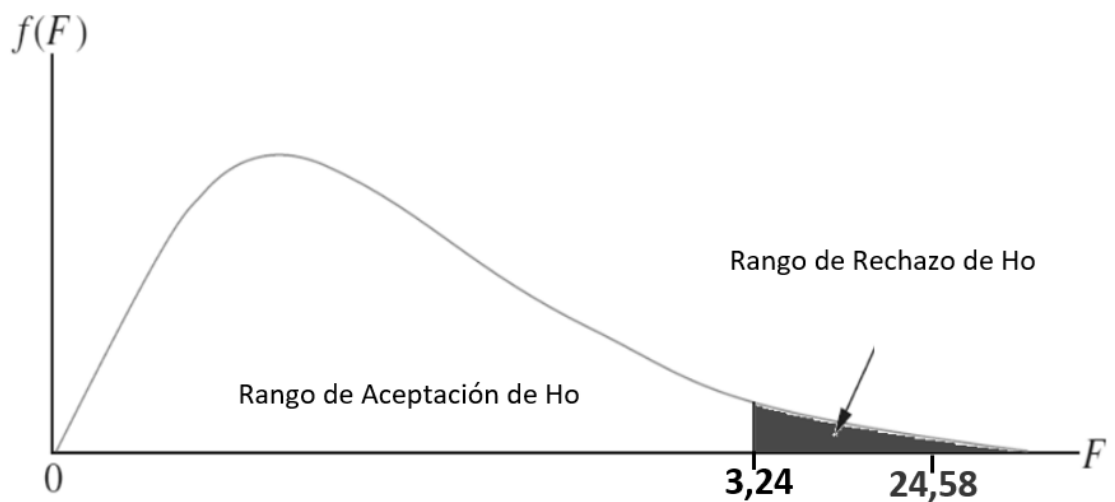
Los resultados de la tabla indican, un valor para “F” de 24,58 y un “valor crítico para F” de 3,24, por lo tanto, considerando un análisis con un nivel de confiabilidad del 95% y un error del 5% ($\alpha = 0,05$), teóricamente, la hipótesis nula, la cual es: No es posible reducir la concentración de Cromo VI de los efluentes de una curtiembre en Trujillo mediante filtros en base a raquis de maíz, se rechaza. finalmente, la hipótesis alterna, la cual es: es posible

reducir la concentración de Cromo VI de los efluentes de una curtiembre en Trujillo mediante filtros en base a raquis de maíz se acepta.

En la siguiente Figura muestra la ubicación de los valores logrados tras el análisis de varianza

Figura 4

Valores de análisis de varianza



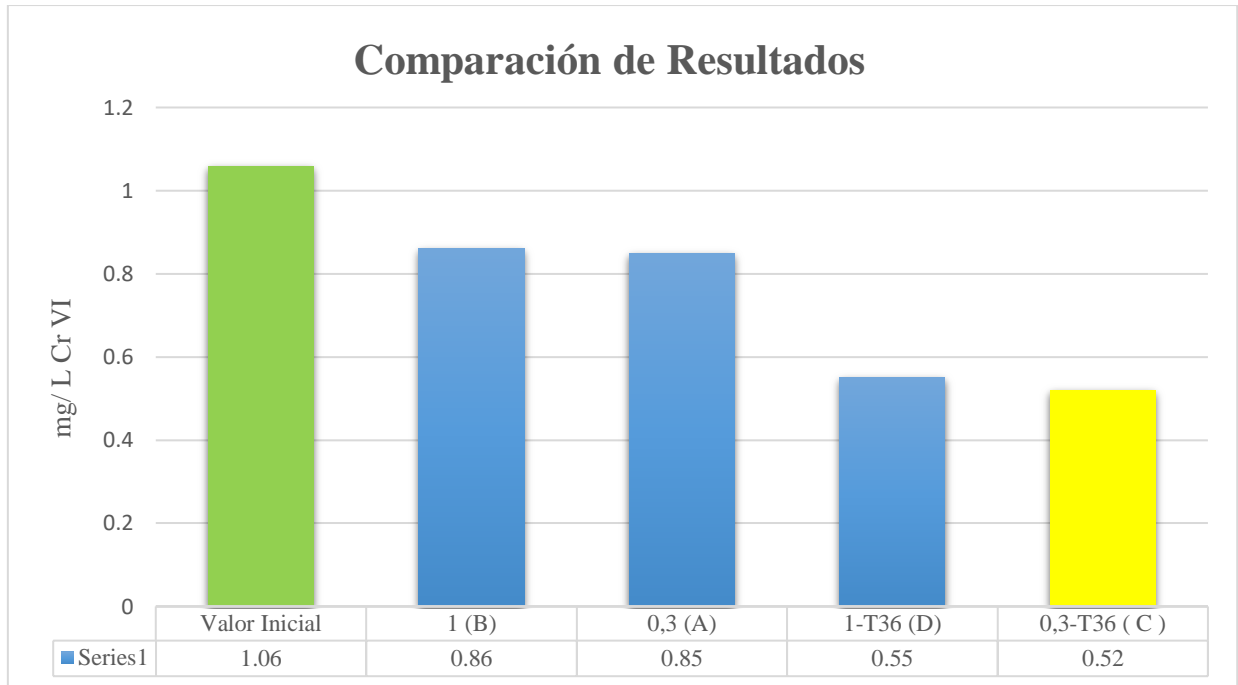
El valor de "F" (24,58 aprox.) resulta posicionarse muy a la derecha del "valor crítico para F" (3,24 aprox.), por lo tanto, la hipótesis nula se rechaza. Se puede concluir que la implementación del uso de filtración con raquis de maíz si reduce la presencia de Cromo VI en aguas residuales de un efluente de una curtiembre en Trujillo.

Para responder al objetivo de someter los filtros a dos tiempos de contacto (12 horas y 36 horas), dentro de los efluentes de una curtiembre de Trujillo.

Se analizaron los promedios de los 4 tipos de filtraciones realizadas, obtenidas tras el cálculo de varianza realizado por el software Excel, y se hizo la comparativa contra el valor inicial. La Figura comparativa es la siguiente:

Figura 5

Promedio de los 4 tipos de filtraciones



En la Figura N.º 5, Se determinó que la filtración con mejor resultado promedio en reducir la presencia de Cromo VI en el agua residual de un efluente de una curtiembre en Trujillo, fue la filtración C (véase Figura 5, barra amarilla), con un tiempo de 36 horas y un filtro hecho de raquis de maíz con el tamaño de partícula de 0,3 mm.

Se también se puede apreciar cuales fueron los pesos finales de la biomasa (biosorbente) después de pasar por el proceso de filtración:

Tabla 7

Pesos finales de la biomasa en partícula de 0.3 mm

Muestras	Tamaño de partícula	Tiempo de contacto	
		12 H	36 H
# 1	0.3 mm	90 gr	65 gr
# 2	0.3 mm	90 gr	64 gr
# 3	0.3 mm	77 gr	66 gr
# 4	0.3 mm	80 gr	63 gr

# 5	0.3 mm	65 gr	61 gr
-----	--------	-------	-------

Tabla 8

Pesos finales de la biomasa en partícula de 1 mm

Muestras	Tamaño de partícula	Tiempo de contacto	
		12 H	36 H
# 1	1 mm	72 gr	66 gr
# 2	1 mm	57 gr	60 gr
# 3	1 mm	56 gr	60 gr
# 4	1 mm	55 gr	61 gr
# 5	1 mm	55 gr	60 gr

3.1.2. Prueba de Capacidad de Biosorción

Basada en la información obtenida de los análisis se llevó a realizar el cálculo de la capacidad de biosorción de Cromo VI.

$$Q_{eq} = \frac{C_i - C_f}{m} \times V$$

Donde:

Q_{eq}: capacidad de biosorción en equilibrio

C_i: concentración inicial

C_f: concentración final

m: cantidad de biomasa en gr

V: volumen de la muestra (Sánchez, 2018)

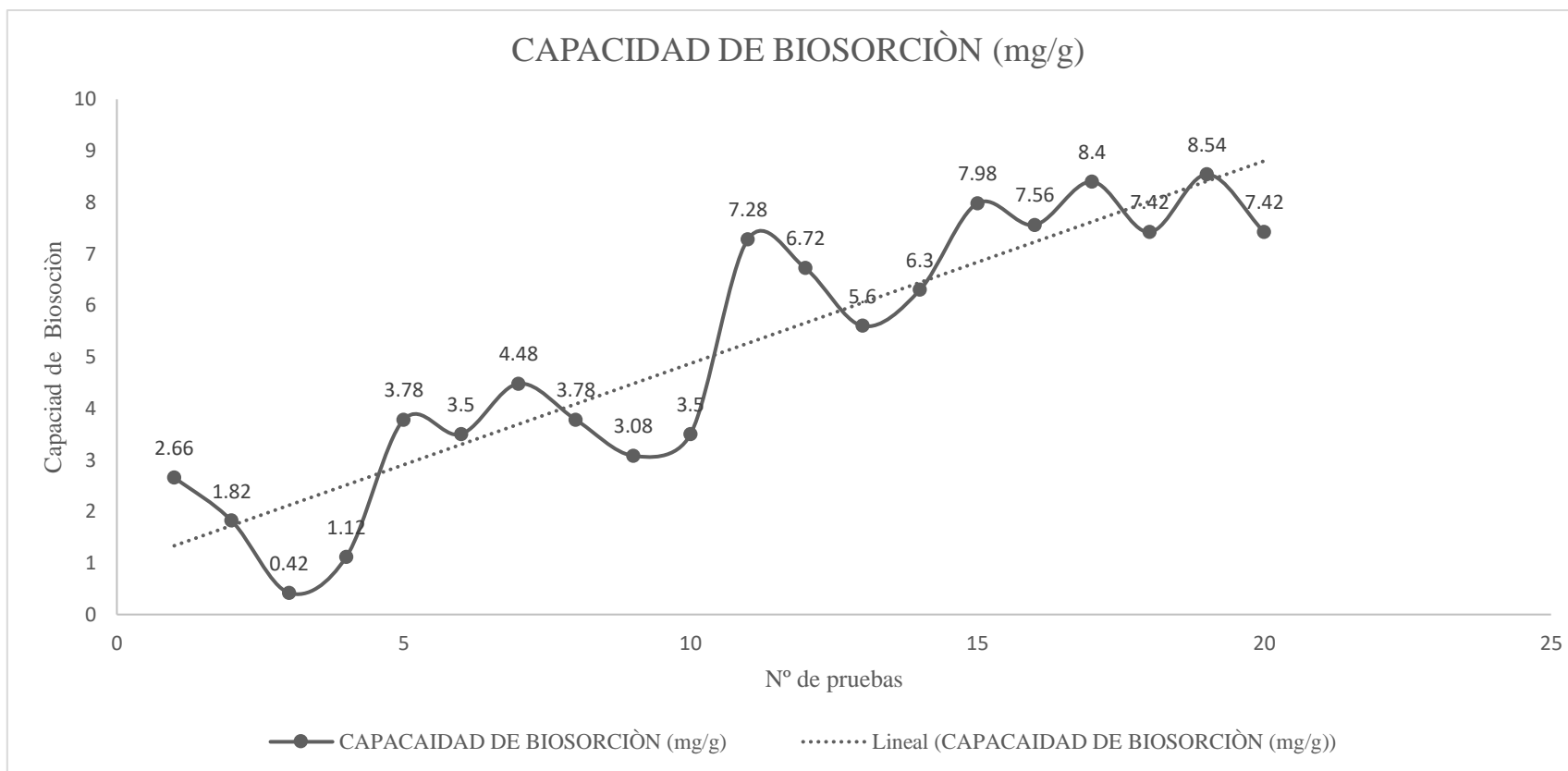
Tabla 9*Capacidad de biosorción de Cromo VI*

TIEMPO DE CONTACTO	TAMAÑO DE PARTICULA	CONCENTRACION INICIAL (mg/L)	CONCENTRACION FINAL (mg/L)	VOLUMEN (ml)	PESO DE BIOMASA (gr)	CAPACIDAD DE BIOSORCIÓN (mg/g)
12 H	0.3 mm	1.06	0.87	350	25	2.66
12H	1.00 mm	1.06	0.93	350	25	1.82
12H	0.3 mm	1.06	1.03	350	25	0.42
12H	1.00 mm	1.06	0.98	350	25	1.12
12H	0.3 mm	1.06	0.79	350	25	3.78
12H	1.00 mm	1.06	0.81	350	25	3.5
12H	0.3 mm	1.06	0.74	350	25	4.48
12H	1.00 mm	1.06	0.79	350	25	3.78
12H	0.3 mm	1.06	0.84	350	25	3.08
12H	1.00 mm	1.06	0.81	350	25	3.5
36H	0.3 mm	1.06	0.54	350	25	7.28
36H	1.00 mm	1.06	0.58	350	25	6.72
36H	0.3 mm	1.06	0.66	350	25	5.6
36H	1.00 mm	1.06	0.61	350	25	6.3
36H	0.3 mm	1.06	0.49	350	25	7.98
36H	1.00 mm	1.06	0.52	350	25	7.56
36H	0.3 mm	1.06	0.46	350	25	8.4
36H	1.00 mm	1.06	0.53	350	25	7.42
36H	0.3 mm	1.06	0.45	350	25	8.54
36H	1.00 mm	1.06	0.53	350	25	7.42

Como se puede apreciar en la tabla N°7, el mejor tratamiento fue el tamaño de partícula de 0.3 mm en un tiempo de 36 hora, que logro obtener una capacidad de biosorción de Cromo VI o mejor dicho la retención de iones metálicos de 8.54mg/g.

Figura 6

Dispersión de la capacidad de biosorción de Cromo VI



En la figura N.º 4 se puede visualizar los diferentes resultados de las capacidades de biosorción, donde se aprecia que el mejor resultado se obtuvo un valor de 8.54mg/g lográndose con el tamaño de partícula 0.3mm en tiempo de 36 h obteniéndose la mejor capacidad biosorción de Cromo VI.

3.1.3. Prueba de Capacidad de Remoción

Basándonos en los resultados de los análisis de las concentraciones iniciales y finales se determinó a realizar el cálculo de la capacidad de remoción de Cromo VI empleando raquis de maíz.

$$\%REMOCIÓN = \frac{Ci - Cf}{Ci} \times 100$$

Donde:

Ci: concentración inicial (mg/L)

Cf: concentración final (mg/L)

(Sánchez, 2018)

Tabla 10

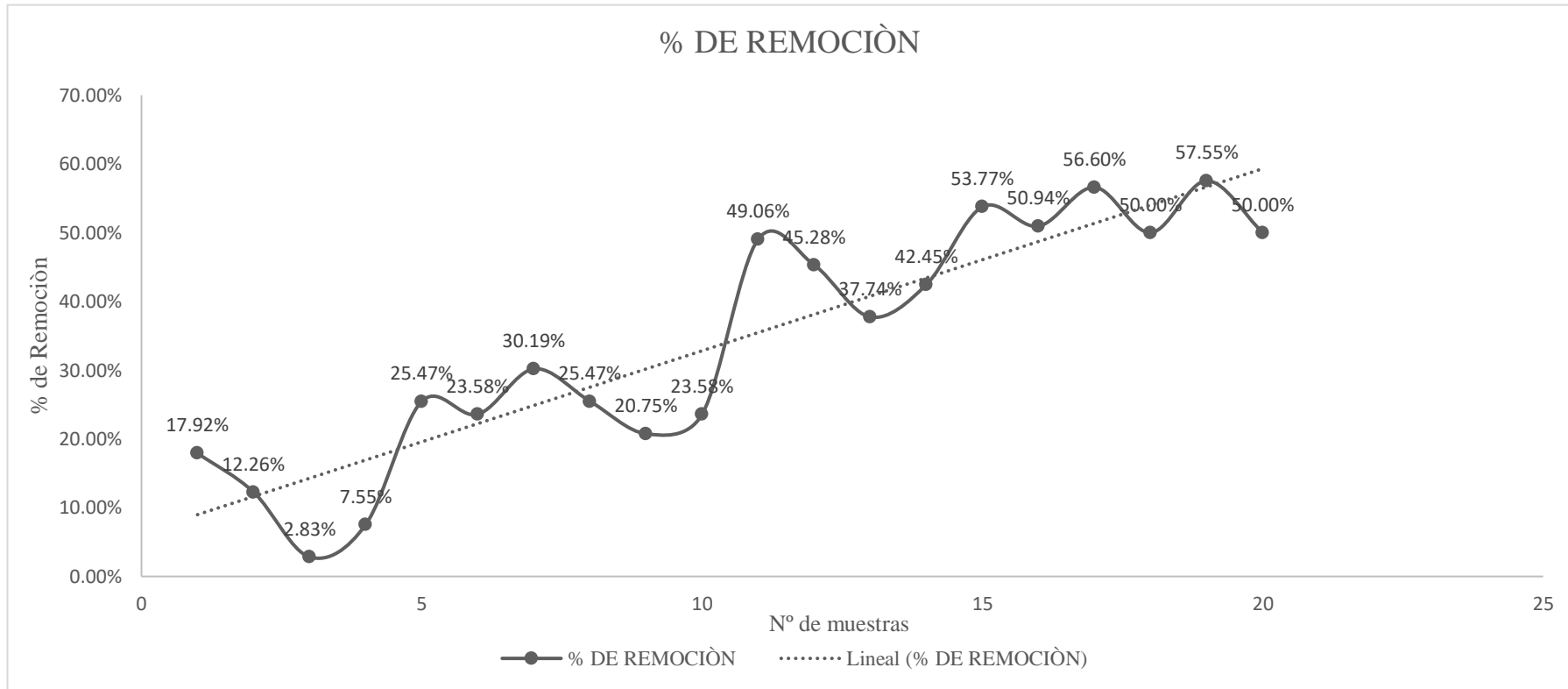
Remoción de Cromo VI en sus diferentes granulometrías

TIEMPO DE CONTACTO	TAMAÑO DE PARTICULA	CONCENTRACION INICIAL (mg/L)	CONCENTRACION FINAL (mg/L)	% DE REMOCIÓN
12 H	0.3 mm	1.06	0.87	17.92%
12H	1.00 mm	1.06	0.93	12.26%
12H	0.3 mm	1.06	1.03	2.83%
12H	1.00 mm	1.06	0.98	7.55%
12H	0.3 mm	1.06	0.79	25.47%
12H	1.00 mm	1.06	0.81	23.58%
12H	0.3 mm	1.06	0.74	30.19%
12H	1.00 mm	1.06	0.79	25.47%
12H	0.3 mm	1.06	0.84	20.75%
12H	1.00 mm	1.06	0.81	23.58%
36H	0.3 mm	1.06	0.54	49.06%
36H	1.00 mm	1.06	0.58	45.28%
36H	0.3 mm	1.06	0.66	37.74%
36H	1.00 mm	1.06	0.61	42.45%
36H	0.3 mm	1.06	0.49	53.77%
36H	1.00 mm	1.06	0.52	50.94%
36H	0.3 mm	1.06	0.46	56.60%
36H	1.00 mm	1.06	0.53	50.00%
36H	0.3 mm	1.06	0.45	57.55%
36H	1.00 mm	1.06	0.53	50.00%

En la tabla N°10, se muestra el tamaño óptimo en lograr alcanzar un mayor porcentaje de remoción de Cromo VI es de 0.3 mm (malla N°50) en un periodo de 36 horas con un nivel de concentración de 0.45 mg/L de Cromo VI. Encontrándose por debajo del límite máximos permitidos que es 0.5mg/L que indica el DECRETO SUPREMO 003-2002-PRODUCE

Figura 7

Dispersión de % de Remoción de Cromo VI



En la figura N°5, se observa los diversos porcentajes de remoción en la cual se aprecia que la mayor remoción de iones que se obtuvo fue de 57.55% utilizando el tamaño de partícula 0.3 mm (malla 50) en un tiempo de 36 horas por lo que se deduce, en cuanto Cromo VI

IV. DISCUSIÓN

En relación a las diferentes fuentes obtenido de diversos autores sobre el uso o aplicación de raquis de maíz como bioadsorbentes en el proceso de biosorción (reducción) en los efluentes contaminados por metales pesado en especial el Cromo VI. Se determino diferencias entre sus distintos resultados; debidos a sus diferentes técnicas y métodos de bioadsorción.

En cuanto a la granulometría que se empleó, que fueron 2 tipos de tamaños diferentes de partícula (1.00 mm y 0.3 mm) de raquis de maíz, que el más optimo fue de 0.3 mm en un tiempo de 36 h, alcanzando un 57.55% de remoción de Cromo VI con una capacidad de biosorción de 8.54mg/g, concuerda con la investigación de Yuning Chen et.al (2018) en su artículo titulado “Pajas de Trigo y Pajas de Maíz como Adsorbentes para la Eliminación de Cr (VI) y Cr (III) de Soluciones Acuosas: Cinética, Isotherma y Mecanismo.” en el que se obtuvieron como resultado que la adsorción saturada de paja de trigo respecto al Cr (IV) y Cr (III) llegando a 125,6 y 68,9 mg y la de paja de maíz con respecto al Cr (IV) y Cr (III) se llegó a 87.4 y 62,3 mg. Demostrándose finalmente que el uso de paja de maíz y trigo tiene efectos significativos respecto a la remoción de Cr III - VI.

A consecuencia de la información obtenida en la investigación en cuanto al porcentaje de reducción que fue de 57.55 % y 8.54mg/g la capacidad máxima de biosorción (saturación) en un tiempo de 36 horas, no concuerda con la investigación de Venkatesan y Subramami, (2019) en su investigación titulada “Reducción de cromo hexavalente a cromo trivalente a partir de efluentes de curtiduría utilizando biomasa bacteriana” se logrando reducir el 90% de Cr (VI) haciendo uso de *Pseudomonas putida* y el 92% por la asociación de múltiples microorganismos.

En la investigación el procedimiento que se utilizó fue un sistema Batch empleando botellas plásticas sin necesidad de usar fuente de energía para el mecanismo de biosorción para la elaboración de los 20 filtros esta conforma de 350 ml de agua contaminada y 25 gr de raquis de maíz en un trabajando en 2 tiempo 12 y 36 horas. consiguiendo que las concentraciones iniciales reduzcan hasta obtener un 57.55% de remoción en Cromo VI a comparación de la investigación López y Lacayo (2020) en su investigación titulado “Remoción de cromo hexavalente en aguas contaminadas utilizando cáscara de plátano

(*Musa paradisiaca*) como adsorbente” en este trabajo se elaboró en 2 periodos, inicialmente se hizo uso de 1g de biosorbente de 600 μm , en un tiempo de 15 minutos de contacto, En la segundo periodo se usó las mismas condiciones, pero se aumentó la concentración de metal de 20 a 40 y 80 mg, demostrando que reduce un 92% de Cr (IV), y que al incrementar la concentración incrementa también la capacidad de adsorción del Cr.

Durante el desarrollo, el proceso que se utilizó fue en condiciones naturales donde llego alcanzar un elevado nivel de remoción que fue de 57.55% de Cromo VI con una capacidad de biosorción de 8.54mg/g en comparaciones con la investigación Rodríguez, Cascaret (2019) titulado “Evaluación de la capacidad de adsorción de Mn^{2+} por biomasa residual de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)” dando como resultado que la biomasa tiene la capacidad de remover 5.31% de Mn^{2+} en condición natural pero si es modificada con agentes químicos aumenta su eficacia de remoción por ejemplo, cuando se hace uso del ácido fosfórico con un resultado de 58.42% y bajo tratamiento de hidróxido de sodio 33.36% para tales casos se obtuvo un pH de 4.3 y una masa de 0.5g/50ml de absorción.

V. CONCLUSIONES

1. Una vez identificado los parámetros físicos, químicos y biológicos existentes en efluentes de una curtiembre de Trujillo se procedió a ser tratado con el raquis de maíz, llegando a reducir hasta un 0.45mg/L Cromo VI cumpliendo con los límites máximos permisibles (LMP) que menciona el DECRETO SUPREMO 003-2002-PRODUCE.

2. Con la proporción granulométrica de 0.3 mm en la malla N°50 en un periodo de 36 horas se obtuvo el mejor tratamiento de biosorción de Cromo VI.

3. El raquis de maíz redujo hasta 0.45 mg/L de Cromo VI con respecto a los límites máximos permisibles mencionado en el DECRETO SUPREMO 003-2002-PRODUCE donde hace mención que el nivel es de 0.5 mg/L para Cr VI de tal forma que el raquis de maíz es eficiente en la reducción de Cromo VI.

4. Se logró obtener una capacidad de biosorción de Cromo VI de 8.54 mg de Cr/L y un 57.55% de remoción, niveles de concentración permitidos por los límites máximos permisibles.

5. En 36 horas se logró obtener un porcentaje de remoción óptimo de 57.55% en Cromo VI por lo tanto más largo sea la etapa de contacto con el bioadsorbente se obtendrá una mejor disminución de Cromo VI debido a la capacidad biosorbente que tiene el raquis de maíz.

VI. RECOMENDACIONES

1. Realizar un estudio preliminar a la biomasa en este caso al raquis de maíz para comprender mejor sus propiedades a fin de obtener un mayor porcentaje de remoción de metales. Y por último hacer una comparación con otros biosorbente para lograr un óptimo proceso de biosorción de Cromo VI.

2. Ejecutar métodos matemáticos con el objetivo de optimizar la información logrando una mejor comprensión de los resultados obtenidos.

3. Considerar la influencia que tiene la capacidad de biosorción y el porcentaje de remoción basado en el periodo o etapa de contacto y la proporción granulométricas.

4. Ejecutar el proceso de la investigación con diferentes tipos de condiciones de estudios como diferencia de dosis de la biomasa.

5. Finalmente tener en cuenta la calidad del uso del equipo de filtración al vacío a la hora de ser utilizada en el proceso de filtración.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Astudillo, S., Vera, L., Astudillo, J., Castro, C. (2019) Evaluación de poder biosorbente de la hoja de maíz en la remoción de metales pasado. *Revista Química teórica y aplicada* 77 (591) 182 – 188 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7762661>
- Beraldi, A., Apesteguy, J., & De Celis, J. (2018). *Modelado de la cinética de adsorción de Cr (VI) empleando carbón activado como adsorbente*. Congreso Latinoamericano de Ingeniería y Ciencias Aplicada CLICAP, San Rafael, Mendoza Argentina, Universidad Tecnológica Abierta (UNT). <http://hdl.handle.net/20.500.12272/4019>
- Brañez, M., Gutiérrez, R., Pérez, R., Uribe, C., y Valle, P. (2018). Contaminación de los ambientes acuáticos generados por la industria textil. Universidad San Martín de Porres, 23(26), 129-144. <https://www.aulavirtualusmp.pe/ojs/index.php/rc/article/view/1369/1519>
- Camacho, E. (2019). Proyecto que transforma el raquis del maíz en bioproductos sustituto del plástico. *Expeditio*. <https://www.utadeo.edu.co/es/link/expeditio/264566/en-estudio/128646>
- Carbonel, D. (2018). Adsorción de Cadmio, Cobre y Plomo en Bentonita, Caolín y Zeolita Naturales y Modificadas: Una Revisión de los Parámetros de Operación, Isotermas y Cinética. *Ingeniería*, 23(3). <https://doi.org/10.14483/23448393.13418>
- Fernández Villalón, M., Calzado Lamela, O., Cascaret Carmenaty, DA, & Pérez Silva, RM (2018). Factores de mayor influencia en la adsorción de metales pesados por biomasa seca de *Kluyveromyces Marxianus* CCEBI 2011. *Tecnología Química*, 38 (2), 394-411.
- Gallego Alarcón, I., & García Pulí, D. (2017). Remoción de nitrógeno amoniacal total en un biofiltro: percolador-columna de arena. *Tecnología Y Ciencias Del Agua*, 8(1), 81-93. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-01-06>
- Guzmán, G., & Janqui Esquivel, L. (2021). Remoción de molibdeno con carbón activado de tusa de maíz (*Zea Mays*) en aguas del río Challhuahuacho – Cotabambas. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(1), 459-473. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i1.243

- Janqui, G. (2018). *Remoción de molibdeno del agua del río Challhuahuacho de Cotabambas-Apurímac con carbón activado de raquis de maíz (Zea mays)*. (Tesis de doctorado). Universidad Nacional del Altiplano, Puno-Perú. http://repositorio.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/8532/Gustavo_Janqui_Guzman.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- López M. y Lacayo R. (2020). Remoción de cromo hexavalente en aguas contaminadas utilizando cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*) como adsorbente. *Revista Torreón Universitario*, 23(11), 73-83. <https://www.lamjol.info/index.php/torreon/article/view/9534/10910>
- Meneses Barroso, Y. M., Patiño Mantilla, P. A., & Betancur Pérez, J. F. (2018). Remoción de cromo en aguas residuales industriales mediante el uso de biomasa de *Spirulina* sp, sedimentación primaria y precipitación química. *Revista De Investigación Agraria Y Ambiental*, 10(1), 141-152. <https://doi.org/10.22490/21456453.2326>
- Maldonado, V(s.f.) Capitulo 9: Filtración <http://www.ingenieroambiental.com/4014/nueve.pdf>
- Ministerio de la Producción - PRODUCE. (2002). Límites Máximos Permisibles (LMP) y Valores Referenciales para las actividades industriales de cemento, cerveza, curtiembre y papel. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-limites-maximos-permisibles-valores-referenciales-las>
- Martínez, S., y Romero, J., (2018) Revisión del estado actual de la industria de las curtiembres en sus procesos y productos: un análisis de su competitividad. *Revista Facultad de Ciencias Económicas* 16(1), 113-124. <https://doi.org/10.18359/rfce.2357>
- MINAM. (2017). Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para agua y establecen disposiciones complementarias. <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones-1>
- Montes, N. (2020). La industria química: importancia y retos. *Lámpsakos* (23), 72-85. <https://doi.org/10.21501/issn.2145-4086>

- Nadia-Becker, A. (2018). *Tratamiento de efluentes líquidos industriales* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional De San Martín]. https://ri.unsam.edu.ar/bitstream/123456789/1230/1/PFI_3IA_2018_BAN.pdf
- Pabón Guerrero, S., Benítez Benítez, R., Sarria Villa, R., & Gallo Corredor, J. (2020). Contaminación del agua por metales pesados, métodos de análisis y tecnologías de remoción. Una revisión. *Entre Ciencia E Ingeniería*, 14(27), 9-18. <https://doi.org/10.31908/19098367.1734>
- Palomino, C., Téllez, L., y Visitación, L. (2018). Identificación de los sitios e unión del plomo en la superficie del adsorbente de residuos de pelos de la industria curtiembre. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 84(1), 1-14. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v84i1.170>
- Real Academia Española. (2022). Filtro. En *Diccionario de la Lengua Española* (edición de tricentenario). <https://dle.rae.es/filtro>
- Rodríguez, J., Cascaret, D., Ricardo, C., Pérez, R., y La Rosa, K. (2019). Evaluación de la capacidad de adsorción de MN₂⁺ por biomasa residual de caña de azúcar (*Saccharum officinarum*). *Revista Cubana de Química* 31(2), 209-223. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-54212019000200209&lng=es&tlng=es.
- Santoyo, G., (2018). El cromo (VI) Induce la frecuencia de mutación y pérdida de Heterocigocidad En *Saccharomyces cerevisiae*. *Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas*, 21(1), 34-39. <https://doi.org/10.1016/j.recqb.2017.08.004>
- Sánchez Quispe, J. M. (2018). *Biosorción de plomo y cadmio con la tusa de maíz (Zea mays. l.), en las aguas del Río Rímac- zona de Corcona, Huarochirí*. [Tesis de Titulación, Universidad Cesar Vallejo]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/28170>
- Salas, I. A., Rodríguez, J. X., & Fonseca, C. J. (2019). *Diseño e implementación de un prototipo para la concienciación del consumo de agua en la universidad cooperativa de Colombia sede Villavicencio*. [Proyecto de investigación, Universidad Católica de Colombia]. <https://repository.ucatolica.edu.co/login>

- Tamay-Crespo, A. (2019). *Determinación de la capacidad de biosorción y desorción de la corona de piña (Ananas comosus) para la remoción de metales pesados* [Tesis de pregrado, Universidad Politécnica Salesiana sede Cuenca-Ecuador]. <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17182>
- Tejada-Tovar, C., Herrera-Barros, A., & Villabona-Ortiz, A. (2020). Assessment of Chemically Modified Lignocellulose Waste for the Adsorption of Cr (VI). *Facultad de Ingeniería*, 29 (54). <https://doi.org/10.19053/01211129.v29.n54.2020.10298>
- UNESCO (2021). The United Nations World Water Development Report 2021: Valuing Water. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000378890>
- Venkatesan, G. & Subramani, T. (2019) Reduction of hexavalent chromium to trivalent chromium from tannery effluent using bacterial biomass. *Indian Journal of Geo Marine Sciences* 48 (04), 528-534. <https://nopr.niscpr.res.in/bitstream/123456789/47192/3/IJMS%2048%284%29%20528-534.pdf>
- Yirda, A. (2019). Definición de pH. Concepto definición: <https://conceptodefinicion.de/ph/>
- Younging, C., Qing, C., Huan, Z., Jianqiu, D., Rui, J., Wei, Z. & Yuhong, L. (2018). Wheat Straws and Corn Straws as Adsorbents for the Removal of Cr (VI) and Cr (III) from Aqueous Solution: Kinetics, Isotherm, and Mechanism. *ACS Omega* 5 (11), 6003-6009. <https://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/acsomega.9b04356>

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de Consistencia

Título	Formulación del Problema	Hipótesis	Objetivos	Variables	Dimensiones	Metodología
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);"> “ REDUCCION DE LA CONCENTRACION DE CROMO VI DE UNA CURTIEMBRE EN TRUJILLO MEDIANTE FILTROS EN BASE A RAQUIS DE MAÍZ” </p>	<p>Problema General: ¿Es posible reducir la concentración de Cromo VI de efluentes de una curtiembre en Trujillo mediante filtros en base a raquis de maíz?</p> <p>Problemas específicos: ¿Cuáles son los parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en los efluentes de una curtiembre de Trujillo?</p> <p>¿Cuál es el tamaño óptimo de partículas de raquis de maíz (0,3mm y 1mm) que reduzcan la concentración de Cromo VI en dos tiempos de contacto (12 horas y 36 horas) dentro una curtiembre de Trujillo?</p>	<p>Hipótesis General: La concentración de Cromo VI de una curtiembre en Trujillo mediante filtros en base a raquis de maíz.</p> <p>Hipótesis específicas: H₀: No es posible reducir la concentración de Cromo VI de los efluentes de una curtiembre en Trujillo mediante filtros en base a raquis de maíz.</p> <p>H₁: Si es posible reducir la concentración de Cromo VI de los efluentes de una curtiembre en Trujillo mediante filtros en base a raquis de maíz.</p>	<p>Objetivo general: Reducir la concentración de Cromo VI de efluentes de una curtiembre de Trujillo mediante filtros en base a raquis de maíz.</p> <p>Objetivos específicos: Identificar los parámetros físicos, químicos y biológicos presentes efluentes de una curtiembre de Trujillo.</p> <p>Determinar el tamaño óptimo de partículas de raquis de maíz (0,03mm y 1mm), que reduzca la concentración de Cromo VI en dos tiempos de contacto (12 horas y 36 horas), dentro de los efluentes de una curtiembre de Trujillo.</p>	<p>Variable Independiente: Filtro a base de tuza de maíz.</p> <p>Variable Dependiente: Reducción de concentración de Cromo VI.</p>	<p>Tiempo</p> <p>Granulometría</p> <p>Capacidad de remoción.</p>	<p>Tipo y Diseño: Experimental</p> <p>Método: Cuantitativo</p> <p>Población: 20 filtros con diferentes tamaños de partícula.</p> <p>Técnicas e instrumentos de recolección de datos: La recolección de muestras de aguas residuales de una curtiembre, y los valores obtenidos se registraron tanto en las hojas de custodio correspondientes; como en el software EXCEL.</p> <p>Método de Análisis de investigación: Software EXCEL, con la aplicación ANOVA de un solo factor.</p>

Anexo 2: Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensión	Indicadores	Unidad de medida	Escala de medición	
Filtro a base de raquis de maíz	Filtro	Según el (RAE, 2022) define como filtro a el material poroso, elemento de piedras o arena, en el que se puede trasladar un líquido para purificarlo de fluidos detenidos.	Evaluar la capacidad del filtro para la reducción de la concentración de Cromo VI en una curtiembre en Trujillo	Tiempo	Horas	h	Cuantitativa continua
	Raquis de maíz	Es la materia orgánica obtenida luego de desgranar la mazorca de maíz, con un nivel considerable de lignina. (Janqui, 2018)		Granulometría	Tamaño de partícula	mm	Cuantitativa continua
Reducción de concentración de Cromo VI	Reducción de la concentración inicial de Cromo VI hasta la capacidad más mínima obtenida. (Santoyo, 2018)	Determinar el porcentaje de reducción del Cromo VI mediante un filtro a base de raquis de maíz	Capacidad de remoción.	Concentración inicial y final del Cromo VI	mg/L	Cuantitativa continua	
				Porcentaje de remoción	%		

Anexo 3: Resultados de los análisis del laboratorio

LABORATORIO QUÍMICO METALÚRGICO "EL TRÉBOL" S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS - METALÚRGICOS Y SERVICIOS GENERALES

INFORME DE ANÁLISIS LAB. QUIM. MET. "EL TRÉBOL"

SOLICITANTE	: JEHENERSON KEVIN CORONEL SOBRADOS
MUESTRA	: AGUA RESIDUAL
CÓDIGO	: MUESTRA INICIAL
FECHA DE INGRESO	: 16 DE ENERO DEL 2024
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

ANÁLISIS QUÍMICO:

PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO
pH	-	5.94
TEMPERATURA	°C	22.5
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	mg/L	4512.0
ACEITES Y GRASAS	mg/L	136.4
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	3682.0
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	5769.6
SULFURO	mg/L	567.2
CROMO (VI)	mg/L	1.06
CROMO TOTAL	mg/L	8.12
N-NH4	mg/L	112.8

- ❖ DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
- ❖ DETERMINACIÓN DE TEMPERATURA, Equipo termómetro
- ❖ DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES, Método de gravimetría
- ❖ DETERMINACIÓN DE GRASAS Y ACEITES EN AGUAS POR EL MÉTODO SOXHLET
- ❖ Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation, 21 ed., New York, 2005
- ❖ DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
- ❖ DETERMINACIÓN DE DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO POR REFLUJO CERRADO Y VOLUMETRÍA
- ❖ DETERMINACIÓN DE SULFUROS, Método Iodométrico
- ❖ DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua, Método colorimétrico, Determination of hexavalent chromium, Cr (VI) in water, Colorimetric method
- ❖ DETERMINACIÓN DE AMONIO, método espectrofotométrico UV-VIS

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 979 704 933 R.U.C. : 2061158904

LABORATORIO QUÍMICO METALÚRGICO "EL TRÉBOL" S.A.C.

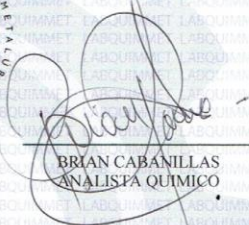
ENSAYOS QUÍMICOS - METALÚRGICOS Y SERVICIOS GENERALES

OBSERVACIONES: Este informe no debe reproducirse total ni parcial sin la autorización de Laboratorio Químico Metalúrgico EL TRÉBOL S.A.C. Los resultados de este certificado solo corresponden a la muestra recibida en nuestras instalaciones.

TRUJILLO, 21 DE ENERO DEL 2024



ING. WILSON TRADO LIBIA
GERENTE GENERAL
CIP: 162371



BRIAN CABANILLAS
ANALISTA QUÍMICO

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 979 704 933 R.U.C. : 20611589094

LABORATORIO QUÍMICO METALÚRGICO "EL TRÉBOL" S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS - METALÚRGICOS Y SERVICIOS GENERALES

INFORME DE ANÁLISIS LAB. QUIM. MET. "EL TRÉBOL"

SOLICITANTE	: JHENERSON KEVIN CORONEL SOBRADOS
MUESTRA	: AGUA RESIDUAL
CÓDIGO	: MUESTRAS A 12h.
FECHA DE INGRESO	: 17 DE ENERO DEL 2024
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

ANÁLISIS QUÍMICO:

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		M-001/MALLA 0.3mm/T:12h.	
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	6.18	DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
TURBIDEZ	NTU	57	DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ, Turbidímetro
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	3045.3	DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
CROMO (VI)	mg/L	0.87	DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		M-001/MALLA 1.00mm/T:12h.	
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	6.15	DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
TURBIDEZ	NTU	56	DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ, Turbidímetro
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	3061.5	DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
CROMO (VI)	mg/L	0.93	DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 979 704 933 R.U.C. : 20611589094

LABORATORIO QUÍMICO METALÚRGICO "EL TRÉBOL" S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS - METALÚRGICOS Y SERVICIOS GENERALES

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		M-002/MALLA 0.3mm/T:12h.	
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	5.97	DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
TURBIDEZ	NTU	54	DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ, Turbidímetro
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	3088.5	DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
CROMO (VI)	mg/L	1.03	DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		M-002/MALLA 1.00mm/T:12h.	
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	6.09	DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
TURBIDEZ	NTU	56	DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ, Turbidímetro
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	3074.2	DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
CROMO (VI)	mg/L	0.98	DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		M-003/MALLA 0.3mm/T:12h.	
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	6.21	DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
TURBIDEZ	NTU	49	DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ, Turbidímetro
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	2945.0	DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
CROMO (VI)	mg/L	0.79	DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 979 704 933 R.U.C. : 20611589094

LABORATORIO QUÍMICO METALÚRGICO "EL TRÉBOL" S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS - METALÚRGICOS Y SERVICIOS GENERALES

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		M-003/MALLA 1.00mm/T:12h.	
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	6.23	DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
TURBIDEZ	NTU	51	DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ, Turbidímetro
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	2936.0	DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
CROMO (VI)	mg/L	0.81	DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		M-004/MALLA 0.3mm/T:12h.	
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	6.14	DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
TURBIDEZ	NTU	44	DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ, Turbidímetro
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	2918.0	DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
CROMO (VI)	mg/L	0.74	DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		M-004/MALLA 1.00mm/T:12h.	
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	6.17	DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
TURBIDEZ	NTU	45	DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ, Turbidímetro
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	2924.5	DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
CROMO (VI)	mg/L	0.79	DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		M-005/MALLA 0.3mm/T:12h.	
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	6.24	DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
TURBIDEZ	NTU	46	DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ, Turbidímetro

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 979 704 933 R.U.C. : 20611589094

LABORATORIO QUÍMICO METALÚRGICO "EL TRÉBOL" S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS - METALÚRGICOS Y SERVICIOS GENERALES

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	2968.5	DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
CROMO (VI)	mg/L	0.84	DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		M-005/MALLA 1.00mm/T:12h.	
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	6.20	DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
TURBIDEZ	NTU	49	DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ Turbidímetro
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	2957.0	DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
CROMO (VI)	mg/L	0.81	DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico

OBSERVACIONES: Este informe no debe reproducirse total ni parcial sin la autorización de Laboratorio Químico Metalúrgico EL TRÉBOL S.A.C. Los resultados de este certificado solo corresponden a la muestra recibida en muestras instalaciones.

TRUJILLO, 22 DE ENERO DEL 2024



ING. WILSON TIRADO LIBIA
GERENTE GENERAL
CIP: 162371





BRIAN CABANILLAS
ANALISTA QUÍMICO

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 979 704 933 R.U.C. : 2061158904

LABORATORIO QUÍMICO METALÚRGICO "EL TRÉBOL" S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS - METALÚRGICOS Y SERVICIOS GENERALES

**INFORME DE ANÁLISIS
LAB. QUIM. MET. "EL TRÉBOL"**

SOLICITANTE	: JEHENERSON KEVIN CORONEL SOBRADOS
MUESTRA	: AGUA RESIDUAL
CÓDIGO	: MUESTRA INICIAL
FECHA DE INGRESO	: 18 DE ENERO DEL 2024
MUESTRA RECIBIDA EN LABORATORIO	

ANÁLISIS QUÍMICO:

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		M-001/MALLA 0.3mm/T:36h.	
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	6.25	DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
TURBIDEZ	NTU	36	DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ, Turbidímetro
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	2350.5	DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
CROMO (VI)	mg/L	0.54	DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		M-001/MALLA 1.00mm/T:36h.	
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	6.28	DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
TURBIDEZ	NTU	34	DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ, Turbidímetro
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	2338.5	DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
CROMO (VI)	mg/L	0.58	DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 979 704 933 R.U.C.: 20611589094

LABORATORIO QUÍMICO METALÚRGICO "EL TRÉBOL" S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS - METALÚRGICOS Y SERVICIOS GENERALES

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		M-002/MALLA 0.3mm/T:36h.	
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	6.20	DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
TURBIDEZ	NTU	31	DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ, Turbidímetro
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	2406.0	DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
CROMO (VI)	mg/L	0.66	DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		M-002/MALLA 1.00mm/T:36h.	
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	6.21	DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
TURBIDEZ	NTU	34	DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ, Turbidímetro
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	2395.5	DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
CROMO (VI)	mg/L	0.61	DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		M-003/MALLA 0.3mm/T:36h.	
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	6.33	DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
TURBIDEZ	NTU	37	DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ, Turbidímetro
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	2320.5	DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
CROMO (VI)	mg/L	0.49	DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 979 704 933 R.U.C. : 20611589094

LABORATORIO QUÍMICO METALÚRGICO "EL TRÉBOL" S.A.C.

ENSAYOS QUÍMICOS - METALÚRGICOS Y SERVICIOS GENERALES

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		M-003/MALLA 1.00mm/T:36h.	
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	6.29	DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
TURBIDEZ	NTU	33	DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ, Turbidímetro
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	2315.8	DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
CROMO (VI)	mg/L	0.52	DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		M-004/MALLA 0.3mm/T:36h.	
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	6.31	DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
TURBIDEZ	NTU	29	DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ, Turbidímetro
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	2360.5	DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
CROMO (VI)	mg/L	0.46	DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		M-004/MALLA 1.00mm/T:36h.	
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	6.34	DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
TURBIDEZ	NTU	31	DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ, Turbidímetro
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	2348.2	DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
CROMO (VI)	mg/L	0.53	DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		M-005/MALLA 0.3mm/T:36h.	
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	6.42	DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
TURBIDEZ	NTU	35	DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ, Turbidímetro

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 979 704 933 R.U.C.: 2061158904

LABORATORIO QUÍMICO METALÚRGICO "EL TRÉBOL" S.A.C.


ENSAYOS QUÍMICOS - METALÚRGICOS Y SERVICIOS GENERALES

DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	2295.0	DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
CROMO (VI)	mg/L	0.45	DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico

CODIFICACIÓN DE MUESTRA		M-005/MALLA 1.00mm/T:36h.	
PARÁMETRO	UNIDADES	RESULTADO	MÉTODO
pH	-	6.37	DETERMINACIÓN DE pH, por Potenciometría
TURBIDEZ	NTU	32	DETERMINACIÓN DE TURBIDEZ Turbidímetro
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	mg/L	2284.2	DETERMINACIÓN DE DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO POR MÉTODO WINKLER
CROMO (VI)	mg/L	0.53	DETERMINACIÓN DE CROMO HEXAVALENTE-CROMO TOTAL, Cr (VI) en agua. Método colorimétrico

OBSERVACIONES: Este informe no debe reproducirse total ni parcial sin la autorización de Laboratorio Químico Metalúrgico EL TREBOL S.A.C. Los resultados de este certificado solo corresponden a la muestra recibida en nuestras instalaciones.

TRUJILLO, 23 DE ENERO DEL 2024


ING. WILSON TIRADO LIBIA
 GERENTE GENERAL
 CIP: 162371



BRIAN CABANILLAS
 ANALISTA QUÍMICO

AGUAS - SUELOS - ALIMENTOS - MINERALES - ACEITES - CARBON - CAL

CELULAR: 944 077 288 - 979 704 933 R.U.C.: 20611589094

Anexo 4: Fotos

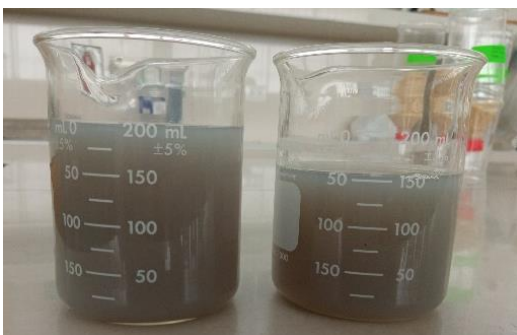
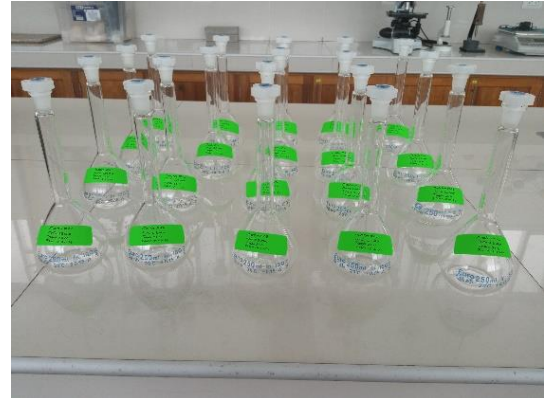
Elaboración de las partículas de Raquis de maíz (1mm – 0.3mm)



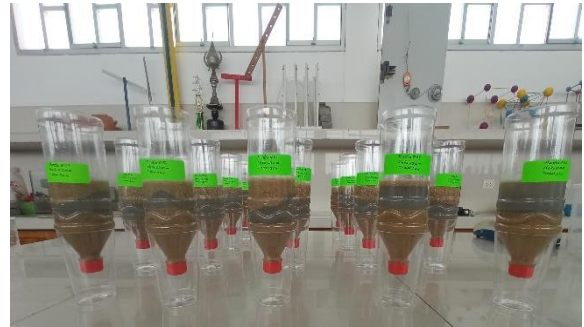
Recolección de la muestra de Cromo VI



Inicio del proyecto



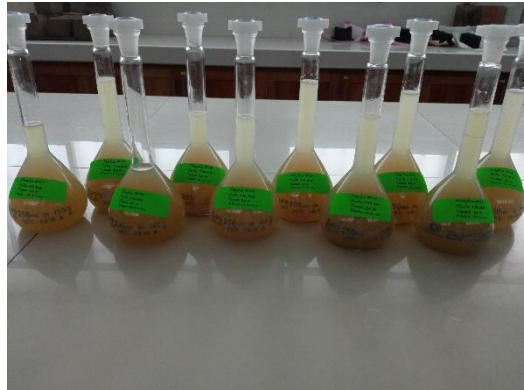
Tiempo de contacto de la biomasa con el Cromo VI (12h – 36h)



Proceso de filtración



Recolección de muestras



Pesado de la biomasa después de ser filtrada



INFORME DE TESIS - CORONEL SOBRADOS JEHENERSON

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%

INDICE DE SIMILITUD

10%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

6%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

2%

2

hdl.handle.net

Fuente de Internet

2%

3

repositorio.uct.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

Submitted to North Eastern Regional Institute of Science and Technology

Trabajo del estudiante

1%

5

ciencialatina.org

Fuente de Internet

1%

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 1%

Excluir bibliografía

Activo